

TESE  
330

Aplicação da Computação Digital  
ao Ajuste de Relés de Sobrecorrente  
em Sistemas Industriais de Grande Porte

Prof. José Abel Royo dos Santos  
EFEI — 1974

APLICAÇÃO DA COMPUTAÇÃO DIGITAL  
AO AJUSTE DE RELÉS DE SOBRECORRENTE  
EM SISTEMAS INDUSTRIAIS DE GRANDE PORTE

por

Prof. José Abel Royo dos Santos



Escola Federal de Engenharia de Itajubá

Fevereiro de 1974

CLASS. 519.6:621.316 925:67(043.2)

CUTT. S237a

TOMBO 330



TESE APRESENTADA À

COMISSÃO DE JULGAMENTO

COMO PARTE DO CONCURSO DE LIVRE DOCÊNCIA NA ÁREA DE APLICAÇÕES DE  
COMPUTADORES EM PROBLEMAS DE SISTEMAS ELÉTRICOS

1988

Este trabalho descreve programas escritos em FORTRAN II  
para a simulação da caracterização dos circuitos de relés de  
contato. Os dados de teste são obtidos diretamente da grande maioria  
dos relés, através de um ajuste conveniente para relés de  
contato.

Este programa constitui resultado parcial de pesquisas  
em desenvolvimento de software digital para  
simulação elétrica realizada na Escola Politécnica da USP  
em São Carlos, com o apoio do FAPESP nº 81/0111.  
Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

À minha família,

dedico este trabalho

## SUMÁRIO

Este trabalho descreve programas escritos em FORTRAN IV que permitem a verificação dos ajustes já existentes em relés de sobrecorrente de fase em sistemas industriais de grande porte e também a determinação de um ajuste conveniente para relés de sistemas projetados.

Tais programas constituem resultado parcial da pesquisa de desenvolvimento de software digital para problemas de proteção de sistemas elétricos realizada na Escola Federal de Engenharia de Itajubá, com o apoio do Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico através do Contrato Funtec 207.

## SUMMARY

This work describes programs written in FORTRAN IV, which allow checking adjustment of phase overcurrent relays already existent in large industrial systems, as well as proper adjustment determination for relays in projected systems.

These programs are the partial result of a digital software developing research for electrical system protection problems, carried out at the Escola Federal de Engenharia de Itajubá, and supported by the Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico through the FUNTEC 207 Contract.

## PREÂMBULO

Já há vários anos vem uma equipe de professores do Departamento de Eletricidade da Escola Federal de Engenharia de Itajubá, constituída essencialmente pelos professores Amadeu Casa Caminha, Eric Hermeto, Francisco Rennô Neto e Márcio Curí, desenvolvendo trabalhos de investigação na área da Proteção de Sistemas Elétricos.

Há dois anos atrás estes trabalhos demonstraram ser desejável o início do desenvolvimento de programas de computação que permitissem a aplicação de muitos processos e métodos aos sistemas reais. Procuraram então os membros da equipe original a Divisão de Computação e Simulação do Departamento de Ciências Auxiliares para conjugar esforços neste sentido. Concordamos naquela época em coordenar na Divisão de Computação e Simulação o desenvolvimento e a implantação dos programas julgados interessantes.

No desenvolvimento dos trabalhos em conjunto com a equipe do Departamento de Eletricidade verificamos ser desejável a ampliação da Instalação Digital do Laboratório de Computação e Simulação e a aquisição de documentação atualizada para um desenvolvimento mais rápido dos trabalhos. Nesse sentido foi então enviada solicitação de apoio financeiro ao Departamento de Operações Especiais do Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico, em meados de 1972. Tal solicitação, após revista em meados de 1973,

recebeu a sanção do Banco através do "Contrato de Colaboração Financeira nº 207". Um tal apoio, cuja importância aproveitamos a oportunidade para ressaltar, veio dinamizar o andamento da pesquisa mesmo antes da chegada dos equipamentos julgados desejáveis, que deverão ser implantados no decorrer do primeiro semestre do presente ano no Laboratório de Computação e Simulação.

No projeto de pesquisa para desenvolvimento de software para proteção de sistemas elétricos, a linha de pesquisa que foi atacada em primeiro lugar foi a do desenvolvimento de programas pertinentes aos problemas relativos à Proteção de Sobrecorrente de Sistemas Industriais de Grande Porte. Nesta linha o plano de trabalho previsto incluía os níveis de desenvolvimento seguintes:

1. Verificação do ajuste dos relés de sobrecorrente de fase em sistemas existentes.
2. Verificação do ajuste dos relés de sobrecorrente de terra em sistemas existentes.
3. Determinação do ajuste mais conveniente para relés de fase já existentes ou já especificados em projetos.
4. Determinação do ajuste mais conveniente para relés de terra já existentes ou já especificados em projetos.
5. Partindo dos dados de um sistema projetado, especificar os tipos mais convenientes de relés de fase e determinar seu ajuste mais conveniente.
6. Partindo dos dados de um sistema projetado, especificar os tipos mais convenientes de relés de terra e determinar seu ajuste mais conveniente.

7. Simular a operação transitória dos sistemas na ocorrência de faltas, levando em consideração os tempos de operação dos relés e respectivos disjuntores para estudar a influência dos ajustes dos relés na estabilidade do sistema.

Nesta linha de pesquisa os trabalhos foram iniciados no primeiro semestre de 1973, fazendo-se um levantamento dos algoritmos mais convenientes para a realização dos programas e dos dados necessários para integrarem um banco de dados de características de equipamento necessário aos diversos programas.

Os primeiros resultados dos trabalhos realizados são descritos nesta tese, incluindo a apresentação dos primeiros programas desenvolvidos. A distribuição do trabalho é a seguinte:

No Capítulo I faz-se uma rápida revisão das características dos relés de sobrecorrente considerados no trabalho e da ordenação de vários destes relés em série.

No Capítulo II descreve-se trabalho realizado sob nossa orientação por uma equipe de engenheirandos do curso de Engenharia Elétrica da Escola Federal de Engenharia de Itajubá, visando um armazenamento ótimo das características dos relés na memória do computador.

No Capítulo III descreve-se os programas de verificação do ajuste dos relés de sobrecorrente de fase em sistemas já existentes (item 1 da linha de pesquisas).

No Capítulo IV é descrito o programa de determinação do ajuste de relés de fase já especificados (item 3 da linha de pesquisas).

No Capítulo V são apresentadas conclusões que os traba-

Thos já permitem tirar e algumas idéias sobre o desenvolvimento do mesmo.

Em Apêndice são apresentadas listagens e resultados típicos dos vários programas e subprogramas, e métodos gráficos alternativos para os problemas considerados.

Finalmente é apresentada a Bibliografia.

Queremos aqui expressar nosso agradecimento aos membros da equipe do Departamento de Eletricidade ligada à Proteção, ressaltando principalmente os professores Amadeu Casal Caminha e Ademir Carnevalli Guimarães, com quem mantivemos inúmeras discussões muito interessantes e muito frutíferas e também à Srta. Ana Lucia Serio de Almeida que datilografou e preparou a versão definitiva do texto.

J.A.R.S.

EFEI, fevereiro de 1974

## INDICE

### CAPÍTULO I

BREVE REVISÃO DAS CARACTERÍSTICAS DOS RELÉS DE SOBRECORRENTE	1
A. Relés de Sobrecorrente	2
B. Coordenação de Relés em Série	7
B1 - Relés Temporizados	7
B2 - Relés Instantâneos	10

### CAPÍTULO II

DETERMINAÇÃO DE EQUAÇÕES PARA REPRESENTAR AS CURVAS CARACTERÍSTICAS DO RELÉ "GENERAL ELECTRIC" TIPO IAC-51	12
--	----

### CAPÍTULO III

DESCRIÇÃO DOS PROGRAMAS DE VERIFICAÇÃO DE AJUSTES EXISTENTES EM RELÉS DE SOBRECORRENTE QUANTO À SELETIVIDADE DA PROTEÇÃO	27
A. Programa PRO2	28
B. Programa SPI	29
B1 - Programa Principal SPI	30

B2 - Sub-Rotina TRELE	30
B3 - Sub-Rotina ANSI	30
B4 - Sub-Rotinas de Verificação	35
B4-a) Sub-Rotina SIT1	38
B4-b) Sub-Rotina SIT2	38
B4-c) Sub-Rotina SIT3	39
B4-d) Função TE	39
B4-e) Função TE1	39
B5 - Relatório de Saída do Programa SP1	39
B5-a) Abreviações Usadas	40
B5-b) Diagnóstico	40
C. Programa SP10	41
 CAPÍTULO IV	 42
DESCRIBÇÃO DOS PROGRAMAS DE DETERMINAÇÃO DO AJUSTE DE RELÉS DE SOBRECORRENTE	 42
A. Preliminares	43
B. Programa SP2	44
 CAPÍTULO V	 48
CONCLUSÕES	48
 APÊNDICES	 51
BIBLIOGRAFIA	132



## CAPÍTULO I

### BREVE REVISÃO DAS CARACTERÍSTICAS DOS RELÉS DE SOBRECORRENTE

Hã duas classes principais de relês de sobrecorrente, os de tempo definido e os temporizados. Neste trabalho estão sendo considerados os temporizados, com ou sem elementos de operação instantânea.

#### A. Relês de Sobrecorrente

São, em geral, do tipo de indução, podendo conter um elemento de disparo, de ação instantânea tipo de "armadura axial" ou "armadura em charneira".

A Fig. I-1 esquematiza o princípio geral do funcionamento destes relês, mostrando um polo inferior com duas bobinas, dois polos superiores, um disco e um ímã permanente, para freiamento. Numa das bobinas do polo inferior, circula a corrente fornecida pelos transformadores de corrente, ligados ao circuito a proteger, servindo a segunda bobina para efetuar um acoplamento indutivo entre o polo inferior e os polos superiores. Estes últimos induzem correntes num disco, as quais, reagindo com o fluxo do

polo inferior, produzem o conjugado necessário para iniciar o movimento giratório desse disco. Este, por sua vez, é solidário com um eixo vertical ao qual é fixado o contato móvel, mediante uma haste horizontal. O movimento do disco provoca o movimento do eixo e desta forma, após um certo tempo, o contato móvel encosta no contato fixo, fechando um determinado circuito. A mola e o ímã de freiamento, reagindo contra o movimento do disco, estabelecem a ação retardada do relê.

Os relês de sobrecorrente apresentam, em geral, características de operação do tipo de "tempo inverso", isto é, o tempo para efetuar-se o disparo é tanto menor quanto maior for a corrente que circula nas bobinas. Podem também possuir características de "tempo muito inverso" ou "extremamente inverso", conforme indicado na Fig. I-2.

Um relê de sobrecorrente é, usualmente, provido de vários tapes, cada um correspondendo a uma determinada corrente de disparo.

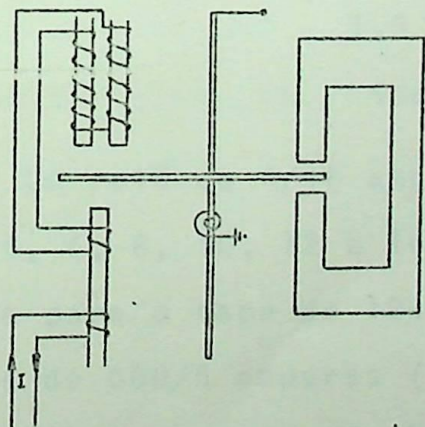


Fig. I-1

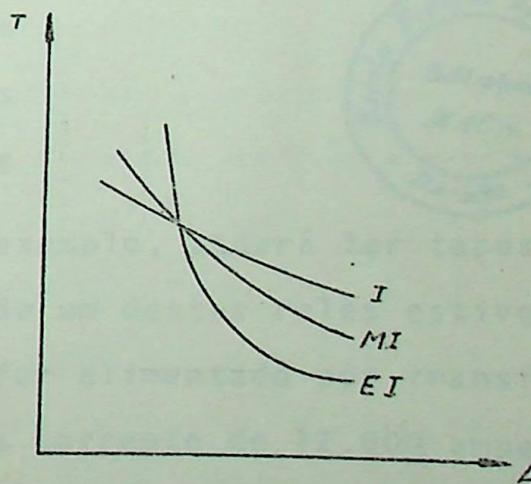


Fig. I-2

As curvas características do relê, são então dadas em função dos múltiplos da corrente de disparo, conforme esclarece a Fig. I-3.

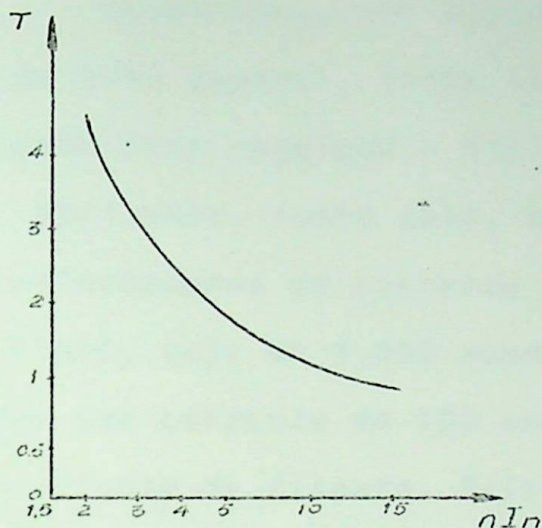


Fig. I-3

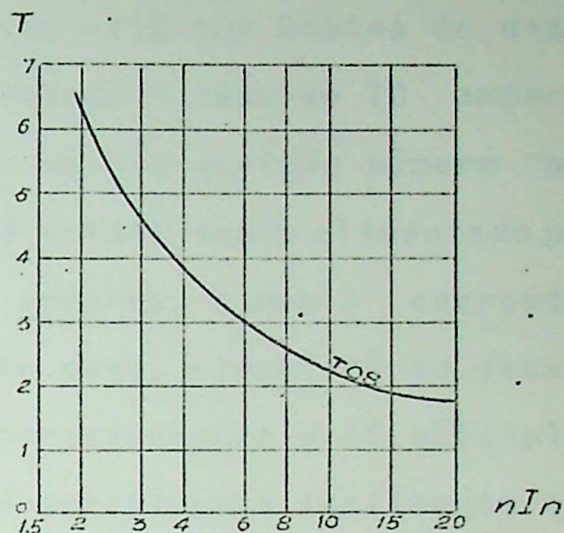


Fig. I-4

Geralmente os relês de sobrecorrente são providos de dispositivos de disparo que abrangem certas faixas de corrente, por exemplo:

0,5 a 2 amperes

1,5 a 6 amperes

4 a 16 amperes



Um relê de 4/16 amperes, por exemplo, poderá ter tapes para 4, 5, 6, 8, 10, 12 e 16 amperes. Se um destes relês estiver ajustado para o tape de 10 amperes e for alimentado por transformadores de 600/5 amperes (120:1), uma corrente de 12.000 amperes no primário, corresponderá a uma corrente de 100 amperes no secundário e, portanto, a 10 múltiplos da corrente de disparo.

Estes relês podem ser regulados, em função do tempo, mediante ajuste num "dial de tempo", sendo que, desta forma, a ca-

da relê encontra-se associada uma família de curvas, como mostra a Fig. I-4. O dial de tempo possui, usualmente, dez a onze divisões.

Suponhamos, por exemplo, que num relê com bobina de disparo de 4/16 amperes, tenha sido selecionado o tape de 10 amperes e tenha sido regulado o dial de tempo para a posição número oito. Admitamos, neste caso, que o relê esteja sendo alimentado por transformadores de corrente de 200/5 amperes, e que a corrente, na linha, seja de 4.000 amperes. Neste caso, circulará no secundário uma corrente de 100 amperes, correspondente a 10 múltiplos da corrente de disparo. Pela Fig. I-4 verificamos facilmente que o tempo de disparo seria de 2,6 segundos.

As unidades instantâneas podem ser selecionadas, em geral, para diversas correntes de disparo, usualmente de 1,5 a 80 amperes, e embora sejam denominadas de "instantâneas" requerem um certo tempo mínimo para operar.

As características de disparo de um relê de sobrecorrente podem ser representadas de outra forma, conforme indicado na Fig. I-5, que mostra uma linha de sub-transmissão, composta de vários trechos. Para uma falta no ponto "F", o relê 3 operaria em primeiro lugar abrindo o respectivo disjuntor e, caso falhasse, operaria então o relê 2, abrindo o respectivo disjuntor. Como para uma falta em F, o tempo de disparo do relê 3 é menor do que aqueles correspondentes aos relês 2 e 1, obter-se-á a necessária e adequada seletividade de operação. Para uma falta como a estudada o relê 2 ofereceria uma proteção de retaguarda ao relê 3.

Verifica-se facilmente pelo exame da Fig. I-5 que a calibração dos relês de sobrecorrente protegendo um sistema análogo

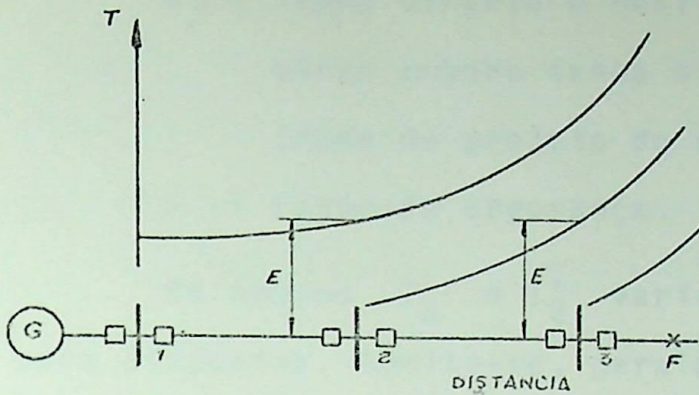


Fig. 1-5

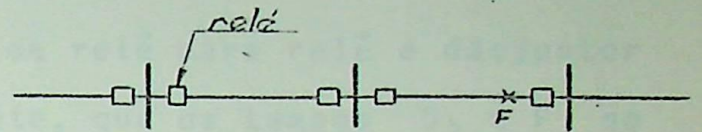


Fig. 1-6

ao representado nessa figura deverá ser feita, primeiramente, para o relê mais afastado da fonte geradora. Deve-se, neste caso, considerar uma falta que ocasione uma corrente máxima, já que dois relês de sobrecorrente sendo seletivos para essas condições também o serão para correntes menores. Com efeito, verifica-se pela Fig. 1-3 que a distância, em ciclos ou segundos, das curvas tempo-corrente, aumenta com a diminuição da corrente. Para o relê 2, por exemplo, deverá-se considerar uma falta, no trecho seguinte, junto ao disjuntor 3, e assim sucessivamente.

Uma vez escolhida a curva de operação para o relê 3, da Fig. 1-5, a curva do relê 2 será obtida em função da primeira, sendo que a diferença de tempo  $E$  (para a corrente máxima de falta) será dada pela seguinte expressão:

$$E = T_3 + T'_3 + O_3 + F$$

Na qual

$T_3$  = Tempo de operação do relê 3

$T'_3$  = Tempo de operação do disjuntor 3

$O_3$  = Tempo durante o qual o disco do relê 3 continuará a girar embora tenha sido removida a corrente atuante (dado do projeto do relê)

F = Fator de segurança.

Os tempos  $T_3$  e  $T'_3$  variam de relê para relê e disjuntor para disjuntor. Admite-se, geralmente, que os tempos  $O_3$  e F sonam a 0,2 a 0,3 segundos.

Convém salientar que no estudo da calibração acima mencionado, deve-se considerar uma falta trifásica, já que este tipo de falta é que ocasiona valores mais elevados para as correntes de curto-circuito.

O valor do tape da corrente de disparo é em geral selecionado levando em consideração a menor corrente de falta que seja possível ocorrer no trecho seguinte àquele em que está instalado o relê. Esta corrente ocorrerá para faltas, entre duas fases, no extremo desse trecho de linha, como esclarece a Fig. I-6. É evidente que na calibração dos relês de fase precisa-se ter cuidado para que a corrente de disparo não seja superior à corrente máxima de funcionamento da linha.

## B. Coordenação de Relês em Série

### B1 - Relês Temporizados

Como mencionado previamente, as características tempo-corrente de relês são representadas por famílias de curvas únicas às quais devem ser adicionadas faixas de tolerância. A maioria das curvas tempo-corrente começa em 1,5 múltiplos da mínima corrente de fechamento ou de ajuste de acionamento, devido a que

seus desempenhos não podem ser preditos, tão precisamente, abaixo desse valor. Contudo, curvas mostrando um esperado desempenho tempo-corrente abaixo de 1,1 vezes a corrente mínima de acionamento podem ser obtidas, se requerido.

Esta margem de tempo, ou faixa de tolerância, é baseada no fato de que o segundo relé em uma "cadeia" de relés continua a ver a corrente de falta, até que o disjuntor associado com o primeiro relé tenha operado e o arco tenha sido extinto. Isto é, nominalmente, oito ciclos, para os disjuntores comumente usados nos sistemas industriais, se bem que realmente o tempo de operação será de quatro a cinco ciclos. Então, após o primeiro disjuntor ter aberto o circuito e desenergizado o segundo relé, os contatos do último continuarão fechados por, aproximadamente, 0,1s devido à inércia do disco de indução ao qual o contato móvel está ligado.

Uma total margem de tempo mínima de 0,4s com máxima corrente de falta fluindo, seria suficiente para permitir satisfatória seletividade entre relés de tempo-inverso. Esta margem atende ao tempo de abertura de 0,13s do disjuntor (oito ciclos), 0,1s de sobrepercurso, e um fator de segurança de 0,17s para cobrir variações de manufatura e imprecisões no posicionamento do dispositivo ou alavanca de tempo, quando ajustando o relé.

A margem mínima de tempo entre relés de tempo muito-inverso e extremamente-inverso pode ser reduzida para cerca de 0,33s, porque seu sobrepercurso é menor, e um fator mais curto de segurança é necessário, já que a diferença em tempo de operação do relé, provocada por mudança de um ajuste do dispositivo de tempo para outro, é também mais curta nestes relés de alta velocidade, de tal forma que o erro de posicionamento é reduzido.

Se mesmo a acumulação total desses curtos intervalos de tempo torna o tempo de operação do último relê (aquele mais próximo da fonte) indesejavelmente longo, o tempo total pode ser reduzido um pouco, por conferência muito cuidadosa do tempo de operação do relê. Geralmente falando, contudo, a fração de um segundo economizado, que poderia ser obtido na margem de tempo entre esses valores e os m̃nimos ajustes possíveis que não causariam falsa operação, não é suficiente em sistemas industriais para justificar os incômodos extras envolvidos na feitura dos ajustes.

Quando selecionando tapes de corrente e ajustes do dispositivo de tempo para relês de indução, dever-se-ia ter em mente que quando dois relês em sêrie são ajustados para coordenar propriamente, sob o m̃ximo valor de corrente de falta esperada, eles serão sempre satisfatoriamente seletivos para baixos valores de corrente, se têm a mesma forma de curvas tempo-corrente e se o ajuste de corrente do relê mais lento é igual ou maior que aquele do relê mais r̃pido. Se o ajuste de corrente é mais baixo, as curvas de tempo de operação dos dois relês se cruzarão uma com a outra, para algum baixo valor de corrente de falta, e o relê lento baterã o mais r̃pido para todas as correntes abaixo daquele valor.

Outro fator a ser considerado, ao se escolher entre duas combinações de ajustes de tape de corrente e dispositivo de tempo, cada uma das quais darã um desejado tempo de operação com m̃xima corrente de falta fluindo, é que a combinação com o mais baixo ajuste de corrente e mais alto ajuste de dispositivo de tempo é usualmente preferível. A razão é que um tal ajuste se-

rã mais sensível e rápido em baixos valores de corrente de curto-circuito. Por exemplo, suponha-se que um tempo de operação de 0,5s é desejado com um relê conectado a TC de 1.000/5 A em um circuito com máxima corrente de falta simétrica de 20.000 A. Relês com ajustes de tape 6 A e dispositivo de tempo em 2,1 , ou tape 10 A e dispositivo de tempo em 1,7 , darão ambos o tempo desejado. Porém, no caso de uma falta envolvendo somente 3.000 A, o relê com ajuste de tape 6 A operaria em 1,25s , comparados com 2s para a combinação de tape 10 A. Se a corrente é ainda mais reduzida para 2.000 A, o primeiro relê ainda operará em 2,1s , porém o segundo relê será muito, muito lento, já que a corrente é somente 1,0 vez a corrente de acionamento do relê, para a qual o ponto de operação é incerto.

## B2 - Relês Instantâneos

Quando dois relês instantâneos são usados em série, sua seletividade é dependente unicamente de seus ajustes de corrente. Assim sendo, eles devem ser ajustados de tal forma que o segundo relê não atuará para a máxima corrente assimétrica que o primeiro relê (mais próximo da falta em relação à fonte) pode ver. Sendo este o caso, deve haver suficiente impedância no circuito entre os relês instantâneos em série para criar a necessária corrente diferenciada. Se este objetivo não pode ser atingido, o segundo relê deve ser tornado inoperante, curto-circuitando-se sua bobina ou abrindo-se seus contatos.

Usualmente a impedância de um transformador é suficiente para permitir coordenação de um relê instantâneo no painel do alimentador AT com a bobina de disparo instantânea do disjuntor secundário BT. Também a reatância de linhas de transmissão aé-

reas é frequentemente suficiente para prover a necessária magnitude de corrente diferencial de curto-circuito, para permitir o uso de relés instantâneos em ambos os extremos.

Relés instantâneos não podem ser coordenados em comprimentos ordinários de sistemas de cabos (2.400 V e acima), porque a impedância do circuito é muito baixa para provocar a necessária corrente diferenciada. Em tais circuitos, é preferível usar relés instantâneos nos ramais alimentadores no extremo receptor do cabo alimentador principal. Isto permitirá rápido desligamento seletivo do ramal de circuito defeituoso, ao passo que, usando-se um relé instantâneo no disjuntor do alimentador principal da barra, poder-se-ia desligar todos os ramais do circuito, independentemente da localização da falta. Relés de sobrecorrente instantâneos ordinários não deveriam ser usados em ligações de baixa impedância entre duas barras, com fontes de energia conectadas a cada uma delas.

Incidentalmente, o fato de que um estudo para ajuste de relés revela que alguns dos relés instantâneos devem ser tornados inoperantes, não deveria ser interpretado como um sinal de um sistema de proteção pobremente projetado. Isto assim é porque é prática bastante comum incluir unidades instantâneas em todos os relés de sobrecorrente temporizados nos equipamentos de manobra, de tal forma que os relés serão intercambiáveis.

## Capítulo II

DETERMINAÇÃO DE EQUAÇÕES PARA REPRESENTAR

AS CURVAS CARACTERÍSTICAS

DO RELÊ "GENERAL ELECTRIC" TIPO IAC-51

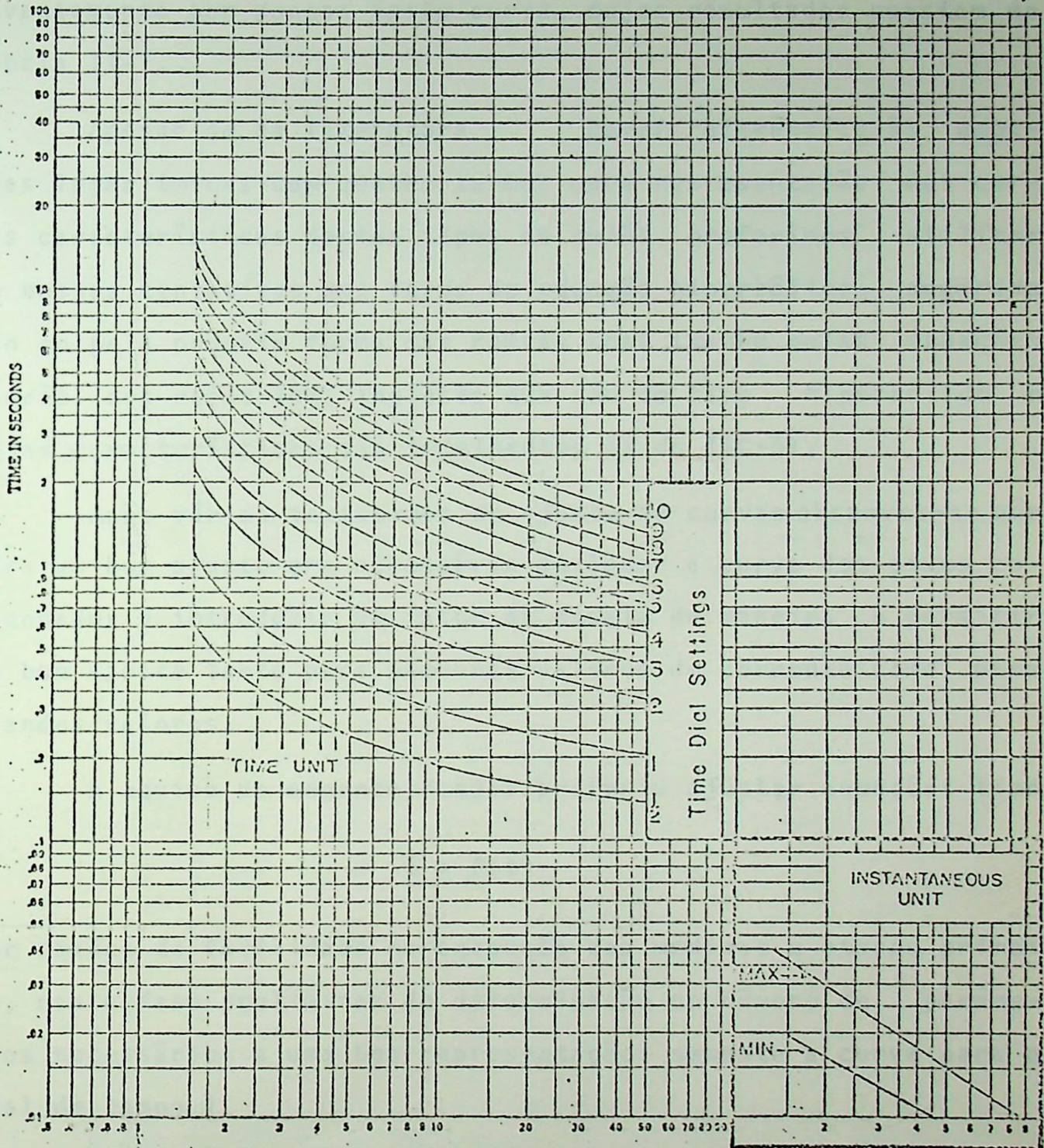
## CAPÍTULO II

### DETERMINAÇÃO DE EQUAÇÕES PARA REPRESENTAR AS CURVAS CARACTERÍSTICAS DO RELÉ GENERAL ELECTRIC TIPO IAC-51

Neste capítulo descreveremos brevemente o trabalho executado pelos engenheiros José Custódio Nêto, José Fernando de Souza Fonseca e José Francisco Raimundo, sob nossa orientação, para obtenção de equações que representassem as características do relé IAC-51.

A finalidade principal de tal trabalho foi a de desenvolver uma sistemática para verificar que tipo de equação permitira a representação da família de características de um determinado relé com uma razoável precisão exigindo um número mínimo de parâmetros.

A escolha do relé que serviria para primeira tentativa recaiu no relé de característica de tempo inverso IAC-51, devido a ser este relé muito comum no país e às características dos relés de outras fabricações (como por exemplo o Westinghouse CO-8) não diferirem muito das daquele. A Fig. II-1 mostra a característica deste tipo de relé.



MULTIPLES OF PICK-UP SETTING

Fig. 13. Type IAC relays, Inverse Time-characteristic Curve (GES-7001)

Fig. II-1

A primeira etapa do trabalho para obtenção consistiu do levantamento por pontos desta curva, cujos resultados constam na Tabela II-1.

Apesar de na literatura haver referências às equações logarítmicas com quatro termos para representação das curvas características destes tipos de relés, preferimos utilizar em nossas tentativas uma forma de equação hiperbólica, sugerida não só pela própria forma das curvas como também pelas equações padrão dos relés IDMT ingleses que são de tipo hiperbólico e cujas características são semelhantes às do IAC-51.

Após várias tentativas de ajuste de curvas observou-se que para um bom ajuste era necessário deslocar a curva dos eixos coordenados e introduzir um fator de escala de maneira a permitir um bom ajuste tanto para pequenos valores de corrente como para grandes valores.

A equipe de engenheiros preferiu ajustar equações tipo

$$I = f(t)$$

por razões de facilidade na execução das medidas e atacou primeiro, nesta fase preliminar de determinação do número de parâmetros necessários a uma boa representação, somente a curva para o dial de tempo 1.

A equação finalmente obtida foi a seguinte:

$$I = 0,378 (t - 0,154)^{-1,623} + 1,13$$

A Tabela II-2 mostra a elevada precisão de representação.

Tabela II-1

nIn	RELE IAC-51												
	T E M P O (s)												
1,50	0,610	0,120	2,200	3,400	4,620	6,800	7,500	9,00	11,000	12,500	14,500		
1,75	0,500	0,890	1,780	2,600	3,600	4,600	5,650	7,00	8,200	9,500	11,000		
2,00	0,440	0,750	1,497	2,150	2,950	3,750	4,650	5,6	6,600	7,800	9,000		
2,50	0,365	0,610	1,180	1,700	2,300	3,000	3,650	4,4	5,200	6,200	7,000		
3,00	0,320	0,525	1,000	1,450	1,950	2,600	3,100	3,75	4,500	5,200	6,000		
3,50	0,290	0,475	0,900	1,300	1,750	2,300	2,750	3,3	3,900	4,600	5,200		
4,00	0,270	0,438	0,835	1,180	1,600	2,100	2,500	3,0	3,550	4,150	4,700		
6,00	0,223	0,360	0,660	0,940	1,250	1,620	1,950	2,3	2,750	3,200	3,650		
10,00	0,1800	0,295	0,460	0,740	0,970	1,380	1,500	1,8	2,100	2,400	2,750		
15,00	0,1675	0,263	0,400	0,630	0,820	1,075	1,270	1,5	1,750	2,000	2,300		
20,00	0,1580	0,245	0,415	0,575	0,750	0,950	1,130	1,34	1,550	1,800	2,070		
25,00	0,1505	0,233	0,390	0,535	0,655	0,890	1,070	1,25	1,400	1,650	1,875		
30,00	0,149	0,223	0,369	0,500	0,620	0,840	1,000	1,15	1,350	1,550	1,750		
40,00	0,140	0,213	0,342	0,460	0,60	0,770	0,900	1,07	1,220	1,400	1,590		
50,00	0,135	0,204	0,325	0,440	0,570	0,720	0,840	1,00	1,130	1,300	1,495		

Tabela II-2

T	I lida	I calculada
4,50	1,17	1,165
3,00	1,20	1,199
2,00	1,26	1,270
1,50	1,37	1,363
0,98	1,64	1,646
0,90	1,73	1,738
0,80	1,88	1,898
0,70	2,15	2,139
0,60	2,55	2,532
0,50	3,25	3,246
0,40	4,80	4,811
0,30	9,75	9,715
0,263	15,00	14,93
0,231	25,00	25,38
0,233	30,00	30,10
0,212	40,00	39,54
0,204	50,00	50,00

Após obtida a equação para o dial de tempo  $t$  buscou-se de terminar quantos parâmetros seria necessário variar para mudar de um dial de tempo para outro. As curvas características do relê IAC-51, como pode ser visto pela Fig. II-1, são em número de onze, correspondendo a valores do dial de tempo iguais a 0,5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.

Claramente o ideal seria obter uma relação entre um dos parâmetros envolvidos e o próprio valor do dial de tempo que permitisse relacionar diretamente as equações com estes valores. Isto foi muito procurado mas não se chegou a nenhuma solução que permitisse uma precisão de representação comparada a do dial de tempo 1. Obteve-se, entretanto, sucesso variando-se dois parâmetros para cada dial de tempo.

As tentativas iniciais procuraram determinar a equação para o dial de tempo 10 que é o que mais se afasta do 1 anteriormente obtido e sua equação obtida finalmente foi a seguinte:

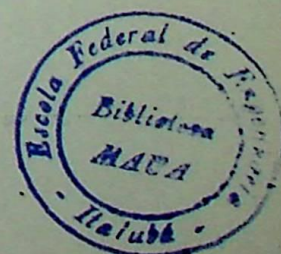
$$I = 0,378 \left( \frac{T}{13,6} - 0,06 \right)^{-1,623} + 1,13$$

A precisão de representação pode ser avaliada pelos valores constantes da Tabela II-3.

#### DIAL DE TEMPO 10

Tabela II-3

TEMPO (s)	CORRENTES - nIn	
	Real	Calculada
50,00	1,18	1,1775
9,00	2,00	1,9900
6,00	3,00	3,0200
4,70	4,00	4,0150
3,65	6,00	5,960
2,07	20,00	19,3300
1,59	40,00	40,3300



Listamos a seguir as equações obtidas para os demais diais de tempo, dando para cada uma delas uma tabela com alguns valores bastante espalhados que permitam ao leitor avaliar a alta precisão de representação alcançada.

## DIAL DE TEMPO 9

$$I = 0,378 \left( \frac{T}{11,85} - 0,061 \right)^{-1,623} + 1,13$$

Tabela II-4

TEMPO (s)	CORRENTES - nIn	
	Real	Calculada
1,40	40,00	40,53
1,80	20,00	19,58
4,15	4,00	3,96
5,20	3,00	3,00
7,80	2,00	2,00

## DIAL DE TEMPO 8

$$I = 0,378 \left( \frac{T}{9,96} - 0,065 \right)^{-1,623} + 1,13$$

Tabela II-5

TEMPO (s)	CORRENTES - nIn	
	Real	Calculada
1,22	40,00	40,40
1,55	20,00	19,83
3,55	4,00	3,93
4,50	3,00	2,90
6,60	2,00	2,00

## DIAL DE TEMPO 7

$$I = 0,378 \left( \frac{T}{8,40} - 0,070 \right)^{-1,623} + 1,13$$

Tabela II-6

TEMPO (s)	CORRENTES - nIn	
	Real	Calculada
1,07	40,00	40,83
1,34	20,00	20,03
3,00	4,00	3,99
3,75	3,00	2,98
5,60	2,00	2,00

## DIAL DE TEMPO 6

$$I = 0,378 \left( \frac{T}{6,94} - 0,073 \right)^{-1,623} + 1,13$$

Tabela II-7

TEMPO (s)	CORRENTES - nIn	
	Real	Calculada
0,90	40,00	40,53
1,13	20,00	20,03
2,50	4,00	3,99
3,10	3,00	3,00
4,65	2,00	2,00

## DIAL DE TEMPO 5

$$I = 0,378 \left( \frac{T}{5,65} - 0,078 \right)^{-1,623} + 1,13$$

Tabela II-8

TEMPO (s)	CORRENTES - nIn	
	Real	Calculada
0,77	40,00	40,13
0,95	20,00	20,03
2,10	4,00	3,89
2,60	3,00	2,93
3,75	2,00	2,03

## DIAL DE TEMPO 4

$$I = 0,378 \left( \frac{T}{4,35} - 0,082 \right)^{-1,623} + 1,13$$

Tabela II-9

TEMPO (s)	CORRENTES - nIn	
	Real	Calculada
0,60	40,00	40,03
0,75	20,00	20,04
1,60	4,00	4,01
1,95	3,00	3,07
2,95	2,00	2,00

## DIAL DE TEMPO 3

$$I = 0,378 \left( \frac{T}{3,13} - 0,090 \right)^{-1,623} + 1,13$$

Tabela II-10

TEMPO (s)	CORRENTES - nIn	
	Real	Calculada
0,460	40,00	40,53
0,575	20,00	19,10
1,180	4,00	4,00
1,450	3,00	3,00
2,150	2,00	2,00

## DIAL DE TEMPO 2

$$I = 0,378 \left( \frac{T}{2,135} - 0,102 \right)^{-1,623} + 1,13$$

Tabela II-11

TEMPO (s)	CORRENTES - nIn	
	Real	Calculada
0,342	40,00	39,33
0,415	20,00	19,23
0,835	4,00	4,00
1,000	3,00	3,07
1,495	2,00	2,00

## DIAL DE TEMPO 1/2

$$I = 0,378 \left( \frac{T}{0,567} - 0,190 \right)^{-1,623} + 1,13$$

Tabela 11-12

TEMPO (s)	CORRENTES - nIn	
	Real	Calculada
0,140	40,00	40,50
0,158	20,00	20,03
0,270	4,00	4,00
0,320	3,00	3,00
0,440	2,00	2,02

Como as equações que interessam à aplicação nos programas que serão discutidos nos próximos capítulos são de

$$t = f(I)$$

estas onze equações foram então invertidas e, chamando

$$\left[ 2,645 (I - 1,13) \right]^{-0,616} = FI ,$$

temos então:

Dial de Tempo 1/2	$t = 0,567 (0,19 + FI)$
Dial de Tempo 1	$t = 0,154 + FI$
Dial de Tempo 2	$t = 2,135 [0,102 + FI]$
Dial de Tempo 3	$t = 3,13 (0,09 + FI)$
Dial de Tempo 4	$t = 4,35 (0,082 + FI)$
Dial de Tempo 5	$t = 5,65 (0,078 + FI)$
Dial de Tempo 6	$t = 6,94 (0,073 + FI)$
Dial de Tempo 7	$t = 8,4 (0,07 + FI)$

Dial de Tempo 8

$$t = 9,96 (0,065 + FI)$$

Dial de Tempo 9

$$t = 11,85 (0,061 + FI)$$

Dial de Tempo 10

$$t = 13,6 (0,06 + FI)$$

A Tabela II-13 mostra os valores dos parâmetros correspondentes aos valores dos dias de tempo (chamamos o primeiro parâmetro de P1 e o segundo de P2) e a Fig. II-2 mostra graficamente sua variação.

Tabela II-13

DIAL DE TEMPO	P1	P2
1/2	0,567	0,19
1	1	0,154
2	2,135	0,102
3	2,13	0,09
4	4,35	0,082
5	5,65	0,078
6	6,94	0,073
7	8,4	0,07
8	9,96	0,065
9	11,85	0,061
10	13,6	0,06

Infelizmente como não ocorreu uma variação retilínea, não é possível usar os valores dos dias de tempo como simples multiplicadores nas equações. Assim sendo, será necessário armazenar todos estes valores na memória do computador e como o ajuste re

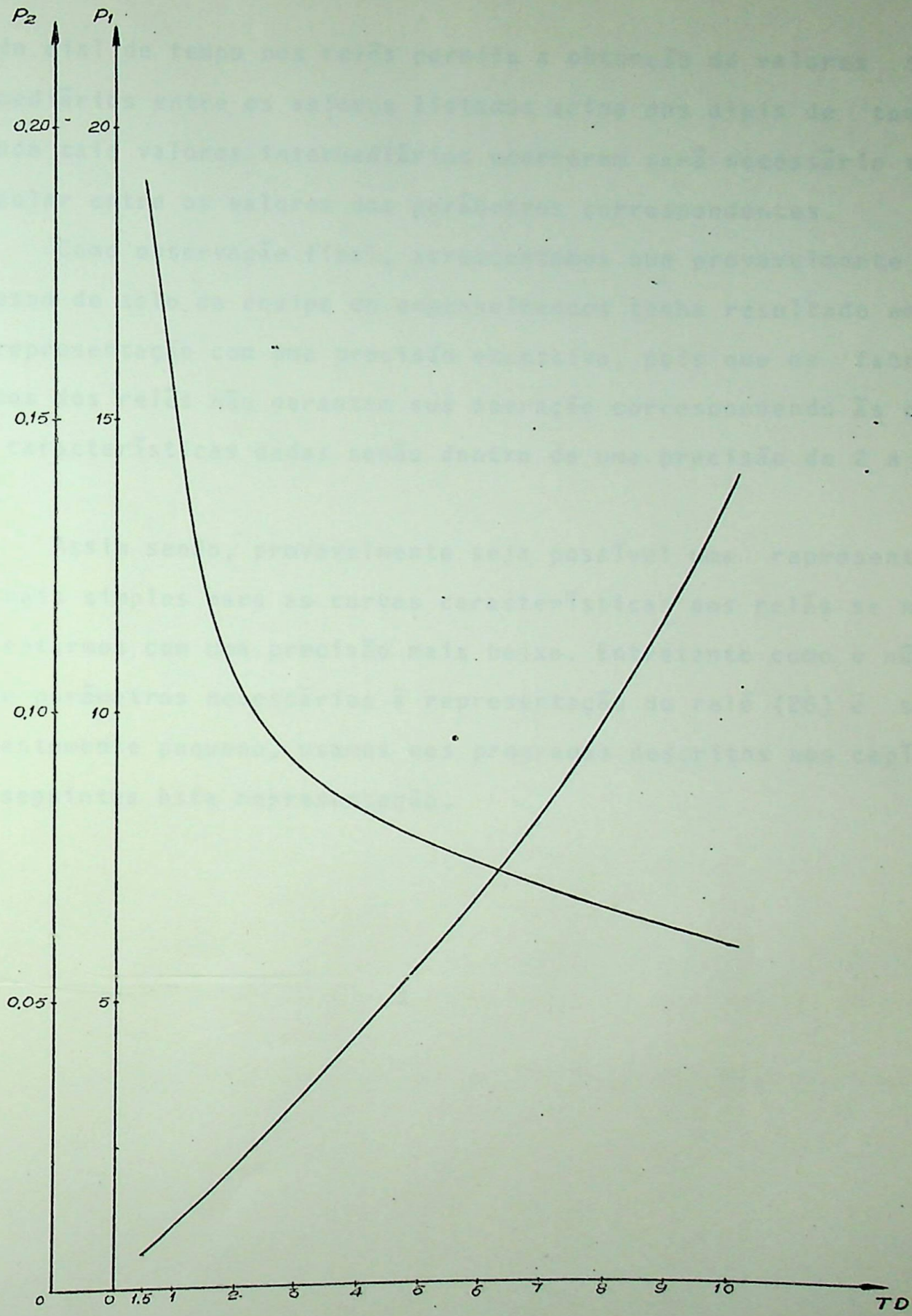


Fig. II-2

al do dial de tempo nos relês permite a obtenção de valores intermediários entre os valores listados acima dos diais de tempo quando tais valores intermediários ocorrerem será necessário interpolar entre os valores dos parâmetros correspondentes.

Como observação final, acrescentamos que provavelmente um excesso de zelo da equipe de engenheiros tenha resultado em uma representação com uma precisão excessiva, pois que os fabricantes dos relês não garantem sua operação correspondendo às curvas características dadas senão dentro de uma precisão de 2 a 7% [6].

Assim sendo, provavelmente seja possível uma representação mais simples para as curvas características dos relês se nos contentarmos com uma precisão mais baixa. Entretanto como o número de parâmetros necessários à representação do relê (26) é suficientemente pequeno, usamos nos programas descritos nos capítulos seguintes esta representação.

*Capítulo III*

DESCRIÇÃO DOS PROGRAMAS DE VERIFICAÇÃO  
DE AJUSTES EXISTENTES EM RELÉS DE SOBRECORRENTE  
QUANTO À SELETIVIDADE DA PROTEÇÃO

### CAPÍTULO III

#### DESCRIÇÃO DOS PROGRAMAS DE VERIFICAÇÃO DE AJUSTES EXISTENTES EM RELES DE SOBRECORRENTE QUANTO À SELETIVIDADE DA PROTEÇÃO

##### A. Programa PRO2

Devido à grande quantidade de detalhes a verificar na coordenação de uma proteção de sobrecorrente em um sistema industrial de grande porte, fizemos inicialmente um programa com uma estrutura extremamente simples que, permitindo alterações com grande facilidade e dando na saída mensagens que caracterizavam de maneira bastante completa as grandezas envolvidas, permitisse um entendimento bastante fácil entre nosso esforço de programação e a equipe de especialistas de proteção que tinha de efetivamente fixar todos os critérios para a execução do programa.

Para que este programa pudesse ser suficientemente pequeno apesar de todas estas facilidades, foi necessário um corte drástico em sua versatilidade resultando um programa destinado à verificação de praticamente um único tipo de problema cujo modelo é o exemplo de verificação gráfica de seletividade que cons-

ta do Apêndice 2. Tal programa denominado PR02 consta do programa principal PR02 e de dois subprogramas, a sub-rotina ANSI, que tem a finalidade de determinar os pontos ASA dos transformadores envolvidos, de acordo com a tabela que consta da página 127, e a função T que representa as características do relê IAC-51 utilizando as equações desenvolvidas no Capítulo II.

Estes programas, cujas listagens e cujos resultados típicos constam do Apêndice 1 foram bastante usados em discussões que envolveram, além de nós, vários elementos da equipe citada, tendo sido bastante alterados até chegarem à forma apresentada, que entretanto ainda contém algumas imperfeições. Como porém estes programas foram escritos somente para fixação de algoritmos para execução dos programas definitivos, foram deixados tais como estavam, logo que com o decorrer das discussões foi possível um entendimento entre a equipe de programação e os outros usando os programas mais avançados.

#### B. Programa SP1

A primeira tentativa de execução de um programa que permitisse uma real verificação de ajustes de relês em instalações existentes resultou no programa SP1, com seus subprogramas TRELE, SIT1, SIT2, SIT3, TE, T1 e usando ainda a sub-rotina ANSI desenvolvida juntamente com o programa PR02.

Para evitar a abertura de uma frente muito ampla de problemas simultaneamente, procuramos escrever um programa de estrutura bastante versátil, de modo que se pudesse numa primeira versão introduzir algumas opções e mais tarde incluir outras opções julgadas convenientes .

As restrições de ordem geral que o programa contém são as seguintes: Ele somente pode verificar sistemas radiais (ou partes radiais de sistemas) contendo até cinco barramentos, até três transformadores e até dez relês em série, valores estes considerados amplamente suficientes. O programa não inclui a parte de baixa-tensão do sistema.

#### B1 - Programa Principal SPI

O programa principal SPI forma um banco de mensagens através de uma declaração DATA, lê os dados, que incluem a topologia do sistema, os equipamentos envolvidos e suas respectivas características, imprime um cabeçalho incluindo todos os dados, executa uma série de cálculos preliminares obtendo a partir dos dados várias outras grandezas necessárias às verificações; em seguida chama sub-rotinas que executam as verificações propriamente ditas e finalmente imprime os resultados. Para uma melhor compreensão dos programas damos no Quadro III-1 o significado das variáveis mais importantes.

#### B2 - Sub-Rotina TRELE

A sub-rotina TRELE simplesmente inclui a sigla do relê para fins de listagens de saída.

#### B3 - Sub-Rotina ANSI

A sub-rotina ANSI já foi descrita na parte A deste capítulo.

## Quadro III-1

## NOME E SIGNIFICADO DAS PRINCIPAIS VARIÁVEIS

	1 - 6	7 - 8
LR	designação do relê	sigla do tipo do relê
M	designação do motor	
LT	designação do transformador	
LB	designação do barramento	
LF	designação do fusível	
LD	designação do disjuntor	
LC	designação do cabo	

IDG	contêm as mensagens de diagnóstico
MS	contêm as abreviações das caracterizações das variáveis
ITP	contêm os valores dos tapes dos relês
XLI	contêm os limites de ajustes do dial de tempo dos relês
LI	contêm os limites de ajuste do instantâneo dos relês

ID1	1 - 2	caracterização da variável
	3 - 8	designação do primeiro equipamento
	9 - 10	caracterização da variável
	11 - 16	designação do segundo equipamento
	17 - 19	diagnóstico
	Obs.	refere-se à tabela de intervalos de temporização

ID2	1 - 2	caracterização da variável
	3 - 8	designação do primeiro equipamento
	9 - 10	caracterização da variável
	11 - 16	designação do segundo equipamento
	17 - 19	diagnóstico
	Obs.	refere-se à tabela de situação das correntes de acionamento

ID3	1 - 2	caracterização da variável
	3 - 8	designação do primeiro equipamento
	9 - 10	caracterização da variável
	11 - 16	designação do segundo equipamento
	17 - 19	diagnóstico
	Obs.	refere-se à tabela de situação dos instantâneos

IR	1	tipo
	2	relação do transformador de corrente
	3	tape
	4	ajuste do instantâneo (A)
	5	situação
	6	a jusante
	7	a montante

T	1	potência (MVA)
	2	impedância (+)
	3	tensão no primário (kV)
	4	tensão no secundário (kV)
	5	sobrecarga admissível (p.u.)
	6	sobrecarga máxima no primário (p.u.)
	7	sobrecarga máxima no secundário (p.u.)
	8	corrente nominal referida à tensão de referência (A)
	9	corrente do ponto ASA (A)
	10	tempo do ponto ASA (s)
	11	corrente de magnetização (A)

R	1	ajuste do dial de tempo
	2	intervalo m̃nimo de temporizaçãõ (s)
	3	tensãõ (kV)
	4	corrente de acionamento (A)
	5	corrente de operaçãõ do instantãneo referida ã tensãõ de referênciã
	6	tempo de operaçãõ do relê na corrente de curto-circuito simêtrico do barramento
	7	tempo de operaçãõ do relê na corrente do instantãneo
	8	tempo de operaçãõ do relê como proteçãõ de retaguarda

XM	1	potênciã (HP)
	2	corrente nominal (A)
	3	corrente de partida (A)
	4	tempo de partida (s)
	5	corrente de partida (A)
	6	tensãõ (kV)

B	1	tensãõ (kV)
	2	corrente de curto-circuito (A)
	3	corrente de curto-circuito referida ã tensãõ de referênciã (A)
	4	corrente de curto-circuito assimêtrica referida ã tensãõ de referênciã (A)

#### B4 - Sub-Rotinas de Verificação

Para dar flexibilidade ao programa fez-se uma análise de todas as posições possíveis para relés dentro da topologia de partes radiais de sistemas industriais de grande porte. Esta análise mostrou que podem ocorrer relés nas seguintes posições:

- i) Entre uma referência inicial do estudo de seletividade e um barramento. Como referências iniciais ocorrem:
  - i) Motores de médio e grande porte
  - ii) Disjuntores de baixa-tensão com disparadores
  - iii) Fusíveis.

No caso de motores, em alguns casos de motores ou que sejam muito grandes ou de elevada responsabilidade, ou quando a seletividade se mostra muito crítica, são usadas como referências as curvas de partida (que pode ser oscilografada) e de sobrecarga (que deve ser fornecida pelo fabricante) do motor dadas por pontos. Em outros casos usa-se como referência simplesmente as correntes nominal e de partida e o tempo de partida do motor, que podem ser estimados. No caso de disjuntores de baixa tensão que já devem ter sido previamente ajustados (este programa não trata da parte de baixa-tensão do sistema) usa-se como referência sua curva característica, também dada por pontos. Finalmente, no caso de fusível, usa-se como referência a curva característica do fusível, também dada por pontos.

As verificações que devem ser feitas são as seguintes:

- 1a) Relé entre motor, dado pelas suas correntes nominal e de partida e tempo de partida, e um barramento:
  - Se a corrente de acionamento do relé é superior pelo menos em 20% à corrente nominal do motor.

- Na corrente de partida do motor se a característica do relê passa acima do tempo de partida do motor, respeitando um intervalo de temporização conveniente.
- Se a corrente para a qual está ajustado o instantâneo do relê é superior à corrente de partida assimétrica do motor.

1b) Relê entre motor, dado pelas suas curvas de partida e sobrecarga, e um barramento:

- Se a curva do relê não corta a curva de partida do motor em nenhum ponto.
- Se o ajuste do instantâneo resulta numa corrente maior em pelo menos 20% que a maior corrente que ocorre na curva de partida do motor.

1c) Relê entre disjuntor de baixa-tensão e um barramento:

- Se, na corrente de curto simétrica abaixo do disjuntor de baixa-tensão, a característica do relê passa acima da característica do disjuntor, respeitando uma temporização mínima.
- Se a unidade instantânea do relê está ajustada de maneira a operar em uma corrente superior em pelo menos 20% à corrente de curto-circuito assimétrica abaixo do disjuntor de baixa-tensão.

1d) Relê entre fusível e um barramento:

- Se na corrente de curto simétrica abaixo do fusível, a característica do relê passa acima da característica do disjuntor, respeitando uma temporização mínima.

2) Relé entre um barramento e o secundário de um transformador.

As verificações a fazer são as seguintes:

- Se a corrente de acionamento do relé é superior à sobrecarga admissível do secundário no transformador.
- Se a corrente de acionamento do relé é inferior à sobrecarga máxima do secundário de transformador.
- Se na corrente para a qual foi ajustado o instantâneo do relé anterior a característica do relé em verificação passa acima da do relé anterior respeitando uma temporização mínima.

3) Relé entre o primário do transformador e um barramento.

As verificações a fazer são as seguintes:

- Se a corrente de acionamento do relé é inferior à sobrecarga máxima do primário do transformador.
- Se na corrente de magnetização do transformador a característica do relé passa acima do tempo de magnetização do transformador.
- Se na corrente de curto simétrica do barramento abaixo do relé anterior a característica do relé em verificação passa acima da característica do relé anterior respeitando uma temporização mínima.
- Se na corrente correspondente ao ponto ASA do transformador a característica do relé passa abaixo do tempo ASA do transformador.
- Se o ajuste do instantâneo resulta numa corrente supe-

rior à corrente de curto assimétrica do barramento atrás do relé anterior.

4) Inclusão da verificação da sobrecarga de cabos.

Em qualquer das posições em que estejam os relés, se houver comprimentos significativos de cabos que também devam ser protegidos, a verificação de sua proteção será feita testando-se se a curva característica do relé está abaixo do tempo máximo de sobrecarga do cabo na corrente de curto-circuito simétrica que passa pelo cabo.

B4-a) Sub-Rotina SIT1

A sub-rotina SIT1 faz a verificação de relés situados na posição do item 1a. A sub-rotina recebe como argumento o número do relé e usando as várias variáveis em COMMON faz as verificações conforme listadas, escrevendo os resultados nos conjuntos D1, D2, D3, ID1, ID2, ID3, que serão posteriormente usados pelo programa principal para dar saída aos resultados.

Inicialmente, para permitir a depuração e o aperfeiçoamento do programa mais rapidamente, deixamos de escrever as sub-rotinas para relés colocados entre referência e barra nas outras três possibilidades.

B4-b) Sub-Rotina SIT2

A sub-rotina SIT2 verifica relés colocados entre um barramento e um secundário de um transformador executando os testes listados no item 2.

#### B4-c) Sub-Rotina SIT3

Verifica relês colocados entre um primário do transformador e um barramento, executando os testes estudados no item 3.

#### B4-d) Função TE

A fim de que as sub-rotinas listadas atrás possam fazer verificações para qualquer tipo de relê, a função TE foi incluída para chamar a função que represente a característica do relê em questão. Como por enquanto só foi feita uma função para representar o relê IAC-51, a função TE foi programada com previsão, ainda sem utilização, de até 5 funções representando relês.

#### B4-e) Função T1

É a mesma função TE do programa PR02 rebatizada de T1 e com algumas alterações mínimas.

#### B5.- Relatório de Saída do Programa SP1

Após impresso o cabeçalho com os dados, o programa SP1 imprime um relatório contendo os principais resultados comparativos calculados pelas sub-rotinas SIT1, SIT2 e SIT3 no decorrer das verificações. São impressas três tabelas:

##### Tabela de Intervalos de Temporização

- São dados os intervalos de tempo nos pontos importantes, conforme lista das verificações.

##### Tabela da Situação das Correntes de Acionamento dos Relês

- São dadas, em múltiplos das correntes de referência em

cada caso, as situações das correntes de acionamento dos diversos relês.

#### Tabela de Situação dos Instantâneos dos Relês

- São dadas também como múltiplos das correntes de referência em cada caso, as situações dos instantâneos dos relês.

#### B5-a) Abreviações Usadas

Em todas estas tabelas são usadas as abreviações seguintes:

T PAR DO	significa	tempo de partida do
T MAG DO	significa	tempo de magnetização do
T ASA DO	significa	tempo ASA do
* IN DO	significa	vezes a corrente nominal do
*IPAS DO	significa	vezes a corrente de partida assimétrica do
*ICAS DO	significa	vezes a corrente de curto assimétrica do

#### B5-b) Diagnóstico

Para todos os valores listados, ou seja, para cada linha de cada tabela, é impresso um diagnóstico que pode conter uma das três palavras:

CORRETO	significa que o valor encontrado é superior ao mínimo exigido
INCORRETO	significa que o valor encontrado é inferior ao mínimo exigido - é necessária providência corretiva

EXCESSIVO significa que o valor encontrado é muito superior ao mínimo exigido - pode ser conveniente providência aperfeiçoadora.

As listagens do programa principal SP1 e de seus subprogramas encontram-se no Apêndice 1, bem como resultados típicos de sua execução.

### C. Programa SP10

Durante o uso em discussões relacionadas com o programa SP1 foram verificadas ainda algumas imperfeições do programa com relação às verificações que realmente deveriam ser feitas e a possibilidade de algum aperfeiçoamento nas sub-rotinas SIT1, SIT2 e SIT3. Realmente estas sub-rotinas tinham muitas vezes repetido um trecho bastante semelhante destinado a preencher os conjuntos ID1, ID2 e ID3.

Com a previsão de escrita de ainda outras sub-rotinas, o número de repetições desta rotina seria realmente excessivo. Resolvemos então subprogramar mais ainda e transferimos a tarefa de preencher os conjuntos ID1, ID2 e ID3 para uma nova sub-rotina SM. Com isto as sub-rotinas SIT1, SIT2 e SIT3 sofreram grandes simplificações, transformando-se nas sub-rotinas SIT10, SIT20 e SIT30, de mesmas finalidades.

O relatório de saída do programa SP10 é exatamente igual ao do programa SP1.

Listagem do novo programa principal SP10 e seus subprogramas constam do Apêndice 1, bem como resultados típicos.

CAPÍTULO IV

Capítulo IV

DESCRIÇÃO DOS PROGRAMAS DE DETERMINAÇÃO DO AJUSTE DE RELÉS DE SOBRECORRENTE

Introdução

Após a obtenção de programas SP40 que já permitem a verificação de alguns sistemas, a descrição dos programas de determinação do ajuste de relés de sobrecorrente.

DESCRIÇÃO DOS PROGRAMAS DE DETERMINAÇÃO

DO AJUSTE DE RELÉS DE SOBRECORRENTE

Uma equipe de alunos, sob a orientação do professor, realizou a elaboração de um programa de ajuste de relés de sobrecorrente, aplicando-se os conceitos de proteção de sistemas de energia elétrica. Este trabalho é descrito no Capítulo II da curva de resposta de relés de sobrecorrente, com a inclusão de um programa de ajuste de relés de sobrecorrente, com a finalidade de determinar o ajuste de relés de sobrecorrente, com a finalidade de determinar o ajuste de relés de sobrecorrente, com a finalidade de determinar o ajuste de relés de sobrecorrente.

Este trabalho é realizado com o auxílio de um programa de ajuste de relés de sobrecorrente, com a finalidade de determinar o ajuste de relés de sobrecorrente, com a finalidade de determinar o ajuste de relés de sobrecorrente, com a finalidade de determinar o ajuste de relés de sobrecorrente.

## CAPÍTULO IV

### DESCRIÇÃO DOS PROGRAMAS DE DETERMINAÇÃO DO AJUSTE DE RELÉS DE SOBRECORRENTE

#### A. Preliminares

Após a obtenção do programa SP10 que já permite a verificação de alguns sistemas, dirigimos os esforços da equipe de programação em dois sentidos:

Uma equipe de alunos estagiários iniciou, sob nossa orientação, a expansão do banco de características de relés, aplicando sistemática semelhante à descrita no Capítulo II às curvas características de outros tipos de relés. Como sem a inclusão de uma variedade de tipos de relés no banco de dados através da escrita de outras funções, tais como T1, o programa SP10 tem pequena aplicação prática, decidimos passar à preparação do programa que determina o ajuste dos relés antes de incluir todas as situações de relés no SP10.

Assim, à medida que novas características forem sendo acrescentadas ao banco de dados, estas poderão ser testadas com o programa SP10 na sua forma atual, aproveitando sua relativa

simplicidade, para não complicar a verificação dos novos subprogramas. Quando o banco de dados estiver suficientemente completo, o programa poderá ser expandido com grande facilidade, simplesmente escrevendo-se mais três sub-rotinas semelhantes à SIT10.

## B. Programa SP2

Passando à análise de algoritmo que permitisse a fixação por computador digital de um ajuste conveniente dos relés de sobrecorrente, chegamos a dois algoritmos principais:

1. O primeiro deles, mais simples, consiste em se adotar para cada relé o mais baixo tape que satisfaça as restrições de localização da corrente de acionamento dos relés (conforme descrito no capítulo anterior). Com o tape assim definido pode-se facilmente fixar o valor de ajuste do dial de tempo usando-se simplesmente as restrições de intervalo de temporização (conforme também descrito no capítulo anterior).

Para cada relé, finalmente, pode-se então fixar o valor de ajuste do instantâneo, também simplesmente respeitando as restrições descritas.

Tal algoritmo apesar de muito simples é perfeitamente correto de ponto de vista técnico, pois com seu uso os relés todos operarão na região de tempos menores, e portanto com maior sensibilidade. A desvantagem que tem esse algoritmo é que ele não otimiza o tempo total de operação dos relés, podendo, em casos onde existam muitos relés em série, o tempo no último deles alcançar valores inaceitáveis para a geração.

2. O segundo algoritmo procura evitar a desvantagem do primeiro, buscando otimizar (minimizar) o tempo total de operação dos relês, procurando trazer cada ponto de coordenação para o valor mais baixo de tempo possível. Sua sistemática, que é mais complicada, consta do seguinte:

Dentro dos limites aceitáveis de valores de tapes (os que atendem às restrições impostas à corrente de acionamento) determina-se para cada valor de tape o valor do dial de tempo que atende às restrições relativas ao intervalo de temporização. Em seguida, determina-se para cada par de valores de tape e dial de tempo correspondentes, qual o tempo de operação do relê na corrente onde irá ser verificado o intervalo de temporização entre este relê e o imediato, escolhendo-se o par de valores que der menor valor de tempo.

O ajuste do instantâneo do relê é feito da mesma maneira que no algoritmo anterior.

Este segundo algoritmo de implantação ligeiramente mais complicada e de tempo de execução sensivelmente superior ao do algoritmo anterior (se bem que ainda muito baixo) dará uma solução com tempos totais de operação mais baixos, usando entretanto os relês em faixa de menor sensibilidade.

O programa SP2, que tem estrutura muito semelhante a do SP10, e usa variáveis de mesmos nomes com mesmos significados, pode usar para a determinação dos ajustes dos relês sub-rotinas que realizem qualquer dos algoritmos descritos acima.

Como as restrições para fixação do ajuste dos relês também variam com a situação destes na topologia do sistema, devem tam-

bem ser escritas várias sub-rotinas, uma para cada situação dos relês, tais como as sub-rotinas de verificação dos programas SP1 e SP10.

O programa SP2 realiza então o seguinte:

- Inicialmente lê os dados e imprime o cabeçalho com o mesmo, excetuando entretanto os relês, cujas características de ajuste ainda irão ser determinadas pelo programa.

- A seguir, determina os ajustes dos relês através das sub-rotinas de ajuste.

- Finalmente, imprime os resultados.

O relatório de saída difere do dos programas SP1 e SP10 pela ausência dos diagnósticos, que são agora desnecessários e pela inclusão dos tempos de atuação dos relês nos pontos de coordenação, para fins de comparação.

#### Sub-Rotinas de Determinação dos Ajustes

Foram implantadas primeiramente sub-rotinas que realizam o primeiro algoritmo descrito atrás. Sendo os tapes fixados na maioria dos relês por cavilhas, somente podem ser usados seus valores inteiros. O ajuste do dial de tempo é, em alguns relês, contínuo e é possível então ajustar valores intermediários. Como estes ajustes não são muito precisos, consideraremos variações de 0,25 em 0,25 somente. O ajuste dos valores do instantâneo também é contínuo, mas consideraremos somente variações de 5 em 5 amperes, pelas mesmas razões atrás.

Novamente foram implantadas primeiramente sub-rotinas para tratar relês nas mesmas situações que as sub-rotinas de verifica

ção dos programas SP1 e SP10, ficando para uma segunda etapa a implantação das demais sub-rotinas.

A sub-rotina AJS1 determina o ajuste de relês colocados entre transformador e motor; a sub-rotina AJS2 determina o ajuste de relês colocados entre barramento e secundário do transformador e a sub-rotina AJS3 determina o ajuste de relês colocados entre o primário do transformador e barramento. Em todas elas se a fixação de um valor for impossível, a sub-rotina imprime uma mensagem correspondente e encerra o processamento, pois neste caso há um claro erro de especificação que o usuário deve corrigir antes de dar novos dados ao programa. Estas três sub-rotinas usam também a sub-rotina SN para preencher os conjuntos ID1, ID2 e ID3. Foi incluída ainda mais uma sub-rotina, a sub-rotina LIMR, que constitui um banco de dados de relês, consistindo de valores de tapes, limites de ajuste do dial de tempo e limites de ajuste do instantâneo. Da mesma forma que a função TE e a sub-rotina TRELE, por enquanto sã contém dados referentes ao relê IAC-51.

O Apêndice 1 contém listagens do programa SP2 e seus sub-programas, incluindo também resultados típicos de uso do mesmo.



CAPÍTULO V

Capítulo V

CONCLUSÕES

CONCLUSÕES

Da uso dos programas de desenvolvimento e principalmente das discussões com a equipe do Departamento de Eletricidade ligada à proteção de sistemas elétricos, verificamos a importância da implantação de sistemas de programação para ajuste e verificação automática de relés de sobrecorrente em sistemas industriais de grande porte. Apesar da utilização ainda limitada de banco de características de relés, os programas já permitem ser usados para tratar muitos casos, inclusive de interesse prático.

Para completar tal sistema, torna-se necessário agora a realização do banco de dados de características que, conforme já foi visto atrás, está em andamento.

Finalmente, sobre o caráter deste trabalho, somente se espera contar com o sistema de programação completo no final de 1976, após testado e depurado automaticamente. Os programas serão aplicados para os casos descritos no presente trabalho. Posteriormente serão desenvolvidos mais programas para

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSÕES

Do uso dos programas já desenvolvidos e principalmente das discussões com a equipe do Departamento de Eletricidade ligada à proteção de sistemas elétricos, verificamos a plena viabilidade da implantação do sistema de programação para ajuste e verificação automáticos de relés de sobrecorrente em sistemas industriais de grande porte. Apesar da situação ainda incipiente do banco de características de relés, os programas já puderam ser usados para tratar muitos casos, inclusive de interesse prático.

Para completar tal sistema, falta principalmente agora a ampliação do banco de dados de características que, conforme já foi dito atrás, está em andamento.

Infelizmente, dado o caráter lento deste trabalho, somente se espera contar com o sistema de programação completo no final de 1974. Após testada e aprovada a sistemática aqui descrita, os programas serão ampliados para os outros casos descritos no preâmbulo. Posteriormente serão interligados tais programas com os

já existentes, desenvolvidos na Divisão de Computação e Simulação da Escola Federal de Engenharia de Itajubá, para cálculo de curto-circuito, determinação de fluxos de carga e verificação de estabilidade de sistemas elétricos para permitir estudos mais versáteis e mais completos.

APÊNDICES

## APÉNDICE 1

```

C      PROGRAMA PR02 - DESTINA-SE A TESTAR A LOGICA DE VERIFICACAO PR2 10
C      DE SELETIVIDADE EM SISTEMAS DE MEDIA TENSAD PR2 20
C      J ABEL LCS/EFEI PR2 30
C      PR2 40
C      PR2 50
C      PR2 60
C      REAL I, INM, IPM, ICSB(3), INST(5), NTCR(5), IDR(5), INTR(2), IPASH, PR2 70
C      1 IINST(5), IMAG(2), ICTR(2), ICASB(3) PR2 80
C      DIMENSION DT(5), VBAR(3), PTR(2), ZTR(2), VPTR(2), VSTR(2), XMSTR(2), PR2 90
C      1 XMPTR(2), TAP(5) PR2 100
C      COMMON TP(7) PR2 110
C      DATA TP/4.,5.,6.,8.,10.,12.,16./ PR2 120
C      PR2 130
C      LEITURA DOS DADOS PR2 140
C      PR2 150
C      1 READ(12,10)VR,PDE,POT,INM,IPM,TPM PR2 160
C      10 FORMAT(F5.0,4F10.0,F5.0) PR2 170
C      IF( VR .EQ. 0. ) STOP PR2 180
C      READ(12,20) (PTR(J),ZTR(J),VPTR(J),VSTR(J),XMSTR(J),XMPTR(J), PR2 190
C      1J = 1,2 ) PR2 200
C      20 FORMAT(6F5.0) PR2 210
C      READ(12,25) (VBAR(J),ICSB(J),J = 1,3) PR2 220
C      25 FORMAT(F5.0,F10.0) PR2 230
C      2 READ(12,26)(NTCR(J),TAP(J),DT(J),INST(J),J = 1,5) PR2 240
C      26 FORMAT(4F5.0) PR2 250
C      PR2 260
C      CALCULO DAS CORRENTES DE CURTO ASSIMETRICAS DAS BARRAS PR2 270
C      PR2 280
C      DN 30 J=1,3 PR2 290
C      C = 1.5 PR2 300
C      IF ( VBAR(J) .GT. 5. ) C = 1.6 PR2 310
C      30 ICASB(J) = C * ICSB(J) PR2 320
C      PR2 330
C      IMPRESSAO DOS DADOS PR2 340
C      PR2 350
C      WRITE(1,31) VR,PDE,POT,INM,IPM,TPM PR2 360
C      31 FORMAT(1H1,30X,'TESTE DE SELETIVIDADE DE SISTEMA DE MEDIA TENSAD' PR2 370
C      1'////10X,'DOS DADOS DO ESTUDO DO SISTEMA SAO OS SEGUINTE' PR2 380
C      2'TENSAD DE REFERENCIA',F10.2,' KV',20X,'POTENCIA DO DISJUNTOR DE PR2 390
C      3'ENTRADA',F10.0,' MVA'//50X,'DADOS DO MOTOR'/ 5X,'POTENCIA',F10.0, PR2 400
C      4' HP',5X,'CORRENTE NOMINAL',F8.1,' A',5X,'CORRENTE DE PARTIDA', PR2 410
C      5F8.1,' A',5X,'TEMPO DE PARTIDA',F4.1,' S'////) PR2 420
C      WRITE(1,35)(J,NTCR(J),TAP(J),DT(J),INST(J),J=1,5) PR2 430
C      35 FORMAT(50X,'DADOS DOS RELES'///25X,'NUM REL, TRANSF, TC TAPE PR2 440
C      1 DT AJUSTE INST'///5(26X,I1,6X,F6.0,9X,F3.0,4X,F5.2,5X,F5.0)///PR2 450
C      1/) PR2 460
C      WRITE(1,40)(J,PTR(J),ZTR(J),VPTR(J),VSTR(J),XMPTR(J),XMSTR(J),J=1, PR2 470
C      12) PR2 480
C      40 FORMAT(45X,'DADOS DOS TRANSFORMADORES'///5X,'NUM POTENCIA IMPEDPR2 490
C      1ANCIA TENSAD PRIM TENSAD SEC SOBREC, PRIM SOBREC, SEC'/ PR2 500
C      112X,'MVA', 7X,'PORCENTO', 9X,'KV', 12X,'KV'// 2(6X, I1, 3X, PR2 510
C      2 F8.2, 7X, F3.1, 10X, F5.1, 10X, F5.1, 10X, F3.1, 10X, F3.1)////)PR2 520
C      WRITE(1,45)(J,VBAR(J),ICSB(J),ICASB(J),J=1,3) PR2 530
C      45 FORMAT( 45X,'DADOS DOS BARRAMENTOS' /// 20X,'NUM TENSAD COR,PR2 540
C      1 CURTO SIM, COR. CURTO ASSIM.'/ 28X,'KV', 12X,'A', 15X,'A', PR2 550
C      2// 3(21X, I1, 4X, F5.1, 7X, F8.0, 10X, F8.0)////) PR2 560
C      PR2 570
C      TESTE DOS DADOS PR2 580
C      PR2 590
C      IF ( IPM .LT. INM ) WRITE(1,46) PR2 600

```

## SEITE 2

```

46 FORMAT(10X, 'ERRO NOS DADOS - IPM MENOR QUE INM'//) PR2 610
   DO 48 J = 1, 5 PR2 620
   IF ( TAP(J) .LT. 4. .OR. TAP(J) .GT. 16. .OR. DT(J) .LT. .5 .OR.
1 DT(J) .GT. 10. .OR. INST(J) .LT. 30. .AND. INST(J) .NE. 0. .OR.
2 INST(J) .GT. 80. ) WRITE(1,47) J PR2 630
47 FORMAT(10X, 'ERRO NOS DADOS - AJUSTE DO RELE', I3, 2X, 'FORA DE FAPR2 640
   LIXA'//) PR2 650
48 CONTINUE PR2 660
   WRITE(1,49) PR2 670
49 FORMAT(1H1,40X, 'TESTE DO RELE 1'//) PR2 680
C
   CALCULOS REFERENTES AO RELE 1 PR2 700
   IOR(1) = NTCR(1) * TAP(1) * VBAR(1) / VR PR2 710
   IF(IOR(1).LT.INM) WRITE(1,50) PR2 720
50 FORMAT(10X, 'ERRO - A CURVA DO RELE CORTA A CORRENTE DE PARTIDA DO PR2 730
1 MOTOR' //) PR2 740
   INTR(1)=PTR(1)/(1.+VBAR(1)) * 1000. PR2 750
   IF(IOR(1).LT.1.33*INTR(1)) WRITE(1,55) PR2 760
55 FORMAT(10X, 'ERRO - O RELE NAO PERMITE A SOBRECARGA NORMAL DO TRAF PR2 770
10'//) PR2 780
   IF(IOR(1).GT.1.6*INTR(1))WRITE(1,60) PR2 790
60 FORMAT(20X, 'EXCESSO - O RELE PERMITE UMA SOBRECARGA MAIOR QUE 1.6 PR2 800
1 NO TRAFD'//) PR2 810
   IF(IOR(1).GT.2.5*INTR(1))WRITE(1,65) PR2 820
65 FORMAT(10X, 'ERRO - O RELE PERMITE UMA SOBRECARGA MAIOR QUE 2.5 NO PR2 830
1 TRAFD'//) PR2 840
   TR1M=T(IPM,DT(1),IOR(1)) PR2 850
   DIF1M=TR1M-TPM PR2 860
   IF(DIF1M.LT.0.27)WRITE(1,70) PR2 870
70 FORMAT(10X, ' ERRO - INTERVALO DE SELETIVIDADE MUITO PEQUENO'//) PR2 880
   IF(DIF1M.GT.0.4)WRITE(1,75) PR2 890
75 FORMAT(20X, ' EXCESSO - INTERVALO DE SELETIVIDADE MUITO GRANDE'//) PR2 900
   IPASM=1.5*IPM*VBAR(1)/VR PR2 910
   IINST(1) = INST(1) * NTCR(1) * VBAR(1) / VR PR2 920
   IF ( IINST(1) .LT. IPASM ) WRITE(1,80) PR2 930
80 FORMAT(10X, 'ERRO - INSTANTANEO DO RELE AJUSTADO MUITO BAIXO'//) PR2 940
   IF ( IINST(1) .GT. 1.2 * IPASM ) WRITE (1,85) PR2 950
85 FORMAT (20X, 'EXCESSO - INSTANTANEO DO RELE AJUSTADO MUITO ALTO'//) PR2 960
   TR1I = T(IINST(1),DT(1),IOR(1)) PR2 970
   WRITE(1,90) IOR(1),TR1M,DIF1M,TR1I,IPASM,IINST(1),INTR(1) PR2 980
90 FORMAT(//20X, 'FIM DO TESTE DO RELE 1. OS VALORES CALCULADOS FORAM PR2 990
1'//10X, 'CORRENTE NA ORIGEM DA CURVA DO RELE', F10.2, 'A', /10X, PR2 1000
2 'TEMPO DE OPERACAO DO RELE NA CORRENTE DE PARTIDA DO MOTOR', F7.4 PR2 1010
3, 'S', / 10X, 'INTERVALO DE SELETIVIDADE ENTRE O RELE 1 E A PARTIDA PR2 1020
4 DO MOTOR', F7.4, 'S' / 10X, 'TEMPO DE OPERACAO DO RELE NA CORRENTE PR2 1030
5 DO INSTANTANEO', F7.4, 'S' / 10X, 'CORRENTE DE PARTIDA ASSIMETRIC PR2 1040
6 A DO MOTOR', F10.2, 'A' / 10X, 'CORRENTE DE OPERACAO DO INSTANTANEO PR2 1050
7 DO RELE', F10.2, 'A' / 10X, 'CORRENTE NOMINAL DO SECUNDARIO DO TPR2 1060
8RAFD 1', F10.2, 'A' /// 40X, 'TESTE DO RELE 2'//) PR2 1070
C
   CALCULOS REFERENTES AO RELE 2 PR2 1080
   IOR (2) = NTCR(2) * TAP(2) * VBAR(1) / VR PR2 1090
   TR21 = T (IINST(1) , DT(2) , IOR(2)) PR2 1100
   DIF 21 = TR21 - TR1I PR2 1110
   IF ( DIF21 .LT. .4 ) WRITE(1,70) PR2 1120
   IF ( DIF21 .GT. .5 ) WRITE(1,75) PR2 1130
   IF ( IOR (2). GT.XMSTR(1) * INTR (1)) WRITE (1,105) XMSTR(1) PR2 1140
105 FORMAT(10X, 'ERRO - O RELE PERMITE UMA SOBRECARGA MAIOR QUE', F5.2 PR2 1150
1, 'NO TRAFD' //) PR2 1160

```

```

IMAG(1) = 8. * INTR(1) * VBAR (1) / VR          PR2 1220
TR2IM = T(IMAG(1), DT(2), IOR(2))              PR2 1230
IF (TR2IM.LT.0.1) WRITE (1,110)                PR2 1240
110 FORMAT(10X, 'ERRO - O RELE NAO PERMITE A PASSAGEM DA CORRENTE DE PR2 1250
IMAGNETIZACAO DO TRAFQ 1')                     PR2 1260
TR2I = T(ICS(1), DT(2), IOR(2))                PR2 1270
WRITE (1,115) IOR (2), TR2I , DIF2I, IMAG (1) , TR2IM,TR2I PR2 1280
115 FORMAT(//20X, 'FIM DO TESTE DO RELE 2. OS VALORES CALCULADOS FORAM: PR2 1290
1 //PR2 1300
110X, 'CORRENTE NA ORIGEM DA CURVA DO RELE', F10.2, 'A' / 10X, 'TEMPO DE PR2 1310
OPERACAO DO RELE 2 NA CORRENTE DO INSTANTANEO DO RELE 1', F7.4, 'S' / PR2 1320
110X, 'INTERVALO DE SELETIVIDADE ENTRE OS RELES 2 E 1', F7.4, 'S' / 10X, PR2 1330
1 'CORRENTE DE MAGNETIZACAO DO TRAFQ 1', F10.2, 'A' / 10X, 'TEMPO DE OPERPR2 1340
ACAO DO RELE 2 NA CORRENTE DE MAGNETIZACAO DO TRAFQ 1 ', F7.4, 'S' / 1 PR2 1350
10X, 'TEMPO DE OPERACAO DO RELE 2 NA CORRENTE DE CURTO SIMETRICO DA PR2 1360
1 BARRA 1', F7.4, 'S' / //40X, 'TESTE DO RELE 3' / //) PR2 1370
PR2 1380
C          CALCULOS REFERENTES AO RELE 3.          PR2 1390
PR2 1400
IOR (3) = NTCR (3) * TAP (3) * VBAR (2) / VR   PR2 1410
TR32 = T(ICS(1) , DT(3) , IOR (3))             PR2 1420
DIF32 = TR32 - TR2I                             PR2 1430
IF (DIF32 .LT.0.4) WRITE(1,70)                  PR2 1440
IF (DIF32.GT.0.5) WRITE (1,75)                  PR2 1450
IF( IOR(3) .GT. XMPTR(1) * INTR(1) ) WRITE(1,105) XMPTR(1) PR2 1460
CALL ANSI(ZTR(1), PMULT, TASA)                   PR2 1470
ICTR(1) = PMULT * INTR(1)                       PR2 1480
TR3A = T(ICTR(1), DT(3), IOR(3))                PR2 1490
IF ( TR3A .GT. TASA ) WRITE(1, 135)             PR2 1500
135 FORMAT(10X, 'ERRO - CURVA DO RELE ACIMA DO PONTO ASA DO TRAFQ' //) PR2 1510
IINST(3) = INST(3) * NTCR(3) * VBAR(2) / VR    PR2 1520
TR3I = T(IINST(3), DT(3), IOR(3))              PR2 1530
IF ( IINST(3) .LT. ICASB(1) ) WRITE(1,136)     PR2 1540
136 FORMAT (10X, 'ERRO - O AJUSTE DO INSTANTANEO E INFERIOR AO CURTO APR2 1550
1SSIMETRICO DA BARRA' //)                       PR2 1560
IF( IINST(3) .GT. 1.2 * ICASB(1) ) WRITE(1,137) PR2 1570
137 FORMAT (20X, 'EXCESSO - O AJUSTE DO INSTANTANEO E MUITO SUPERIOR APR2 1580
10 CURTO ASSIMETRICO DA BARRA' //)             PR2 1590
WRITE(1,140) IOR(3), TR32, DIF32, ICTR(1), TASA, TR3A, IINST(3), PR2 1600
1 TR3I                                          PR2 1610
140 FORMAT(//20X, 'FIM DO TESTE DO RELE 3. OS VALORES CALCULADOS FORAMPR2 1620
1' // 10X, 'CORRENTE NA ORIGEM DA CURVA DO RELE', F10.2, 'A' / 10X, PR2 1630
2 'TEMPO DE OPERACAO DO RELE 3 NA CORRENTE DE CURTO DA BARRA 1 ( INPR2 1640
3STANTANEO BLOQUEADO )', F7.4, 'S' / 10X, 'INTERVALO DE SELETIVIDAPR2 1650
4DE ENTRE OS RELES 3 E 2', F7.4, 'S' / 10X, 'CORRENTE DE CURTO DO TPR2 1660
5RAFD 1', F10.2, 'A' / 10X, 'TEMPO NO PONTO ASA DO TRAFQ 1', F7.4, PR2 1670
6'S' / 10X, 'TEMPO DE OPERACAO DO RELE 3 NA CORRENTE DE CURTO DO TRPR2 1680
7AFD 1', F7.4, 'S' / 10X, 'CORRENTE DE OPERACAO DO INSTANTANEO DO RPR2 1690
8ELE', F10.2, 'A' / 10X, 'TEMPO DE OPERACAO DO RELE 3 NA CORRENTE DPR2 1700
90 INSTANTANEO', F7.4, 'S' / //40X, 'TESTE DO RELE 4' //) PR2 1710
PR2 1720
C          CALCULOS REFERENTES AO RELE 4          PR2 1730
PR2 1740
IOR(4) = NTCR(4) * TAP(4) * VBAR(2) / VR       PR2 1750
INTR(2) = PTR(2) / (1.73 * VBAR(2)) * 1000.     PR2 1760
IF( IOR(4) .LT. 1.33 * INTR(2) * VBAR(2) / VR ) WRITE(1,55) PR2 1770
IF( IOR(4) .GT. 1.60 * INTR(2) * VBAR(2) / VR ) WRITE(1,60) PR2 1780
IF( IOR(4) .GT. 2.50 * INTR(2) * VBAR(2) / VR ) WRITE(1,65) PR2 1790
TR43 = T(IINST(3), DT(4), IOR(4))              PR2 1800
DIF43 = TR43 - TR3I                             PR2 1810
IF( DIF43 .LT. .4 ) WRITE(1,70)                PR2 1820

```

```

IF ( DIF43 .GT. .5 ) WRITE(1,75) PR2 1830
IF(IOR(4).GT. XMSTR(2)*INTR(2)*VBAR(2)/VR)WRITE(1,105)XMSTR(2) PR2 1840
IMAG(2)=8.*INTR(2)*VBAR(2)/VR PR2 1850
TR4IM=T(IMAG(2),DT(4),IOR(4)) PR2 1860
IF(TR4IM.LT.0.1)WRITE(1,110) PR2 1870
TR4I=T(ICSB(2),DT(4),IOR(4)) PR2 1880
WRITE(1,145)IOR(4),TR43,DIF43,IMAG(2),TR4IM,TR4I,INTR(2) PR2 1890
145 FORMAT(/20X,'FIM DO TESTE DO RELE 4. OS VALORES CALCULADOS FORAM'PR2 1900
1//10X,'CORRENTE NA ORIGEM DA CURVA DO RELE',F10.2,'A'/10X,'TEMPO DE OPERACAO DO RELE 4 NA CORRENTE DO INSTANTANEO DO RELE 3',F7.4,'S'/10X,'INTERVALO DE SELETIVIDADE ENTRE OS RELES 4 E 3',F7.4,'S'/10X,'CORRENTE DE MAGNETIZACAO DO TRAF0 2',F10.2,'A'/10X,'TEMPO DE OPERACAO DO RELE 14 NA CORRENTE DE MAGNETIZACAO DO TRAF0 2',F7.4,'S'/10X,'TEMPO DE OPERACAO DO RELE 4 NA CORRENTE DE CURTO SIMETRICO DA BARRA 2',F7.4,'S'/10X,'CORRENTE NOMINAL DO SECUNDARIO DO TRAF0 2',F10.2,'A'///40X,'TESTE DO RELE 5'//) PR2 1910
PR2 1920
PR2 1930
PR2 1940
PR2 1950
PR2 1960
PR2 1970
PR2 1980
PR2 1990
PR2 2000
PR2 2010
PR2 2020
PR2 2030
PR2 2040
PR2 2050
PR2 2060
PR2 2070
PR2 2080
PR2 2090
PR2 2100
PR2 2110
PR2 2120
PR2 2130
PR2 2140
PR2 2150
PR2 2160
PR2 2170
PR2 2180
PR2 2190
PR2 2200
PR2 2210
PR2 2220
PR2 2230
PR2 2240
PR2 2250
PR2 2260
PR2 2270
PR2 2280
PR2 2290
PR2 2300

```

C

CALCULOS REFERENTES AO RELE 5

```

IOR(5)=NTPCR(5)*TAP(5)*VBAR(3)/VR
TR54=T(ICSB(2),DT(5),IOR(5))
DIF54=TR54-TR4I
IF(DIF54.LT.0.4)WRITE(1,70)
IF(DIF54.GT.0.5)WRITE(1,75)
IF(IOR(5).GT.XMPTR(2)*INTR(2)*VBAR(2)/VR)WRITE(1,105)XMPTR(2)
CALL ANSI(ZTR(2),PMULT,TASA)
ICTR(2)=PMULT*INTR(2)*VBAR(2)/VR
TR5A=T(ICTR(2),DT(5),IOR(5))
IF(TR5A.GT.TASA)WRITE(1,135)
IINST(5)=INST(5)*NTPCR(5)*VBAR(3)/VR
IF(IINST(5).LT.ICASB(2))WRITE(1,136)
IF(IINST(5).GT.1.2*ICASB(2))WRITE(1,137)
WRITE(1,150)IOR(5),TR54,DIF54,ICTR(2),TASA,TR5A,IINST(5)
150 FORMAT(/20X,'FIM DO TESTE DO RELE 5. OS VALORES CALCULADOS FORAM'
1//10X,'CORRENTE NA ORIGEM DA CURVA DO RELE',F10.2,'A'/10X,'TEMPO DE OPERACAO DO RELE 5 NA CORRENTE DE CURTO DA BARRA 2(INST.BLOQUEADO)',F7.4,'S'/10X,'INTERVALO DE SELETIVIDADE ENTRE OS RELES 5 E 4',F7.4,'S'/10X,'CORRENTE DE CURTO DO TRAF0 2',F10.2,'A'/10X,'TEMPO DE OPERACAO DO RELE 5 NA CORRENTE DE CURTO TRAF0 2',F7.4,'S'/10X,'CORRENTE DE OPERACAO DO INSTANTANEO DO RELE',F10.2,'A')

```

151 READ(12,151)ICHAV

151 FORMAT(I1)

GO TO (1,2),ICHAV

END

	FUNCTION T(I,DT,IOR)	T	10
		T	20
		T	30
		T	40
C	FUNCAO QUE REPRESENTA A CARACTERISTICA DO RELE IAC 51	T	50
C	J AREL LCS EFEI	T	60
		T	70
	REAL I,IOR	T	80
	DIMENSION DTFPC(11,3)	T	90
	COMMON TP(7)	T	100
	EXPR(K) = DTFPC(J-1,K) + (DTFPC(J,K) - DTFPC(J-1,K))* XM	T	110
	DATA DTFPC/.5,1.,2.,3.,4.,5.,6.,7.,8.,9.,10.,.567,1.,2.135,3.13,	T	120
	14.35,5.65,6.94,8.4,9.96,11.85,13.6,.19,.154,.102,.09,.082,.078,	T	130
	2.073,.07,.065,.061,.06/	T	140
		T	150
C	ESCALAMENTO DA CORRENTE	T	160
	I=I/IOR	T	170
		T	180
C	DETERMINACAO DOS PARAMETROS	T	190
	DO 10 J=2,11	T	200
	IF (DT .LT. DTFPC(J,1))GO TO 20	T	210
	10 CONTINUE	T	220
	20 IF ( DT .EQ. DTFPC(J-1,1))GO TO 50	T	230
		T	240
		T	250
C	INTERPOLACAO NECESSARIA	T	260
		T	270
	XM = (DT - DTFPC(J-1,1)) / (DTFPC(J,1) - DTFPC(J-1,1))	T	280
	PR1 = EXPR(2)	T	290
	PR2 = EXPR(3)	T	300
	GO TO 100	T	310
		T	320
		T	330
C	SEM INTERPOLACAO	T	340
		T	350
	50 PR1= DTFPC(J-1,2)	T	360
	PR2= DTFPC(J-1,3)	T	370
		T	380
		T	390
C	CALCULO DE T	T	400
		T	410
100	T = PR1 * (PR2 + ((2.645 * (I - 1.13)) ** (-0.616)))	T	420
	I = I * IOR	T	430
	RETURN	T	440
	END	T	440

SUBROUTINE ANSI (ZTR,PMULT,TASA)

C SUBROTINA PARA FIXAR OS PONTOS ASA DOS TRAFOS  
 C J ABEL LCS EFEI

```

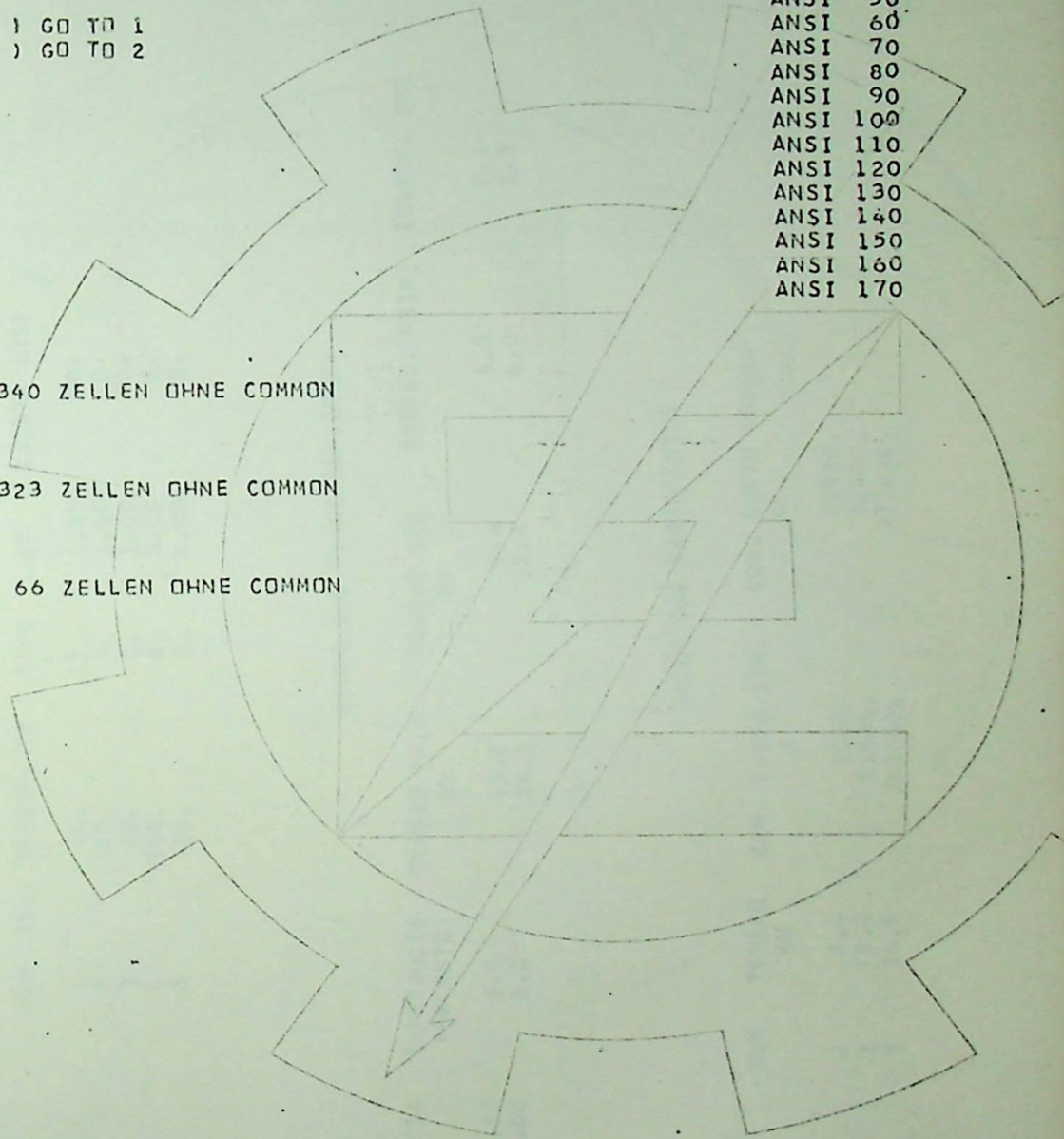
IF ( ZTR .LT. 4. ) GO TO 1
IF ( ZTR .GT. 7. ) GO TO 2
PMULT=100./ZTR
TASA = ZTR-2.
RETURN
1 PMULT=25.
TASA=2.
RETURN
2 PMULT=14.3
TASA=5.
RETURN
END
    
```

- ANSI 10
- ANSI 20
- ANSI 30
- ANSI 40
- ANSI 50
- ANSI 60
- ANSI 70
- ANSI 80
- ANSI 90
- ANSI 100
- ANSI 110
- ANSI 120
- ANSI 130
- ANSI 140
- ANSI 150
- ANSI 160
- ANSI 170

HP FEHLERFREI  
 KERNSPEICHERBEDARF: 4340 ZELLEN OHNE COMMON

UP T FEHLERFREI  
 KERNSPEICHERBEDARF: 323 ZELLEN OHNE COMMON

UP ANSI FEHLERFREI  
 KERNSPEICHERBEDARF: 66 ZELLEN OHNE COMMON



TESTE DE SELETIVIDADE DE SISTEMA DE MEDIA TENSAD

OS DADOS DO ESTUDO DO SISTEMA SAO OS SEGUINTE S

TENSAD DE REFERENCIA 2.40 KV POTENCIA DO DISJUNTOR DE ENTRADA 1500. MVA

POTENCIA 1000. HP CORRENTE NOMINAL 240.0 A DADOS DO MOTOR CORRENTE DE PARTIDA 1440.0 A TEMPO DE PARTIDA 1.0 S

DADOS DOS RELES

NUM	REL.	TRANSF.	TC	TAPE	DT	AJUSTE	INST
1	80.			12.	1.25	30.	
2	160.			8.	2.00	0.	
3	40.			8.	3.00	70.	
4	160.			6.	3.00	0.	
5	80.			6.	4.00	80.	

DADOS DOS TRANSFORMADORES

NUM	POTENCIA	IMPEDANCIA	TENSAD PRIM	TENSAD SEC	SOBREC. PRIM	SOBREC. SEC
	MVA	PORCENTO	KV	KV		
1	2.50	5.5	13.8	2.4	6.0	2.5
2	15.00	6.0	34.5	13.8	6.0	2.5

DADOS DOS BARRAMENTOS

NUM	TENSAD	COR. CURTO SIM.	COR. CURTO ASSIM.
	KV	A	A
1	2.4	9020.	13530.
2	13.8	51500.	32400.
3	34.5	361000.	577600.

## TESTE DO RELE 1

EXCESSO - INTERVALO DE SELETIVIDADE MUITO GRANDE

FIM DO TESTE DO RELE 1. OS VALORES CALCULADOS FORAM

CORRENTE NA ORIGEM DA CURVA DO RELE 960.00A  
 TEMPO DE OPERACAO DO RELE NA CORRENTE DE PARTIDA DO MOTOR 1.4819S  
 INTERVALO DE SELETIVIDADE ENTRE O RELE 1 E A PARTIDA DO MOTOR 0.4619S  
 TEMPO DE OPERACAO DO RELE NA CORRENTE DO INSTANTANEO 0.7618S  
 CORRENTE DE PARTIDA ASSIMETRICA DO MOTOR 2160.00A  
 CORRENTE DE OPERACAO DO INSTANTANEO DO RELE 2400.00A  
 CORRENTE NOMINAL DO SECUNDARIO DO TRAF0 1 602.12A

## TESTE DO RELE 2

EXCESSO - INTERVALO DE SELETIVIDADE MUITO GRANDE

FIM DO TESTE DO RELE 2. OS VALORES CALCULADOS FORAM

CORRENTE NA ORIGEM DA CURVA DO RELE 1280.00A  
 TEMPO DE OPERACAO DO RELE 2 NA CORRENTE DO INSTANTANEO DO RELE 1 1.6236S  
 INTERVALO DE SELETIVIDADE ENTRE OS RELES 2 E 1 0.8618S  
 CORRENTE DE MAGNETIZACAO DO TRAF0 1 4816.96A  
 TEMPO DE OPERACAO DO RELE 2 NA CORRENTE DE MAGNETIZACAO DO TRAF0 1 0.8637S  
 TEMPO DE OPERACAO DO RELE 2 NA CORRENTE DE CURTO SIMETRICO DA BARRA 1 0.6100S

## TESTE DO RELE 3

FIM DO TESTE DO RELE 3. OS VALORES CALCULADOS FORAM

CORRENTE NA ORIGEM DA CURVA DO RELE 1840.00A  
 TEMPO DE OPERACAO DO RELE 3 NA CORRENTE DE CURTO DA BARRA 1 ( INSTANTANEO BLOQUEADO ) 1.0405S  
 INTERVALO DE SELETIVIDADE ENTRE OS RELES 3 E 2 0.4305S  
 CORRENTE DE CURTO DO TRAF0 1 10947.63A  
 TEMPO NO PONTO ASA DO TRAF0 1 3.5000S  
 TEMPO DE OPERACAO DO RELE 3 NA CORRENTE DE CURTO DO TRAF0 1 0.9342S  
 CORRENTE DE OPERACAO DO INSTANTANEO DO RELE 16100.00A  
 TEMPO DE OPERACAO DO RELE 3 NA CORRENTE DO INSTANTANEO 0.7738S

TESTE DO RELE 4

EXCESSO - INTERVALO DE SELETIVIDADE MUITO GRANDE

FIM DO TESTE DO RELE 4. OS VALORES CALCULADOS FORAM

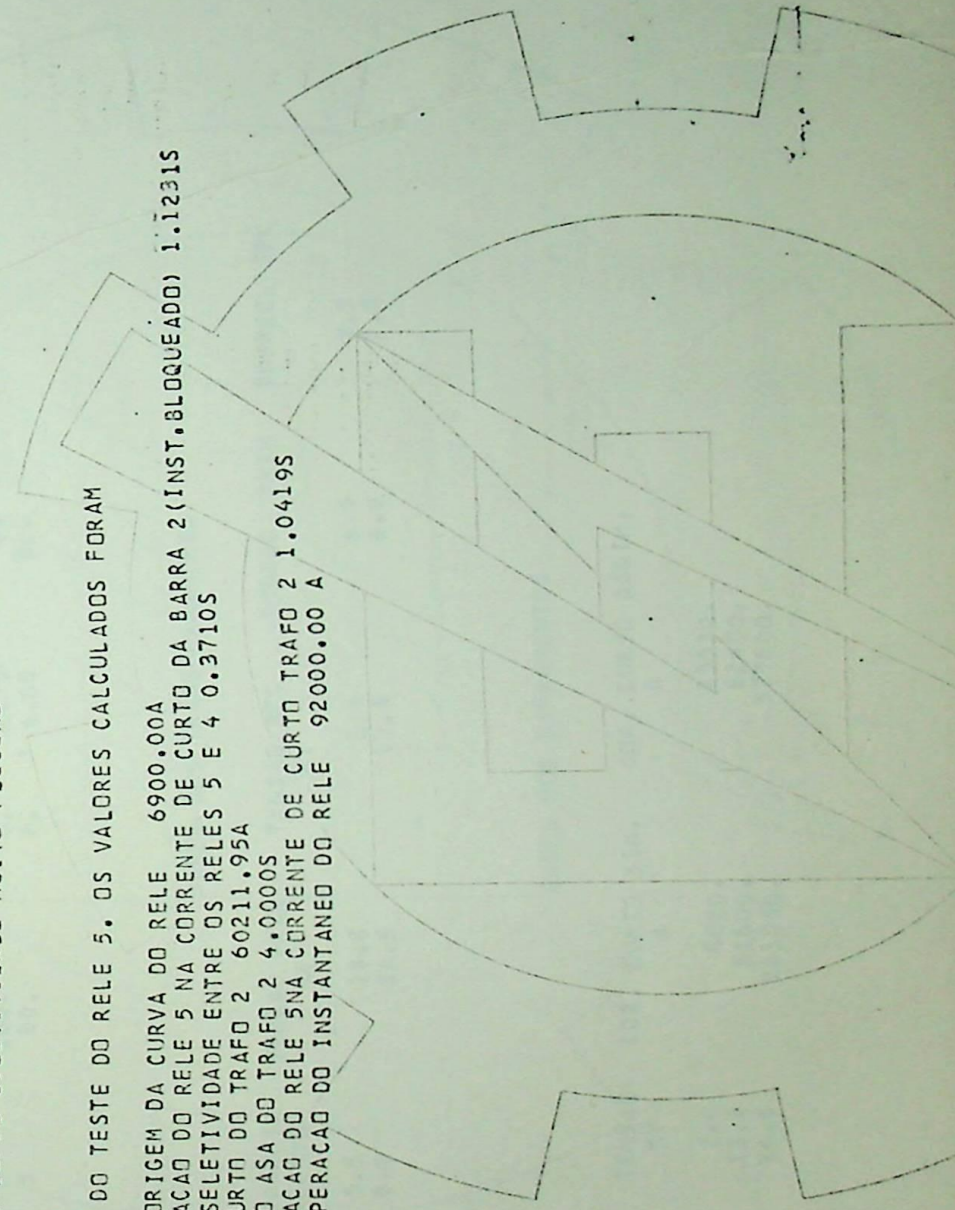
CORRENTE NA ORIGEM DA CURVA DO RELE 5520.00A  
 TEMPO DE OPERACAO DORELE 4 NA CORRENTE DO INSTANTANEO DO RELE 3 1.4842S  
 INTERVALO DE SELETIVIDADE ENTRE OS RELES 4 E 3 0.7104S  
 CORRENTE DEMAGNETIZACAO DO TRAFQ 2 28901.73A  
 TEMPO DE OPERACAO DO RELE 4 NA CORRENTE DE MAGNETIZACAO DO TRAFQ 2 1.0019S  
 TEMPO DE OPERACAO DO RELE 4 NA CORRENTE DE CURTO SIMETRICO DA BARRA 2 0.7521S  
 CORRENTE NOMINAL DO SECUNDARIO DO TRAFQ 2 628.30A

TESTE DO RELE 5

ERRO - INTERVALO DE SELETIVIDADE MUITO PEQUENO

FIM DO TESTE DO RELE 5. OS VALORES CALCULADOS FORAM

CORRENTE NA ORIGEM DA CURVA DO RELE 6900.00A  
 TEMPO DE OPERACAO DO RELE 5 NA CORRENTE DE CURTO DA BARRA 2 (INST. BLOQUEADO) 1.1231S  
 INTERVALO DE SELETIVIDADE ENTRE OS RELES 5 E 4 0.3710S  
 CORRENTE DE CURTO DO TRAFQ 2 60211.95A  
 TEMPO NO PONTO ASA DO TRAFQ 2 4.0000S  
 TEMPO DE OPERACAO DO RELE 5 NA CORRENTE DE CURTO TRAFQ 2 1.0419S  
 CORRENTE DE OPERACAO DO INSTANTANEO DO RELE 92000.00 A



TESTE DE SELETIVIDADE DE SISTEMA DE MEDIA TENSAD

OS DADOS DO ESTUDO DO SISTEMA SAO OS SEGUINTE S

TENSAD DE REFERENCIA 2.40 KV POTENCIA DO DISJUNTOR DE ENTRADA 1500. MVA

POTENCIA 1000. HP CORRENTE NOMINAL 240.0 A DADOS DO MOTOR CORRENTE DE PARTIDA 1440.0 A TEMPO DE PARTIDA 1.0 S

DADOS DOS RELES

NUM	REL.	TRANSF.	TC	TAPE	DT	AJUSTE	INST
1	80.			12.	1.25	30.	
2	160.			8.	1.75	0.	
3	40.			8.	2.75	70.	
4	160.			6.	2.75	0.	
5	80.			6.	4.00	80.	

DADOS DOS TRANSFORMADORES

NUM	POTENCIA	IMPEDANCIA	TENSAD PRIM	TENSAD SEC	SOBREC. PRIM	SOBREC. SEC
	MVA	PORCENTO	KV	KV		
1	2.50	5.5	13.8	2.4	6.0	2.5
2	15.00	6.0	34.5	13.8	6.0	2.5

DADOS DOS BARRAMENTOS

NUM	TENSAD	COR. CURTO SIM.	COR. CURTO ASSIM.
	KV	A	A
1	2.4	9020.	13530.
2	13.8	51500.	82400.
3	34.5	361000.	577600.

## TESTE DO RELE 1

EXCESSO - INTERVALO DE SELETIVIDADE MUITO GRANDE

FIM DO TESTE DO RELE 1. OS VALORES CALCULADOS FORAM

CORRENTE NA ORIGEM DA CURVA DO RELE 960.00A  
 TEMPO DE OPERACAO DO RELE NA CORRENTE DE PARTIDA DO MOTOR 1.4819S  
 INTERVALO DE SELETIVIDADE ENTRE O RELE 1 E A PARTIDA DO MOTOR 0.4819S  
 TEMPO DE OPERACAO DO RELE NA CORRENTE DO INSTANTANEO 0.7618S  
 CORRENTE DE PARTIDA ASSIMETRICA DO MOTOR 2160.00A  
 CORRENTE DE OPERACAO DO INSTANTANEO DO RELE 2400.00A  
 CORRENTE NOMINAL DO SECUNDARIO DO TRAF0 1 602.12A

## TESTE DO RELE 2

EXCESSO - INTERVALO DE SELETIVIDADE MUITO GRANDE

FIM DO TESTE DO RELE 2. OS VALORES CALCULADOS FORAM

CORRENTE NA ORIGEM DA CURVA DO RELE 1280.00A  
 TEMPO DE OPERACAO DO RELE 2 NA CORRENTE DO INSTANTANEO DO RELE 1 1.4319S  
 INTERVALO DE SELETIVIDADE ENTRE OS RELES 2 E 1 0.6701S  
 CORRENTE DE MAGNETIZACAO DO TRAF0 1 4816.96A  
 TEMPO DE OPERACAO DO RELE 2 NA CORRENTE DE MAGNETIZACAO DO TRAF0 1 0.7729S  
 TEMPO DE OPERACAO DO RELE 2 NA CORRENTE DE CURTO SIMETRICO DA BARRA 1 0.5530S

## TESTE DO RELE 3

FIM DO TESTE DO RELE 3. OS VALORES CALCULADOS FORAM

CORRENTE NA ORIGEM DA CURVA DO RELE 1840.00A  
 TEMPO DE OPERACAO DO RELE 3 NA CORRENTE DE CURTO DA BARRA 1 ( INSTANTANEO BLOQUEADO ) 0.9665S  
 INTERVALO DE SELETIVIDADE ENTRE OS RELES 3 E 2 0.4135S  
 CORRENTE DE CURTO DO TRAF0 1 10947.63A  
 TEMPO NO PONTO ASA DO TRAF0 1 3.5000S  
 TEMPO DE OPERACAO DO RELE 3 NA CORRENTE DE CURTO DO TRAF0 1 0.8686S  
 CORRENTE DE OPERACAO DO INSTANTANEO DO RELE 16100.00A  
 TEMPO DE OPERACAO DO RELE 3 NA CORRENTE DO INSTANTANEO 0.7209S

## TESTE DO RELE 4

EXCESSO - INTERVALO DE SELETIVIDADE MUITO GRANDE

FIM DO TESTE DO RELE 4. OS VALORES CALCULADOS FORAM

CORRENTE NA ORIGEM DA CURVA DO RELE 5520.00A  
 TEMPO DE OPERACAO DO RELE 4 NA CORRENTE DO INSTANTANEO DO RELE 3 1.3749S  
 INTERVALO DE SELETIVIDADE ENTRE OS RELES 4 E 3 0.6539S  
 CORRENTE DEMAGNETIZACAO DO TRAFIO 2 28901.73A  
 TEMPO DE OPERACAO DO RELE 4 NA CORRENTE DE MAGNETIZACAO DO TRAFIO 2 0.9310S  
 TEMPO DE OPERACAO DO RELE 4 NA CORRENTE DE CURTO SIMETRICO DA BARRA 2 0.7009S  
 CORRENTE NOMINAL DO SECUNDARIO DO TRAFIO 2 628.30A

## TESTE DO RELE 5

FIM DO TESTE DO RELE 5. OS VALORES CALCULADOS FORAM

CORRENTE NA ORIGEM DA CURVA DO RELE 6900.00A  
 TEMPO DE OPERACAO DO RELE 5 NA CORRENTE DE CURTO DA BARRA 2 (INST. BLOQUEADO) 1.1231S  
 INTERVALO DE SELETIVIDADE ENTRE OS RELES 5 E 4 0.4222S  
 CORRENTE DE CURTO DO TRAFIO 2 60211.95A  
 TEMPO NO PONTO ASA DO TRAFIO 2 4.0000S  
 TEMPO DE OPERACAO DO RELE 5 NA CORRENTE DE CURTO TRAFIO 2 1.0419S  
 CORRENTE DE OPERACAO DO INSTANTANEO DO RELE 92000.00 A

TESTE DE SELETIVIDADE DE SISTEMA DE MEDIA TENSAD

OS DADOS DO ESTUDO DO SISTEMA SAO OS SEGUINTE

POTENCIA 600. HP      TENSAD DE REFERENCIA 2.40 KV      POTENCIA DO DISJUNTOR DE ENTRADA 2500. MVA

CORRENTE NOMINAL 150.0 A      CORRENTE DE PARTIDA 900.0 A      TEMPO DE PARTIDA 1.0 S

DADOS DO MOTOR

DADOS DOS RELES

NUM	REL.	TRANSF.	TC	TAPE	DT	AJUSTE INST
1	30.	8.	3.00	50.		
2	60.	8.	3.25	0.		
3	60.	5.	3.00	80.		
4	240.	4.	3.00	0.		
5	80.	4.	3.00	25.		

DADOS DOS TRANSFORMADORES

NUM	POTENCIA MVA	IMPEDANCIA PORCENTO	TENSAD PRIM KV	TENSAD SEC KV	SOBREC. PRIM	SOBREC. SEC
1	3.75	5.0	13.8	2.4	6.0	2.5
2	15.00	8.5	88.0	13.8	4.0	2.5

DADOS DOS BARRAMENTOS

NUM	TENSAD KV	COR. CURTO SIM. A	COR. CURTO ASSIM. A
1	2.4	18000.	27000.
2	13.8	39400.	63040.
3	88.0	602000.	963200.

## TESTE DO RELE 1

ERRO - O RELE NAO PERMITE A SOBRECARGA NORMAL DO TRAF0

ERRO - INTERVALO DE SELETIVIDADE MUITO PEQUENO

FIM DO TESTE DO RELE 1. OS VALORES CALCULADOS FORAM

CORRENTE NA ORIGEM DA CURVA DO RELE 240.00A  
 TEMPO DE OPERACAO DO RELE NA CORRENTE DE PARTIDA DO MOTOR 1.2316S  
 INTERVALO DE SELETIVIDADE ENTRE O RELE 1 E A PARTIDA DO MOTOR 0.2316S  
 TEMPO DE OPERACAO DO RELE NA CORRENTE DO INSTANTANEO 0.9104S  
 CORRENTE DE PARTIDA ASSIMETRICA DO MOTOR 1350.00A  
 CORRENTE DE OPERACAO DO INSTANTANEO DO RELE 1500.00A  
 CORRENTE NOMINAL DO SECUNDARIO DO TRAF0 1 903.18A

## TESTE DO RELE 2

EXCESSO - INTERVALO DE SELETIVIDADE MUITO GRANDE

FIM DO TESTE DO RELE 2. OS VALORES CALCULADOS FORAM

CORRENTE NA ORIGEM DA CURVA DO RELE 480.00A  
 TEMPO DE OPERACAO DO RELE 2 NA CORRENTE DO INSTANTANEO DO RELE 1 1.5352S  
 INTERVALO DE SELETIVIDADE ENTRE OS RELES 2 E 1 0.6249S  
 CORRENTE DE MAGNETIZACAO DO TRAF0 1 7225.43A  
 TEMPO DE OPERACAO DO RELE 2 NA CORRENTE DE MAGNETIZACAO DO TRAF0 1 0.6748S  
 TEMPO DE OPERACAO DO RELE 2 NA CORRENTE DE CURTO SIMETRICO DA BARRA 1 0.5085S

## TESTE DO RELE 3

ERRO - INTERVALO DE SELETIVIDADE MUITO PEQUENO

FIM DO TESTE DO RELE 3. OS VALORES CALCULADOS FORAM

CORRENTE NA ORIGEM DA CURVA DO RELE 1725.00A  
 TEMPO DE OPERACAO DO RELE 3 NA CORRENTE DE CURTO DA BARRA 1 ( INSTANTANEO BLOQUEADO ) 0.7168S  
 INTERVALO DE SELETIVIDADE ENTRE OS RELES 3 E 2 0.2083S  
 CORRENTE DE CURTO DO TRAF0 1 18063.58A  
 TEMPO NO PONTO ASA DO TRAF0 1 3.0000S  
 TEMPO DE OPERACAO DO RELE 3 NA CORRENTE DE CURTO DO TRAF0 1 0.7156S  
 CORRENTE DE OPERACAO DO INSTANTANEO DO RELE 27600.00A  
 TEMPO DE OPERACAO DO RELE 3 NA CORRENTE DO INSTANTANEO 0.6077S

## TESTE DO RELE 4

FIM DO TESTE DO RELE 4. OS VALORES CALCULADOS FORAM

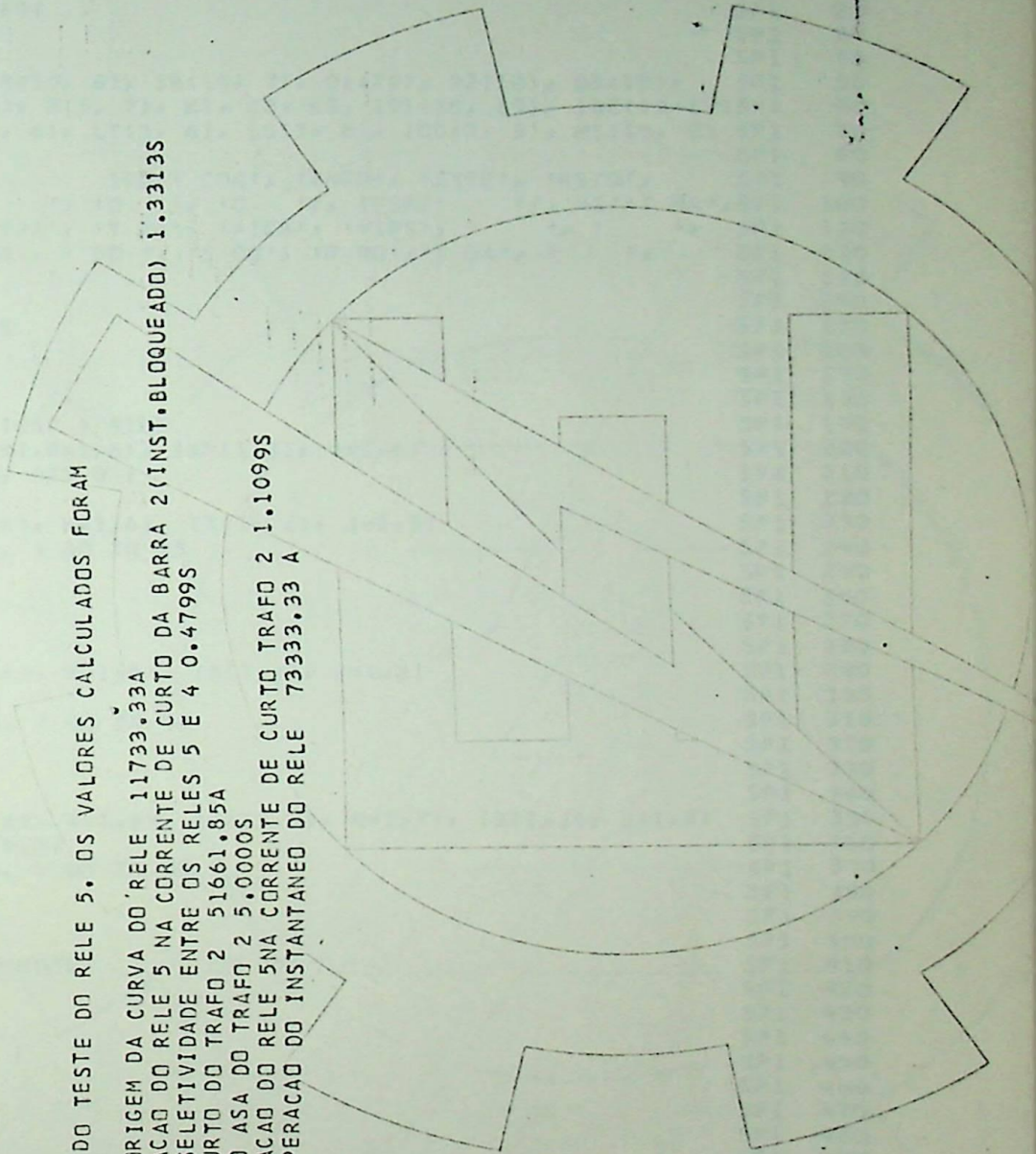
CORRENTE NA ORIGEM DA CURVA DO RELE 5520.00A  
TEMPO DE OPERACAO DO RELE 4 NA CORRENTE DO INSTANTANEO DO RELE 3 1.0287S  
INTERVALO DE SELETIVIDADE ENTRE OS RELES 4 E 3 0.4210S  
CORRENTE DEMAGNETIZACAO DO TRAFQ 2 28901.73A  
TEMPO DE OPERACAO DO RELE 4 NA CORRENTE DE MAGNETIZACAO DO TRAFQ 2 1.0019S  
TEMPO DE OPERACAO DO RELE 4 NA CORRENTE DE CURTO SIMETRICO DA BARRA 2 0.8514S  
CORRENTE NOMINAL DO SECUNDARIO DO TRAFQ 2 628.30A

## TESTE DO RELE 5

FIM DO TESTE DO RELE 5. OS VALORES CALCULADOS FORAM

CORRENTE NA ORIGEM DA CURVA DO RELE 11733.33A  
TEMPO DE OPERACAO DO RELE 5 NA CORRENTE DE CURTO DA BARRA 2 (INST. BLOQUEADO) 1.3313S  
INTERVALO DE SELETIVIDADE ENTRE OS RELES 5 E 4 0.4799S  
CORRENTE DE CURTO DO TRAFQ 2 51661.85A  
TEMPO NO PONTO ASA DO TRAFQ 2 5.0000S  
TEMPO DE OPERACAO DO RELE 5 NA CORRENTE DE CURTO TRAFQ 2 1.1099S  
CORRENTE DE OPERACAO DO INSTANTANEO DO RELE 73333.33 A

STOP !





```

WRITE(1, 60) ISIST SP1 620
60 FORMAT(1H1 // 20X, 'TESTE DE SELETIVIDADE DA PROTECAO DE SOBRECORRSP1 630
   ENTE DE FASE DE SISTEMA INDUSTRIAL' / 41X, 'LABORATORIO DE COMPUTASP1 640
   CAD E SIMULACAO' / 40X, 'ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBA' SP1 650
   3 // 30X, 'SISTEMA', 2X, 10A4 // ) SP1 660
   IF ( XM(1, 1) .NE. 0. ) WRITE(1, 65) (M(1, K), K=1,6), (XM(1, J), SP1 670
   1 J=1,4) SP1 680
65 FORMAT(50X, 6A4 // 5X, 'POTENCIA', F10.0, ' HP', 5X, 'CORRENTE NOMSP1 690
   1INAL', F8.1, ' A', 5X, 'CORRENTE DE PARTIDA', F8.1, ' A', 5X, SP1 700
   2 'TEMPO DE PARTIDA', F4.1, ' S' // ) SP1 710
   WRITE(1, 70) SP1 720
70 FORMAT(54X, 'TRANSFORMADORES' // 16X, 'NUM', 10X, 'DESIGNACAO', SP1 730
   1 10X, 'POTENCIA IMPEDANCIA TENSAD PRIM TENSAD SEC SOBREC' SP1 740
   2 / 51X, 'MVA', 7X, 'PORCENTO', 9X, 'KV', 12X, 'KV' / ) SP1 750
   DO 75 I = 1, NT SP1 760
75 WRITE(1, 80) I, (LT(I, K), K=1,6), (T(I, J), J=1,5) SP1 770
80 FORMAT(17X, I1, 3X, 6A4, 4X, F6.2, 9X, F3.1, 2( 9X, F5.1), 5X, SP1 780
   1 F5.2) SP1 790
   WRITE(1, 85) SP1 800
85 FORMAT( // 55X, 'BARRAMENTOS' // 32X, 'NUM', 10X, 'DESIGNACAO', SP1 810
   1 10X, 'TENSAD(KV)', 9X, 'ICC(A)' / ) SP1 820
   DO 90 I = 1, NB SP1 830
90 WRITE(1, 95) I, (LB(I, K), K=1,6), (B(I, J), J=1,2) SP1 840
95 FORMAT(33X, I1, 4X, 6A4, 5X, F6.2, 9X, F8.0) SP1 850
   WRITE(1, 100) SP1 860
100 FORMAT( // 58X, 'RELES' // 5X, 'NUM', 10X, 'DESIGNACAO', 12X, SP1 870
   1 'TIPO', 7X, 'TC', 5X, 'TAPE', 5X, 'INST', 4X, 'SIT', 3X, 'A JUST', SP1 880
   2 3X, 'A MON', 4X, 'TD', 4X, 'TEMP', 2X, 'TENSAD' / ) SP1 890
   DO 105 I=1, NR SP1 900
105 WRITE(1, 110) I, (LR(I,K), K=1,8), (IR(I,N), N=2,7), (R(I,J), SP1 910
   1 J=1,3) SP1 920
110 FORMAT(6X, I1, 4X, 6A4, 3X, 2A4, 3X, I5, 5X, I2, 5X, I4, 6X, I1, SP1 930
   1 6X, I1, 7X, I1, 3X, F6.2, 3X, F4.2, 2X, F6.2) SP1 940
   SP1 950
C CALCULDS PRELIMINARES SP1 960
C TENSAD DE REFERENCIA SP1 970
   VR = B(1, 1) SP1 980
   SP1 990
C CORRENTE DE PARTIDA ASSIMETRICA DO MOTOR SP1 1000
   SP1 1010
   P1 = 1.25 SP1 1020
   IF ( XM(1, 6) .GT. 0.4 ) P1 = 1.5 SP1 1030
   IF ( XM(1, 6) .GT. 5.0 ) P1 = 1.6 SP1 1040
   IF ( XM(1, 6) .GT. 15. ) P1 = 1.8 SP1 1050
   XM(1, 5) = XM(1, 3) * P1 SP1 1060
   SP1 1070
   SP1 1080
   SP1 1090
C CORRENTES DE CURTO DAS BARRAS REFERIDAS A VR. SP1 1100
   SP1 1110
   DO 115 I = 1, NB SP1 1120
   B(I, 3) = B(I, 2) * B(I, 1) / VR SP1 1130
   P2 = 1.5 SP1 1140
   IF(B(1, 1) .GT. 5. ) P2 = 1.6 SP1 1150
115 B(I, 4) = P2 * B(I, 3) SP1 1160
   SP1 1170
C CORRENTES DE ACIONAMENTO E DOS INSTANTANEOS DOS RELES SP1 1180
C TEMPOS NAS CORRENTES DOS INSTANTANEOS E DE CC DAS BARRAS SP1 1190
   SP1 1200
   DO 120 I = 1, NR SP1 1210
   P2 = IR(I, 2) * R(I, 3) / VR SP1 1220

```

```

R(I, 4) = P2 * IR(I, 3)
IF ( IR(I, 4) .EQ. 0 ) GO TO 118
R(I,5) = P2 * IR(I, 4)

R (I,7) = TE (I, R(I, 5), R(I, 1), R(I, 4), 0., 0.)
GO TO 120
118 R(I,6) = TE(I, B(IR(I,6),3),R(I,1),R(I,4),0.,0.)
120 CONTINUE

C      SOBRECARGAS MAXIMAS DOS TRAFOS
      DD 130 I = 1, NT
      T(I, 7 ) = 2.5
      DD 125 J = 1, NR
      IF(IR(J, 5) .NE. 2 ) GO TO 125
      IF(IR(J, 7) .NE. 1 ) GO TO 125
      T(I, 6 ) = 4.
      IF(T(I, 2) .LT. 6. ) T(I, 6 ) = 6.
      GO TO 130
125 CONTINUE
      T(I, 6 ) = 2.5
130 CONTINUE

C      CORRENTES NOMINAIS REFERIDAS A VR, PONTOS ASA E IMAG. DOS TRAFOS
      DD 135 I = 1, NT
      T(I, 8 ) = T (I, 1 ) * 1000. / ( 1.732 * VR )
      T(I, 11 ) = 8 . * T(I, 8 )
      CALL ANSI( T(I, 2 ) , P1, T(I, 10 ))
135 T(I, 9 ) = P1 * T(I, 8 )

C      VERIFICACAO DOS RELES
      DD 160 I=1,NR
      IND = IR(I, 5)
      GO TO (145, 150, 155), IND
145 CALL SIT1 (I)
      GO TO 160
150 CALL SIT2 (I)
      GO TO 160
155 CALL SIT3 (I)
160 CONTINUE

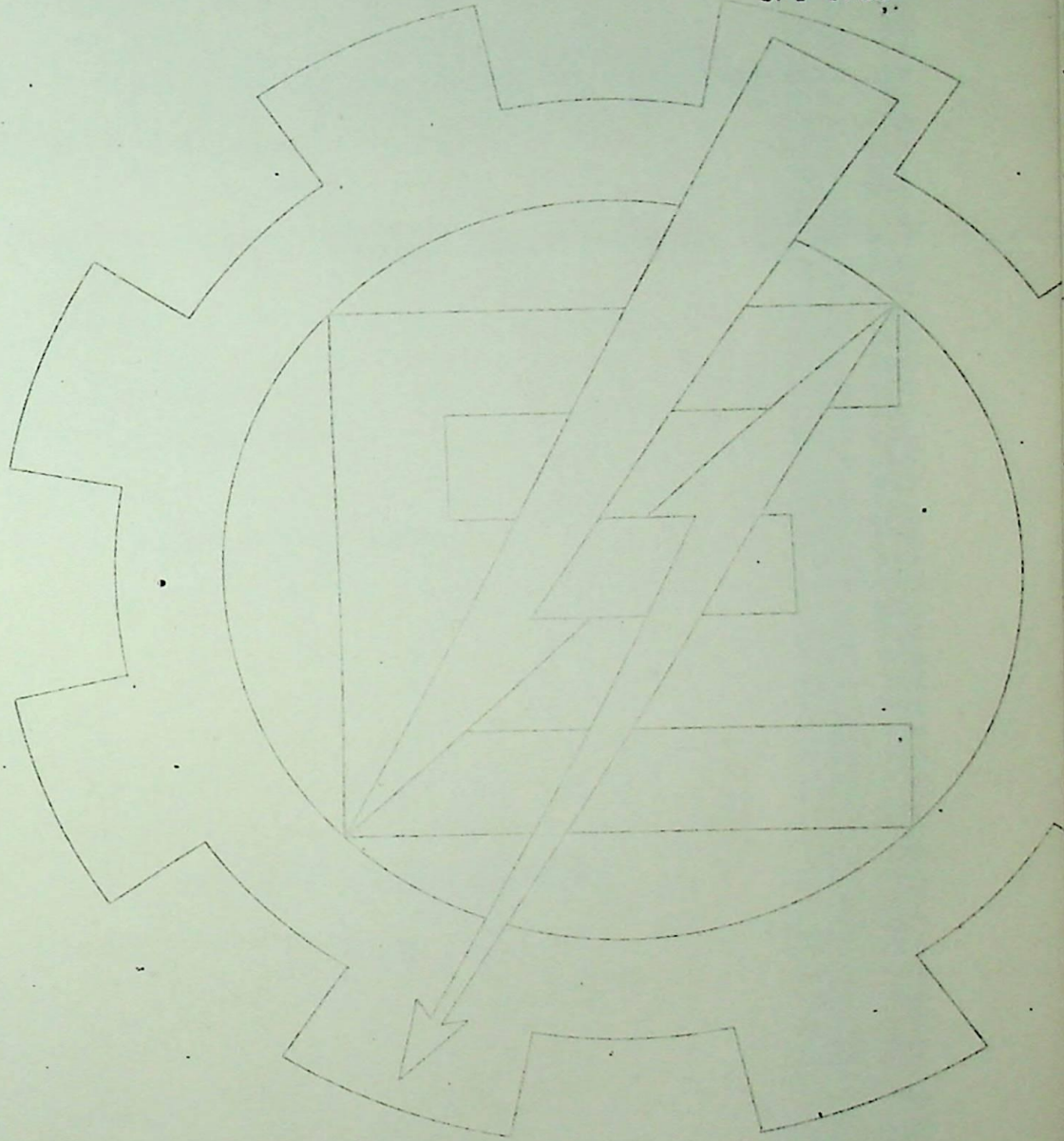
C      IMPRESSAO DOS RESULTADOS
      WRITE(1,200)
200 FORMAT(1H1//47X,'INTERVALOS DE TEMPORIZACAO'//44X,'ENTRE',51X,'DIA
IGNOSTICO'//)
      DD 205 I=1,K1
205 WRITE(1,210) (ID1 (I,J), J=1,16), D1(I), (ID1(I,J),J=17,19)
210 FORMAT(10X,2A4,2X,6A4,' E ', 2A4, 2X, 6A4, 5X, F6.2, ' S', 7X,
1 3A4 )
      WRITE(1,215)
215 FORMAT(///35X,'SITUACAO DAS CORRENTES DE ACIONAMENTO DOS RELES'//)
      DD 220 I= 1,K2
220 WRITE(1,225)(ID2(I,J), J=3,8), D2(I), (ID2(I,J), J=9,19)
225 FORMAT(20X,6A4, 3X, F6.3, 1X, 2A4, 2X, 6A4, 13X,3A4)
      WRITE(1,230)
230 FORMAT(///42X,'SITUACAO DOS INSTANTANEOS DOS RELES'//)
      DD 235 I=1, K3
235 WRITE(1,225)(ID3(I,J),J=3,8), D3(I), (ID3(I,J), J=9,19)

```

SP1 1230  
 SP1 1240  
 SP1 1250  
 SP1 1260  
 SP1 1270  
 SP1 1280  
 SP1 1290  
 SP1 1300  
 SP1 1310  
 SP1 1320  
 SP1 1330  
 SP1 1340  
 SP1 1350  
 SP1 1360  
 SP1 1370  
 SP1 1380  
 SP1 1390  
 SP1 1400  
 SP1 1410  
 SP1 1420  
 SP1 1430  
 SP1 1440  
 SP1 1450  
 SP1 1460  
 SP1 1470  
 SP1 1480  
 SP1 1490  
 SP1 1500  
 SP1 1510  
 SP1 1520  
 SP1 1530  
 SP1 1540  
 SP1 1550  
 SP1 1560  
 SP1 1570  
 SP1 1580  
 SP1 1590  
 SP1 1600  
 SP1 1610  
 SP1 1620  
 SP1 1630  
 SP1 1640  
 SP1 1650  
 SP1 1660  
 SP1 1670  
 SP1 1680  
 SP1 1690  
 SP1 1700  
 SP1 1710  
 SP1 1720  
 SP1 1730  
 SP1 1740  
 SP1 1750  
 SP1 1760  
 SP1 1770  
 SP1 1780  
 SP1 1790  
 SP1 1800  
 SP1 1810  
 SP1 1820  
 SP1 1830

```
C   TESTE DE SE HIA OUTROS CASOS  
    READ(12,240) ICH  
240 FORMAT(I1)  
    GO TO (1,41), ICH  
    END
```

```
SP1 1840  
SP1 1850  
SP1 1860  
SP1 1870  
SP1 1880  
SP1 1890  
SP1 1900
```



```

SUBROUTINE SIT1 (NR)
C          SUB-ROTINA QUE VERIFICA RELES COLOCADOS ENTRE UM MOTOR
C          E UM BARRAMENTO OU UM TRANSFORMADOR
C          J ABEL   LCS   EFEI
COMMON R(10, 10), LR(10, 8), IR(10, 7), D1(20), D2(10), D3(10),
1 XM(1, 10), T(3, 15), B(5, 7), K1, K2, K3, ID1(20, 19), ID2(10, 19)
2 , ID3(10, 19), M(1, 6), LT(3, 6), LB(5, 6), IDG(3, 3), MS(10, 2)
C          TESTE DA SELETIVIDADE COM O MOTOR
IM = IR(NR, 6)
IT = IR(NR, 7)
D1(K1) = TE(NR, XM(IM, 3), R(NR, 1), R(NR, 4), 0., 0.) - XM(IM, 4)
DO 5 I = 1, 6
ID1(K1, I+2) = LR(NR, I)
5 ID1(K1, I+10) = M(IM, I)
ID1(K1, 9) = MS(5, 1)
ID1(K1, 10) = MS(5, 2)
IF(D1(K1) .LT. R(NR, 2) ) IK = 2
IF(D1(K1) .GE. R(NR, 2) ) IK = 1
IF(D1(K1) .GT. 1.5 * R(NR, 2) ) IK = 3
DO 10 I = 1, 3
10 ID1(K1, I+16) = IDG(IK, I)
C          TESTE DA CORRENTE DE ACIONAMENTO DO RELE
K2 = K2 + 1
D2(K2) = R(NR, 4) / XM(IM, 2)
DO 15 I = 1, 6
ID2(K2, I+2) = LR(NR, I)
15 ID2(K2, I+10) = M(IM, I)
ID2(K2, 9) = MS(7, 1)
ID2(K2, 10) = MS(7, 2)
IF(D2(K2) .LT. 1.2 ) IK = 2
IF(D2(K2) .GE. 1.2 ) IK = 1
DO 20 I = 1, 3
20 ID2(K2, I+16) = IDG(IK, I)
C          TESTE DA CORRENTE DE PARTIDA ASSIMETRICA DO MOTOR
K3 = K3+1
D3(K3) = R(NR, 5) / XM(IM, 5)
DO 35 I = 1, 6
ID3(K3, I+2) = LR(NR, I)
35 ID3(K3, I+10) = M(IM, I)
ID3(K3, 9) = MS(4, 1)
ID3(K3, 10) = MS(4, 2)
IF(D3(K3) .LT. 1.) IK=2
IF(D3(K3) .GT. 1.) IK=1
DO 40 I = 1, 3
40 ID3(K3, I+16) = IDG(IK, I)
RETURN
END
SIT1 10
SIT1 20
SIT1 30
SIT1 40
SIT1 50
SIT1 60
SIT1 70
SIT1 80
SIT1 90
SIT1 100
SIT1 110
SIT1 120
SIT1 130
SIT1 140
SIT1 150
SIT1 160
SIT1 170
SIT1 180
SIT1 190
SIT1 200
SIT1 210
SIT1 220
SIT1 230
SIT1 240
SIT1 250
SIT1 260
SIT1 270
SIT1 280
SIT1 290
SIT1 300
SIT1 310
SIT1 320
SIT1 330
SIT1 340
SIT1 350
SIT1 360
SIT1 370
SIT1 380
SIT1 390
SIT1 400
SIT1 410
SIT1 420
SIT1 430
SIT1 440
SIT1 450
SIT1 460
SIT1 470
SIT1 480
SIT1 490
SIT1 500
SIT1 510
SIT1 520
SIT1 530
SIT1 540
SIT1 550

```

	SUBROUTINE SIT2 (NR)	SIT2 10
		SIT2 20
C	SUB-ROTIMA QUE VERIFICA RELES COLOCADOS ENTRE BARRAMENTO	SIT2 30
C	E TRAFQ	SIT2 40
		SIT2 50
C	J. ABEL    LCS    EFEI	SIT2 60
		SIT2 70
	COMMON R(10, 10), LR(10, 8), IR(10, 7), D1(20), D2(10), D3(10),	SIT2 80
	1 XM(1, 10), T(3, 15), B(5, 7), K1, K2, K3, ID1(20, 19), ID2(10, 19)	SIT2 90
	2 , ID3(10, 19), M(1, 6), LT(3, 6), LB(5, 6), IDG(3, 3), MS(10, 2)	SIT2 100
		SIT2 110
	IB = IR(NR, 6 )	SIT2 120
	IT = IR(NR, 7 )	SIT2 130
		SIT2 140
C	TESTE DA SELETIVIDADE COM O RELE ANTERIOR	SIT2 150
		SIT2 160
	K1 = K1 + 1	SIT2 170
	D1 (K1) = TE (NR, R(NR-1, 5 ), R(NR, 1 ), R(NR, 4 ), 0.,	SIT2 180
	1     0. ) - R(NR - 1, 7 )	SIT2 190
	DO 5 I = 1, 6	SIT2 200
	ID1(K1, I + 2 ) = LR (NR, I )	SIT2 210
	5     ID1(K1, I + 10 ) = LR(NR - 1, I )	SIT2 220
	IF(D1 (K1) . LT. R(NR, 2 )) IK = 2	SIT2 230
	IF(D1(K1) . GE . R(NR, 2 )) IK = 1	SIT2 240
	IF (D1 (K1) . GT. 1.5 * R(NR, 2 )) IK = 3	SIT2 250
	DO 10 I = 1, 3	SIT2 260
	10    ID1(K1, I + 16 ) = IDG(IK, I )	SIT2 270
		SIT2 280
C	TESTE DA SOBRECARGA MAXIMA DO TRAFQ	SIT2 290
		SIT2 300
	K2 = K2 + 1	SIT2 310
	D2 (K2) = R(NR, 4 ) / T(IT, 8 )	SIT2 320
	DO 25 I = 1, 6	SIT2 330
	ID2(K2, I + 2 ) = LR(NR, I )	SIT2 340
	25    ID2(K2, I + 10) = LT(IT, I )	SIT2 350
	ID2(K2, 9 ) = MS(3, 1 )	SIT2 360
	ID2(K2, 10) = MS(3, 2 )	SIT2 370
	IF(D2 (K2) . LE. T(IT, 7 )) IK = 1	SIT2 380
	IF(D2 (K2) . GT. T(IT, 7 )) IK = 2	SIT2 390
	DO 30 I = 1, 3	SIT2 400
	30    ID2(K2, I + 16) = IDG(IK, I )	SIT2 410
	RETURN	SIT2 420
	END	SIT2 430

```

SUBROUTINE SIT3(NR)
C          SUB-ROTINA QUE VERIFICA RELES COLOCADOS ENTRE TRAFQ E BARRAMES
C          J. ABEL   LCS   EFEI
COMMON R(10, 10), LR(10, 8), IR(10, 7), D1(20), D2(10), D3(10),
1  XM(1, 10), T(3, 15), B(5, 7), K1, K2, K3, ID1(20, 19), ID2(10, 19)
2  , ID3(10, 19), M(1, 6), LT(3, 6), LB(5, 6), IDG(3, 3), MS(10, 2)
IT = IR(NR, 6 )
IB = IR(NR, 7 )
C          TESTE DA SELETIVIDADE COM O RELE ANTERIOR
K1 = K1 + 1
D1 (K1) = TE(NR, B(IB-1, 3) , R(NR, 1) , R(NR, 4), 0., 0.) -
1  R(NR - 1, 6)
DO 5 I = 1, 6
ID1(K1, I + 2) = LR(NR, I)
5 ID1(K1, I + 10) = LR(NR - 1, I)
IF(D1 (K1) . LT. R(NR, 2)) IK = 2
IF(D1 (K1) . GE. R(NR, 2)) IK = 1
IF(D1 (K1) . GT. 1.5 * R(NR, 2)) IK = 3
DO 10 I = 1, 3
10 ID1(K1, I + 16) = IDG(IK, I)
C          TESTE DO PONTO IMAG DO TRAFQ
K1 = K1 + 1
D1 (K1) = TE(NR, T(IT, 11) , R(NR, 1) , R(NR, 4) , 0., 0.) - 0.1
DO 115 I = 1, 6
ID1(K1, I + 2) = LR(NR, I)
115 ID1(K1, I + 10) = LT(IT, I)
ID1(K1, 9) = MS(1, 1)
ID1(K1, 10) = MS(1, 2)
IF(D1 (K1) . LT. 0.) IK = 2
IF(D1 (K1) . GE. 0.) IK = 1
DO 120 I = 1, 3
120 ID1 (K1, I + 16) = IDG (IK, I)
C          TESTE DO PONTO ASA DO TRAFQ
K1 = K1 + 1
D1 (K1) = T(IT, 10) - TE(NR, T(IT, 9), R(NR, 1), R(NR, 4),
1  0., 0.)
ID1(K1, 1) = MS(2, 1)
ID1(K1, 2) = MS(2, 2)
DO 15 I = 1, 6
ID1(K1, I + 2) = LT(IT, I)
15 ID1(K1, I + 10) = LR(NR, I)
IF(D1 (K1) . LT. 0.) IK = 2
IF(D1 (K1) . GE. 0.) IK = 1
DO 20 I = 1, 3
20 ID1(K1, I + 16) = IDG(IK, I)
C          TESTE DA SOBRECARGA DO TRAFQ

```

```

SIT3 10
SIT3 20
SIT3 30
SIT3 40
SIT3 50
SIT3 60
SIT3 70
SIT3 80
SIT3 90
SIT3 100
SIT3 110
SIT3 120
SIT3 130
SIT3 140
SIT3 150
SIT3 160
SIT3 170
SIT3 180
SIT3 190
SIT3 200
SIT3 210
SIT3 220
SIT3 230
SIT3 240
SIT3 250
SIT3 260
SIT3 270
SIT3 280
SIT3 290
SIT3 300
SIT3 310
SIT3 320
SIT3 330
SIT3 340
SIT3 350
SIT3 360
SIT3 370
SIT3 380
SIT3 390
SIT3 400
SIT3 410
SIT3 420
SIT3 430
SIT3 440
SIT3 450
SIT3 460
SIT3 470
SIT3 480
SIT3 490
SIT3 500
SIT3 510
SIT3 520
SIT3 530
SIT3 540
SIT3 550
SIT3 560
SIT3 570
SIT3 580
SIT3 590

```

```

K2 = K2 + 1
D2 (K2) = R(NR, 4) / T(IT, 8)
DO 25 I = 1,6
  ID2(K2, I + 2) = LR(NR, I)
25 ID2(K2, I + 10) = LT(IT, I)
  ID2(K2, 9) = MS(3, 1)
  ID2(K2, 10) = MS(3, 2)
  IF (D2 (K2) .LE. T(IT, 6)) IK = 1
  IF(D2 (K2) .GT. T(IT, 6)) IK = 2
  DO 30 I = 1,3
30 ID2 (K2, I + 16 ) = IDG(IK, I)

```

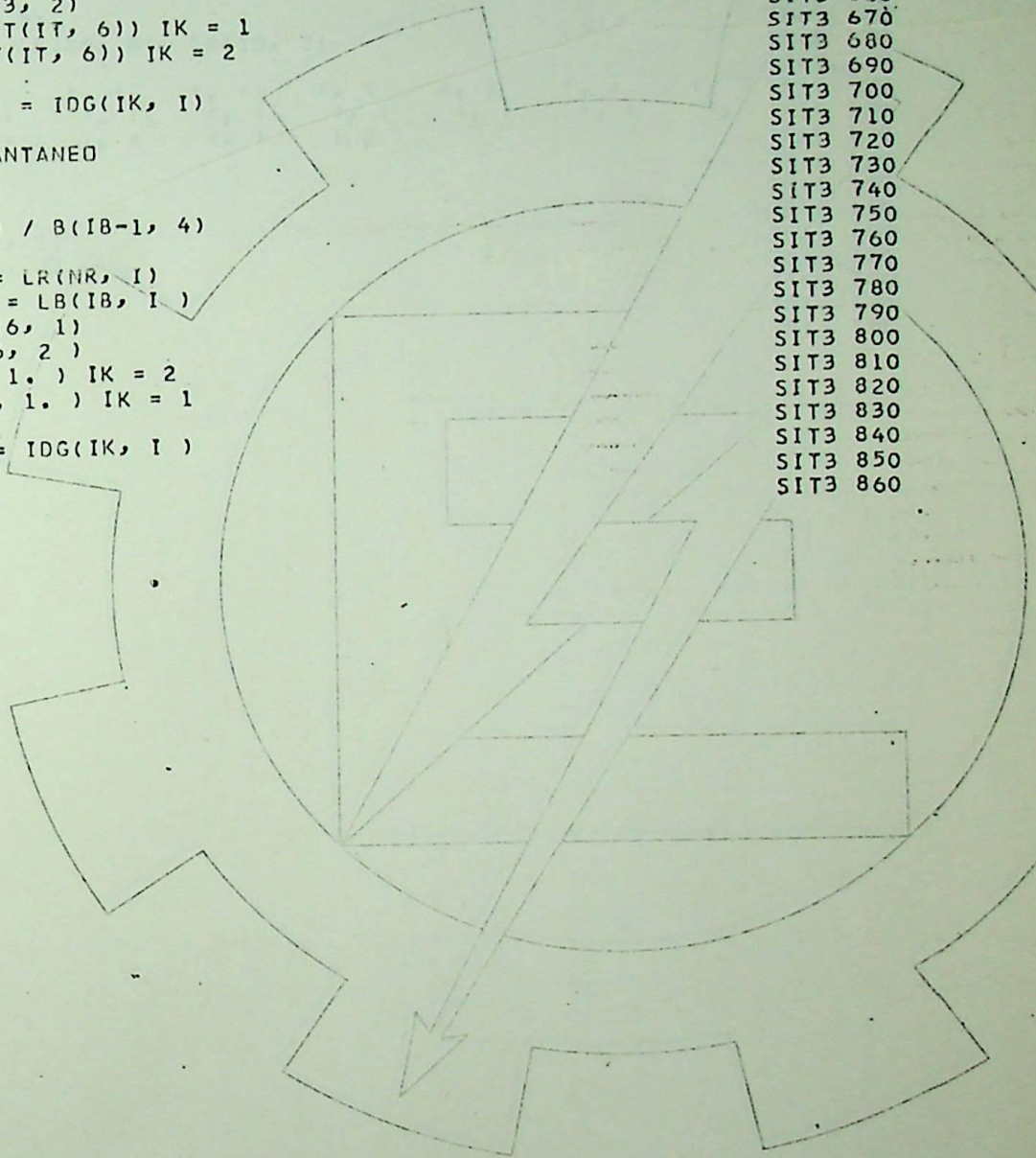
C           TESTE DO INSTANTANEO

```

K3 = K3 + 1
D3(K3) = R(NR, 5) / B(IB-1, 4)
DO 35 I = 1,6
  ID3(K3, I + 2 ) = LR(NR, I)
35 ID3(K3, I + 10 ) = LB(IB, I )
  ID3(K3, 9 ) = MS(6, 1)
  ID3(K3,10) = MS(6, 2 )
  IF(D3 (K3) . LT. 1. ) IK = 2
  IF(D3 (K3) . GE . 1. ) IK = 1
  DO 40 I = 1,3
40 ID3(K3, I + 16) = IDG(IK, I )
RETURN
END

```

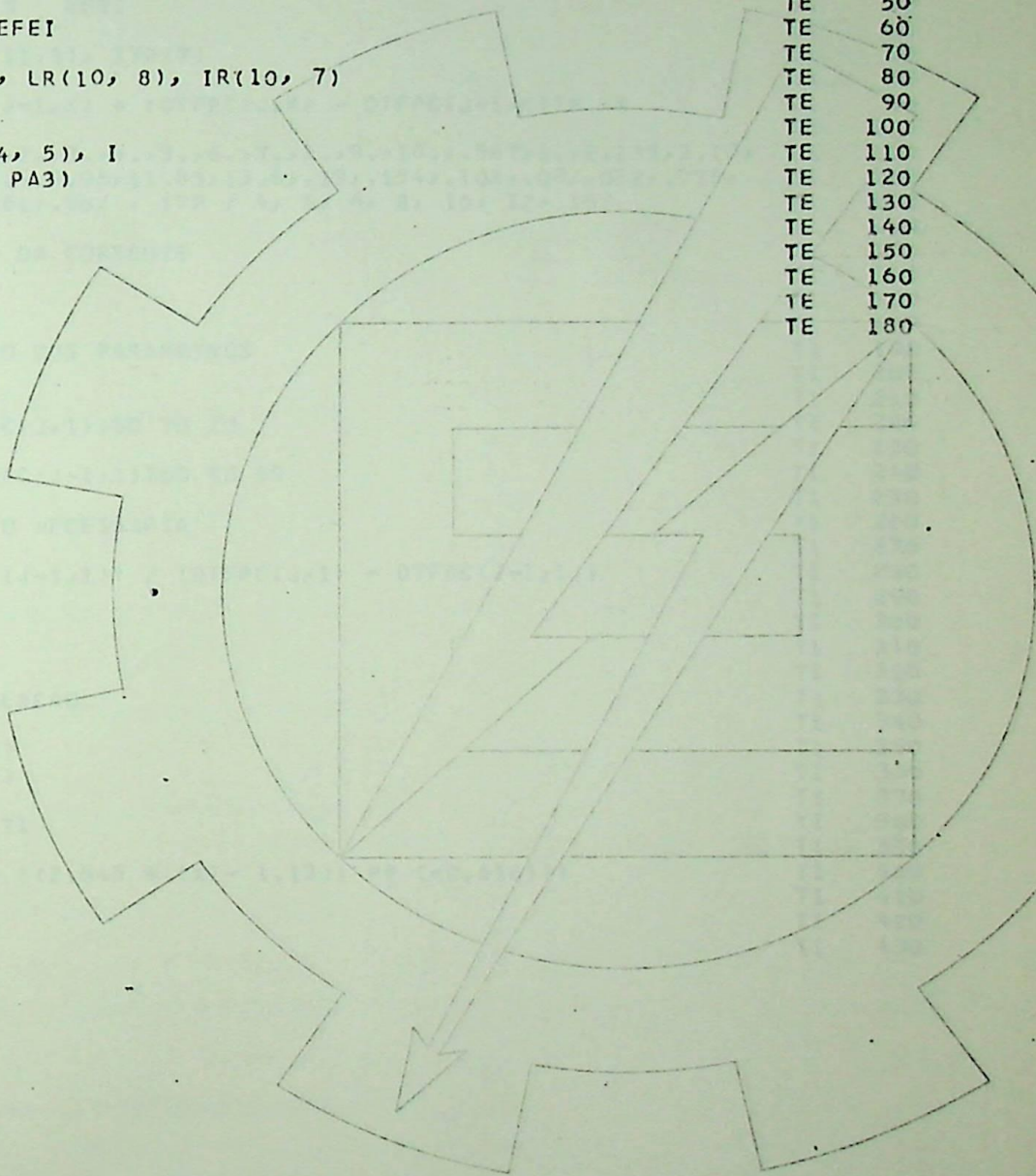
- SIT3 600
- SIT3 610
- SIT3 620
- SIT3 630
- SIT3 640
- SIT3 650
- SIT3 660
- SIT3 670
- SIT3 680
- SIT3 690
- SIT3 700
- SIT3 710
- SIT3 720
- SIT3 730
- SIT3 740
- SIT3 750
- SIT3 760
- SIT3 770
- SIT3 780
- SIT3 790
- SIT3 800
- SIT3 810
- SIT3 820
- SIT3 830
- SIT3 840
- SIT3 850
- SIT3 860





```
FUNCTION TE(NR, PA1, PA2, PA3, PA4, PA5)
C      FUNCAO QUE CHAMA AS FUNCOES QUE REPRESENTAM CARACTERISTICAS
C      DE RELES
C      J ABEL LCS EFEI
COMMON R(10, 10), LR(10, 8), IR(10, 7)
I = IR(NR, 1)
GO TO (1, 2, 3, 4, 5), I
1 TE= T1(PA1, PA2, PA3)
  RETURN
2 RETURN
3 RETURN
4 RETURN
5 RETURN
END
```

```
TE 10
TE 20
TE 30
TE 40
TE 50
TE 60
TE 70
TE 80
TE 90
TE 100
TE 110
TE 120
TE 130
TE 140
TE 150
TE 160
TE 170
TE 180
```



	FUNCTION T1(XI, TD, XIOR )	T1	10
C	FUNCAO QUE REPRESENTA A CARACTERISTICA DO RELE IAC 51	T1	20
C	J ABEL LCS EFEI	T1	30
	DIMENSION DTFPC(11,3), ITP(7)	T1	40
	EXPR(K) = DTFPC(J-1,K) + (DTFPC(J,K) - DTFPC(J-1,K))* XM	T1	50
	DATA DTFPC/.5,1.,2.,3.,4.,5.,6.,7.,8.,9.,10.,.567,1.,2.135,3.13,	T1	60
	14.35,5.65,6.94,8.4,9.96,11.85,13.6,.19,.154,.102,.09,.082,.078,	T1	70
	2.073,.07,.065,.061,.06/ , ITP / 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16/	T1	80
C	ESCALAMENTO DA CORRENTE	T1	90
	XI = XI / XIOR	T1	100
C	DETERMINACAO DOS PARAMETROS	T1	110
	DO 10 J=2,11	T1	120
	IF (TD .LT. DTFPC(J,1))GO TO 20	T1	130
	10 CONTINUE	T1	140
	20 IF ( TD .EQ. DTFPC(J-1,1))GO TO 50	T1	150
C	INTERPOLACAO NECESSARIA	T1	160
	XM = (TD - DTFPC(J-1,1)) / (DTFPC(J,1) - DTFPC(J-1,1))	T1	170
	PR1 = EXPR(2)	T1	180
	PR2 = EXPR(3)	T1	190
	GO TO 100	T1	200
C	SEM INTERPOLACAO	T1	210
	50 PR1= DTFPC(J-1,2)	T1	220
	PR2= DTFPC(J-1,3)	T1	230
C	CALCULO DE T1	T1	240
	100 T1= PR1 * (PR2 + ((2.645 * (XI- 1.13)) ** (-0.616)))	T1	250
	XI = XI * XIOR	T1	260
	RETURN	T1	270
	END	T1	280
		T1	290
		T1	300
		T1	310
		T1	320
		T1	330
		T1	340
		T1	350
		T1	360
		T1	370
		T1	380
		T1	390
		T1	400
		T1	410
		T1	420
		T1	430

SUBROUTINE ANSI (ZTR,PMULT,TASA)

C SUBROUTINA PARA FIXAR OS PONTOS ASA DOS TRAFOS  
 C J ABEL LCS EFEI

IF ( ZTR .LT. 4. ) GO TO 1  
 IF ( ZTR .GT. 7. ) GO TO 2  
 PMULT=100./ZTR  
 TASA = ZTR-2.  
 RETURN  
 1 PMULT=25.  
 TASA=2.  
 RETURN  
 2 PMULT=14.3  
 TASA=5.  
 RETURN  
 END

ANSI 10  
 ANSI 20  
 ANSI 30  
 ANSI 40  
 ANSI 50  
 ANSI 60  
 ANSI 70  
 ANSI 80  
 ANSI 90  
 ANSI 100  
 ANSI 110  
 ANSI 120  
 ANSI 130  
 ANSI 140  
 ANSI 150  
 ANSI 160  
 ANSI 170

HP FEHLERFREI  
 KERNSPEICHERBEDARF: 2647 ZELLEN OHNE COMMON

UP SIT1 FEHLERFREI  
 KERNSPEICHERBEDARF: 673 ZELLEN OHNE COMMON

UP SIT2 FEHLERFREI  
 KERNSPEICHERBEDARF: 530 ZELLEN OHNE COMMON

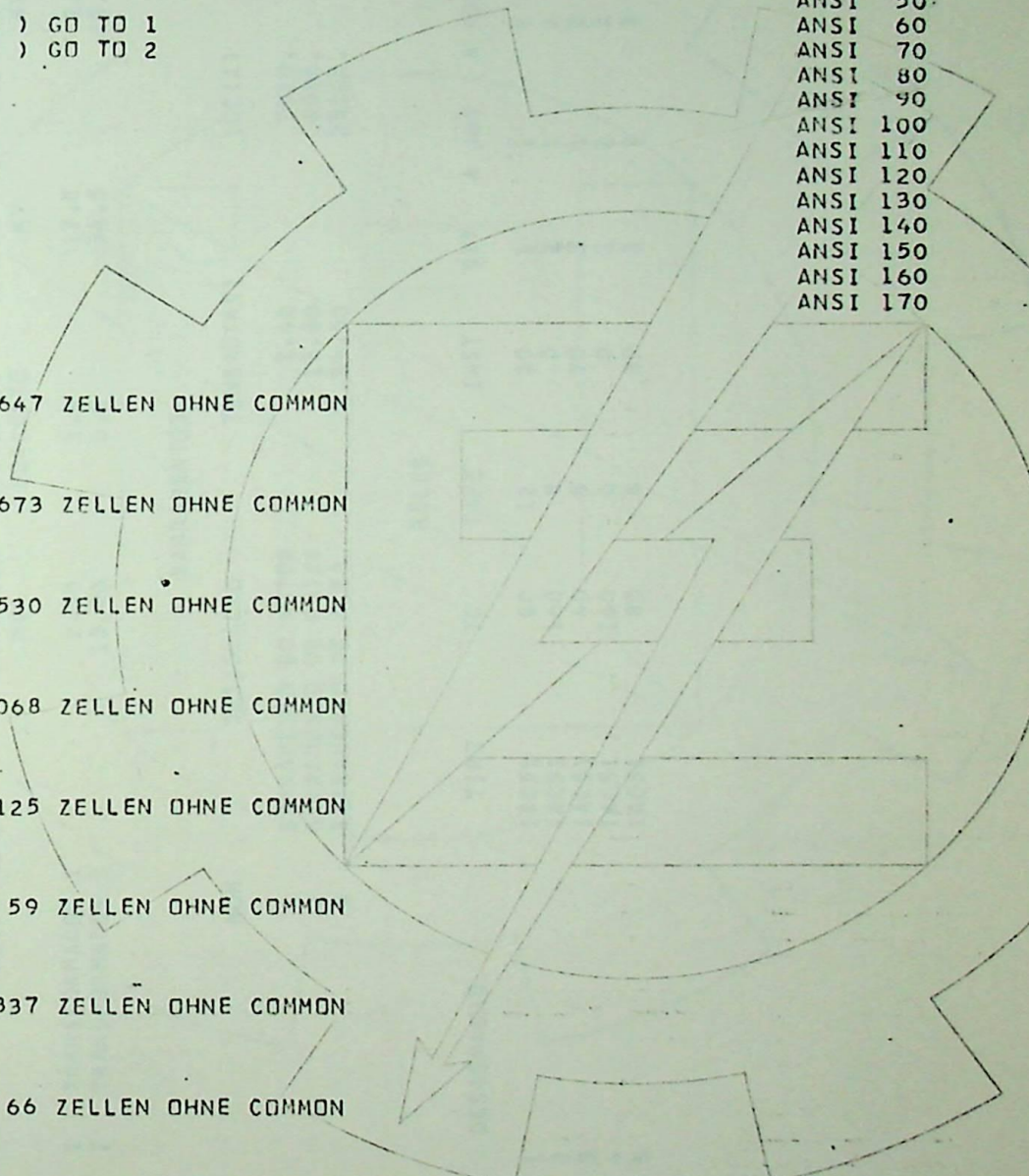
UP SIT3 FEHLERFREI  
 KERNSPEICHERBEDARF: 1068 ZELLEN OHNE COMMON

UP TRELE FEHLERFREI  
 KERNSPEICHERBEDARF: 125 ZELLEN OHNE COMMON

UP TE FEHLERFREI  
 KERNSPEICHERBEDARF: 59 ZELLEN OHNE COMMON

UP T1 FEHLERFREI  
 KERNSPEICHERBEDARF: 337 ZELLEN OHNE COMMON

UP ANSI FEHLERFREI  
 KERNSPEICHERBEDARF: 66 ZELLEN OHNE COMMON





INTERVALOS DE TEMPORIZACAO

ENTRE

RELE 2  
 RELE 3  
 RELE 3  
 RELE 3  
 RELE 4  
 RELE 5  
 RELE 5  
 T ASA DO TRANSFORMADOR 1  
 T ASA DO TRANSFORMADOR 2

RELE 1  
 RELE 2  
 TRANSFORMADOR 1  
 RELE 3  
 RELE 3  
 RELE 4  
 TRANSFORMADOR 2  
 RELE 5

0.86 S  
 0.43 S  
 1.53 S  
 2.57 S  
 0.71 S  
 0.37 S  
 1.46 S  
 2.96 S

DIAGNOSTICO

EXCESSIVO  
 CORRETO  
 CORRETO  
 CORRETO  
 CORRETO  
 EXCESSIVO  
 INCORRETO  
 CORRETO  
 CORRETO

SITUACAO DAS CORRENTES DE ACIONAMENTO DOS RELES

RELE 1  
 RELE 2  
 RELE 3  
 RELE 4  
 RELE 5

4.000 \*IPS  
 2.128 \* IN DO  
 3.059 \* IN DO  
 1.530 \* IN DO  
 1.912 \* IN DO

MOTOR 1  
 TRANSFORMADOR 1  
 TRANSFORMADOR 1  
 TRANSFORMADOR 2  
 TRANSFORMADOR 2

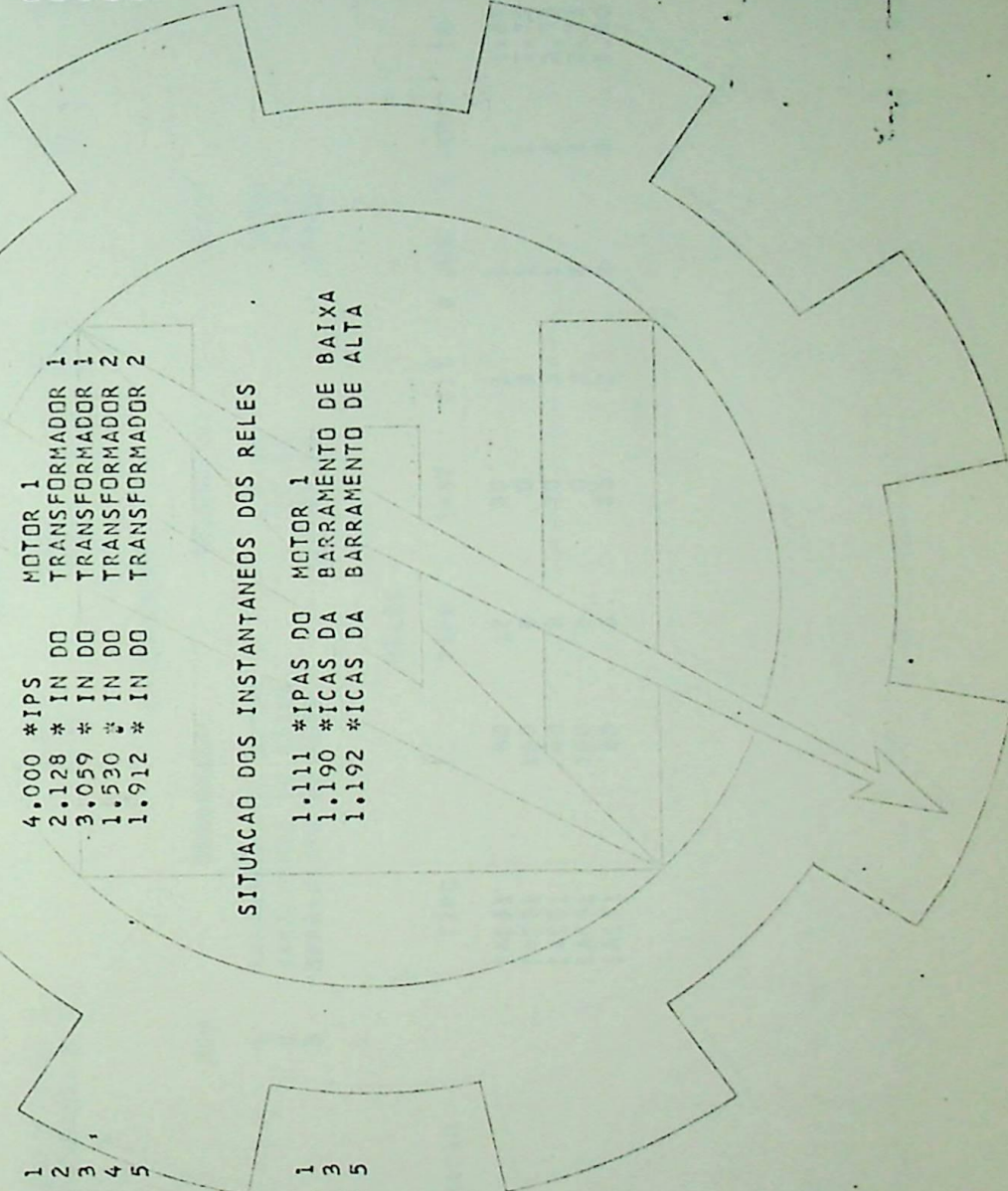
CORRETO  
 CORRETO  
 CORRETO  
 CORRETO  
 CORRETO

SITUACAO DOS INSTANTANEOS DOS RELES

RELE 1  
 RELE 3  
 RELE 5

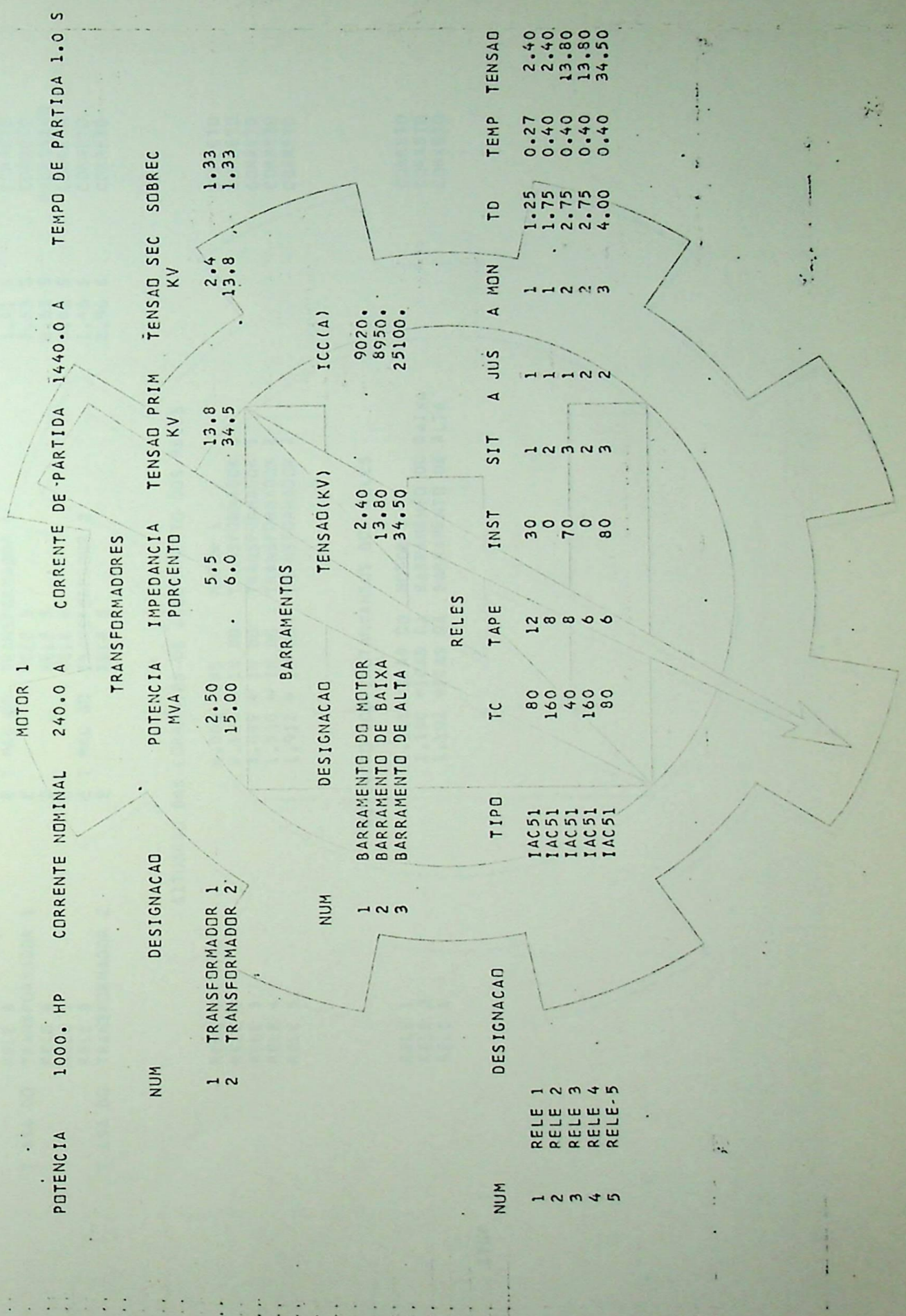
1.111 \*IPAS DO MOTOR 1  
 1.190 \*ICAS DA BARRAMENTO DE BAIXA  
 1.192 \*ICAS DA BARRAMENTO DE ALTA

CORRETO  
 CORRETO  
 CORRETO



TESTE DE SELETIVIDADE DA PROTECAO DE SOBRECORRENTE DE FASE DE SISTEMA INDUSTRIAL  
 LABORATORIO DE COMPUTACAO E SIMULACAO  
 ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBA

SISTEMA EXEMPLO PARA TESTAR O PROGRAMA SPI



POTENCIA 1000. HP    CORRENTE NOMINAL 240.0 A    CORRENTE DE PARTIDA 1440.0 A    TEMPO DE PARTIDA 1.0 S

NUM	DESIGNACAO	POTENCIA MVA	IMPEDANCIA PORCENTO	TENSAD PRIM KV	TENSAD SEC KV	SOBREC
1	TRANSFORMADOR 1	2.50	5.5	13.8	2.4	1.33
2	TRANSFORMADOR 2	15.00	6.0	34.5	13.8	1.33

NUM	DESIGNACAO	TENSAD(KV)	ICC(A)
1	BARRAMENTO DO MOTOR	2.40	9020.
2	BARRAMENTO DE BAIXA	13.80	8950.
3	BARRAMENTO DE ALTA	34.50	25100.

NUM	DESIGNACAO	Tipo	TC	TAPE	INST	SIT	A	JUS	A	MON	TD	TEMP	TENSAD
1	RELE 1	IAC51	80	12	30	1	1	1	1	1	1.25	0.27	2.40
2	RELE 2	IAC51	160	8	0	2	1	1	1	1	1.75	0.40	2.40
3	RELE 3	IAC51	40	8	70	3	1	1	2	2	2.75	0.40	13.80
4	RELE 4	IAC51	160	6	0	2	2	2	2	2	2.75	0.40	13.80
5	RELE-5	IAC51	80	6	80	3	2	2	3	3	4.00	0.40	34.50

INTERVALOS DE TEMPORIZACAO

ENTRE

RELE 2  
 RELE 3  
 RELE 3  
 RELE 4  
 RELE 5  
 RELE 5  
 T ASA DO TRANSFORMADOR 1  
 T ASA DO TRANSFORMADOR 2

RELE 1  
 RELE 2  
 TRANSFORMADOR 1  
 RELE 3  
 RELE 3  
 RELE 4  
 TRANSFORMADOR 2  
 RELE 5

0.67 S  
 0.41 S  
 1.41 S  
 2.63 S  
 0.65 S  
 0.42 S  
 1.46 S  
 2.96 S

DIAGNOSTICO

EXCESSIVO  
 CORRETO  
 CORRETO  
 CORRETO  
 CORRETO  
 EXCESSIVO  
 CORRETO  
 CORRETO  
 CORRETO

SITUACAO DAS CORRENTES DE ACIONAMENTO DOS RELES

RELE 1  
 RELE 2  
 RELE 3  
 RELE 4  
 RELE 5

4.000 \*IPS  
 2.128 \* IN DO  
 3.059 \* IN DO  
 1.530 \* IN DO  
 1.912 \* IN DO

MOTOR 1  
 TRANSFORMADOR 1  
 TRANSFORMADOR 1  
 TRANSFORMADOR 2  
 TRANSFORMADOR 2

CORRETO  
 CORRETO  
 CORRETO  
 CORRETO  
 CORRETO

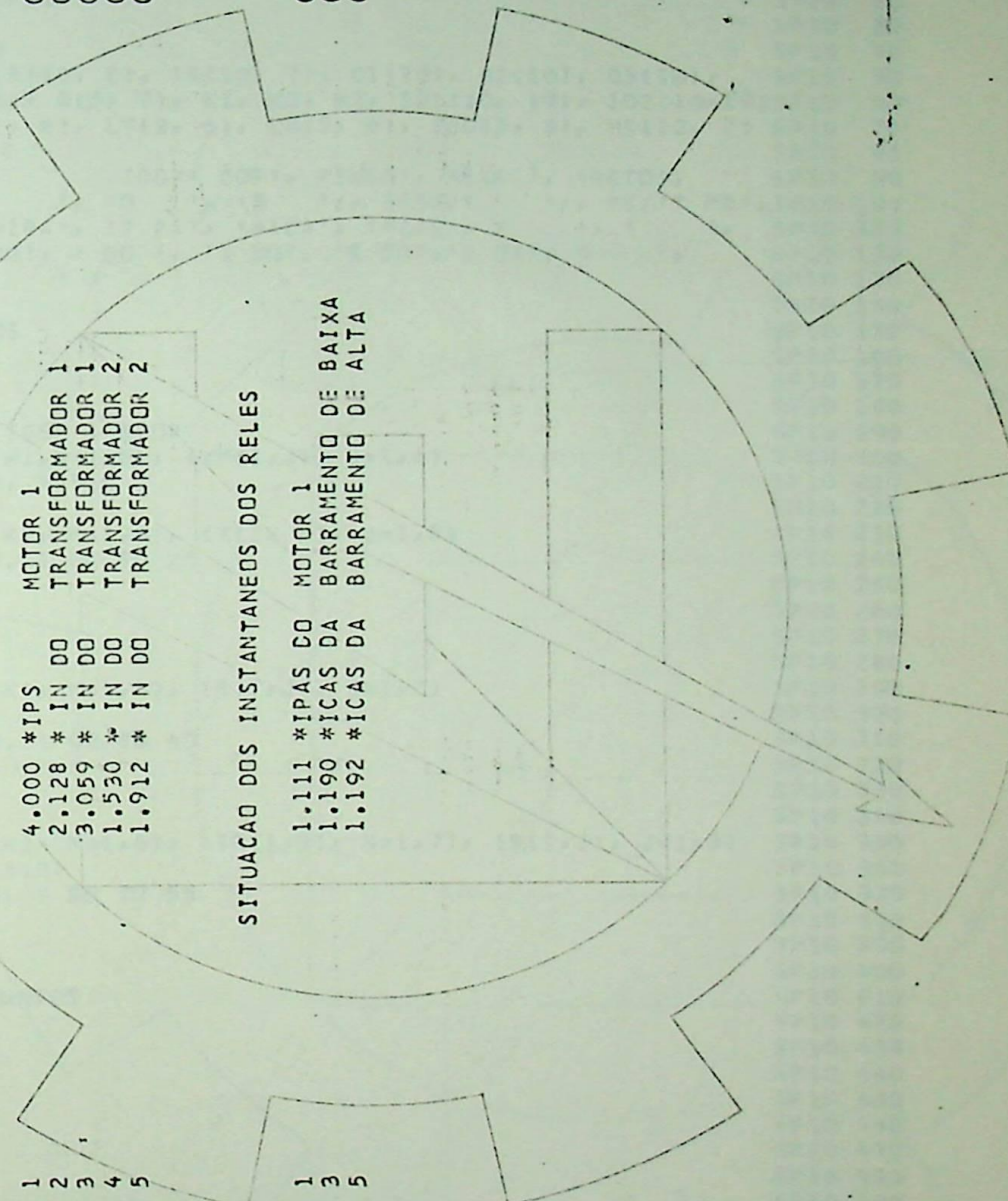
SITUACAO DOS INSTANTANEOS DOS RELES

RELE 1  
 RELE 3  
 RELE 5

1.111 \*IPAS CO MOTOR 1  
 1.190 \*ICAS DA BARRAMENTO DE BAIXA  
 1.192 \*ICAS DA BARRAMENTO DE ALTA

CORRETO  
 CORRETO  
 CORRETO  
 CORRETO

STOP !



C	PROGRAMA SP10	SP10 10
C	J ABEL LCS EFEI	SP10 20
		SP10 30
	DIMENSION ISIST(10)	SP10 40
	COMMON R(10, 10), LR(10, 8), IR(10, 7), D1(20), D2(10), D3(10),	SP10 50
	1 XM(1, 10), T(3, 15), B(5, 7), K1, K2, K3, ID1(20, 19), ID2(10, 19)	SP10 60
	2 , ID3(10, 19), M(1, 6), LT(3, 6), LB(5, 6), IDG(3, 3), MS(10, 2)	SP10 70
		SP10 80
	DATA	SP10 90
	1 'RRET', 'ISSIVI', ' ', 'ID', 'ID', 'IESP', ' ', 'MS/IT MA',	SP10 100
	2 'T AS', '*INI', '*IPA', 'T PA', '*ICA', '*IPS', ' ', ' ', ' ',	SP10 110
	3 ' ', 'G DO', 'A DO', 'DO', 'S DO', 'R DO', 'S DA', ' ', ' ',	SP10 120
	4 ' ', ' ', ' ', ' ', ' ', ' ', ' ', ' ', ' ', ' ', ' ',	SP10 130
		SP10 140
C	LEITURA DOS DADOS	SP10 150
	1 READ(12, 5) ISIST	SP10 170
	5 FORMAT(10A4)	SP10 180
	IF ( ISIST(1) .EQ. IESP ) STOP	SP10 190
	READ(12, 10) (M(1, K), K=1,6), (XM(1, J), J=1,6)	SP10 200
	10 FORMAT (6A4, 3F10.0, 3F5.0)	SP10 210
	DO 20 I = 1, 3	SP10 220
	READ(12, 15) (LT(I, K), K=1,6), (T(I, J), J=1,5)	SP10 230
	IF ( T(I, 1) .EQ. 0. ) GO TO 25	SP10 240
	15 FORMAT (6A4, 5F5.0)	SP10 250
	20 CONTINUE	SP10 260
	25 NT = I - 1	SP10 270
	DO 35 I = 1, 5	SP10 280
	READ(12, 30) (LB(I, K), K=1,6), (B(I, J), J=1,2)	SP10 290
	30 FORMAT(6A4, 2F10.0)	SP10 300
	IF ( B(I, 1) .EQ. 0. ) GO TO 40	SP10 310
	35 CONTINUE	SP10 320
	40 NB = I - 1	SP10 330
	41 DO 50 I = 1, 10	SP10 340
	READ(12, 45) (LR(I, K), K=1,6), (IR(I, N), N=1,7), (R(I, J), J=1,3)	SP10 350
	45 FORMAT(6A4, 7I5, 3F5.0)	SP10 360
	IF ( R(I, 1) .EQ. 0. ) GO TO 55	SP10 370
	50 CONTINUE	SP10 380
	55 NR = I - 1	SP10 390
		SP10 400
		SP10 410
C	ZERAGEM DOS CONJUNTOS	SP10 420
	K1 = 0	SP10 430
	K2 = 0	SP10 440
	K3 = 0	SP10 450
	DO 56 I = 1, 20	SP10 460
	56 D1(I) = 0.	SP10 470
	DO 58 J = 1, 19	SP10 480
	DO 57 I = 1, 20	SP10 490
	57 ID1(I, J) = IESP	SP10 500
	DO 58 I = 1, 10	SP10 510
	ID2(I, J) = IESP	SP10 520
	58 ID3(I, J) = IESP	SP10 530
	DO 59 I = 1, 10	SP10 540
	D2(I) = 0.	SP10 550
	59 D3(I) = 0.	SP10 560
		SP10 570
	CALL TRELE(NR)	SP10 580
		SP10 590
C	IMPRESSAO DO CABECALHO COM OS DADOS	SP10 600
		SP10 610

```

WRITE(1, 60) ISIST SP10 620
60 FORMAT(1H1 // 20X, 'TESTE DE SELETIVIDADE DA PROTECAO DE SOBRECORRSP10 630
LENTE DE FASE DE SISTEMA INDUSTRIAL' / 41X, 'LABORATORIO DE COMPUTAS10 640
2CAD E SIMULACAO' / 40X, 'ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBA' SP10 650
3 // 30X, 'SISTEMA', 2X, 10A4 // ) SP10 660
IF ( XM(1, 1) .NE. 0. ) WRITE(1, 65) (M(1, K), K=1,6), (XM(1, J), SP10 670
1 J=1,4) SP10 680
65 FORMAT(50X, 6A4 // 5X, 'POTENCIA', F10.0, ' HPI', 5X, 'CORRENTE NOMSP10 690
1INAL', F8.1, ' A', 5X, 'CORRENTE DE PARTIDA', F8.1, ' A', 5X, SP10 700
2 'TEMPO DE PARTIDA', F4.1, ' S' // ) SP10 710
WRITE(1, 70) SP10 720
70 FORMAT(54X, 'TRANSFORMADORES' // 16X, 'NUM', 10X, 'DESIGNACAO', SP10 730
1 10X, 'POTENCIA IMPEDANCIA TENSAD PRIM TENSAD SEC SOBREC' SP10 740
2 / 51X, 'MVA', 7X, 'PORCENTO', 9X, 'KV', 12X, 'KV' / ) SP10 750
DO 75 I = 1, NT SP10 760
75 WRITE(1, 80) I, (LT(I, K), K=1,6), (T(I, J), J=1,5) SP10 770
80 FORMAT(17X, I1, 3X, 6A4, 4X, F6.2, 9X, F3.1, 2( 9X, F5.1), 5X, SP10 780
1 F5.2) SP10 790
WRITE(1, 85) SP10 800
85 FORMAT( // 55X, 'BARRAMENTOS' // 32X, 'NUM', 10X, 'DESIGNACAO', SP10 810
1 10X, 'TENSAD(KV)', 9X, 'ICC(A)' / ) SP10 820
DO 90 I = 1, NB SP10 830
90 WRITE(1, 95) I, (LB(I, K), K=1,6), (B(I, J), J=1,2) SP10 840
95 FORMAT(33X, I1, 4X, 6A4, 5X, F6.2, 9X, F8.0) SP10 850
WRITE(1, 100) SP10 860
100 FORMAT( // 58X, 'RELES' // 5X, 'NUM', 10X, 'DESIGNACAO', 12X, SP10 870
1 'TIPO', 7X, 'TC', 5X, 'TAPE', 5X, 'INST', 4X, 'SIT', 3X, 'A JUST', SP10 880
2 3X, 'A MON', 4X, 'TD', 4X, 'TEMP', 2X, 'TENSAD' / ) SP10 890
DO 105 I=1, NR SP10 900
105 WRITE(1, 110) I, (LR(I,K), K=1,8), (IR(I,N), N=2,7), (R(I,J), SP10 910
1 J=1,3) SP10 920
110 FORMAT(6X, I1, 4X, 6A4, 3X, 2A4, 3X, I5, 5X, I2, 5X, I4, 6X, I1, SP10 930
1 6X, I1, 7X, I1, 3X, F6.2, 3X, F4.2, 2X, F6.2) SP10 940
SP10 950
C CALCULOS PRELIMINARES SP10 960
C TENSAD DE REFERENCIA SP10 970
VR = B(1, 1) SP10 980
C CORRENTE DE PARTIDA ASSIMETRICA DO MOTOR SP10 990
P1 = 1.25 SP101000
IF ( XM(1, 6) .GT. 0.4 ) P1 = 1.5 SP101010
IF ( XM(1, 6) .GT. 5.0 ) P1 = 1.6 SP101020
IF ( XM(1, 6) .GT. 15. ) P1 = 1.8 SP101030
XM(1, 5) = XM(1, 3) * P1 SP101040
C CORRENTES DE CURTO DAS BARRAS REFERIDAS A VR. SP101050
DO 115 I = 1, NB SP101060
B(I, 3) = B(I, 2) * B(I, 1) / VR SP101070
P2 = 1.5 SP101080
IF(B(1, 1) .GT. 5. ) P2 = 1.6 SP101090
115 B(I, 4) = P2 * B(I, 3) SP101100
C CORRENTES DE ACIONAMENTO E DOS INSTANTANEOS DOS RELES SP101110
C TEMPOS NAS CORRENTES DOS INSTANTANEOS E DE CC DAS BARRAS SP101120
DO 120 I = 1, NR SP101130
P2 = IR(I, 2) * R(I, 3) / VR SP101140
SP101150
SP101160
SP101170
SP101180
SP101190
SP101200
SP101210
SP101220

```

```

R(I, 4) = P2 * IR(I, 3)
IF ( IR(I, 4) .EQ. 0 ) GO TO 118
R(I,5) = P2 * IR(I, 4)

R (I,7) = TE (I, R(I, 5), R(I, 1), R(I, 4), 0., 0.)
GO TO 120
118 R(I,6) = TE(I, B(IR(I,6),3),R(I,1),R(I,4),0.,0.)
120 CONTINUE

C      SOBRECARGAS MAXIMAS . DOS TRAFOS

DO 130 I = 1, NT
T(I, 7 ) = 2.5
DO 125 J = 1, NR
IF(IR(J, 5) .NE. 2 ) GO TO 125
IF(IR(J, 7) .NE. 1 ) GO TO 125
T(I, 6 ) = 4.
IF(T(I, 2) .LT. 6. ) T(I, 6 ) = 6.
GO TO 130
125 CONTINUE
T(I, 6 ) = 2.5
130 CONTINUE

C      CORRENTES NOMINAIS REFERIDAS A VR, PONTOS ASA E IMAG. DOS TRAFOS
DO 135 I = 1, NT
T(I, 8 ) = T (I, 1 ) * 1000. / (1.732 * VR )
T(I, 11 ) = 8 . * T(I, 8 )
CALL ANSI( T(I, 2 ) , P1, T(I, 10 ))
135 T(I, 9 ) = P1 * T(I, 8 )

C      VERIFICACAO DOS RELES
DO 160 I=1,NR
IND = IR(I, 5)
GO TO (145, 150, 155), IND
145 CALL SIT10(I)
GO TO 160
150 CALL SIT20(I)
GO TO 160
155 CALL SIT30(I)
160 CONTINUE

C      IMPRESSAO DOS RESULTADOS
WRITE(1,190)
190 FORMAT(1H1//37X,'TEMPOS DE ATUACAO DOS RELES COMO RETAGUARDA'//)
DO 195 I=2,NR
195 WRITE(1,196)(LR(I,J),J=1,6),R(I,8)
196 FORMAT(45X,6A4,F5.2,' S' )
WRITE(1,200)
200 FORMAT( //47X,'INTERVALOS DE TEMPORIZACAO'//44X,'ENTRE',51X,'DIAS'
IGNOSTICO'//)
DO 205 I=1,K1
205 WRITE(1,210) (ID1 (I,J), J=1,16), D1(I), (ID1(I,J),J=17,19)
210 FORMAT(10X,2A4,2X,6A4,' E ', 2A4, 2X, 6A4, 5X, F6.2, ' S', 7X,
1 3A4 )
WRITE(1,215)
215 FORMAT(///35X,'SITUACAO DAS CORRENTES DE ACIONAMENTO DOS RELES'//)
DO 220 I= 1,K2
220 WRITE(1,225)(ID2(I,J), J=3,8), D2(I), (ID2(I,J), J=9,19)

```

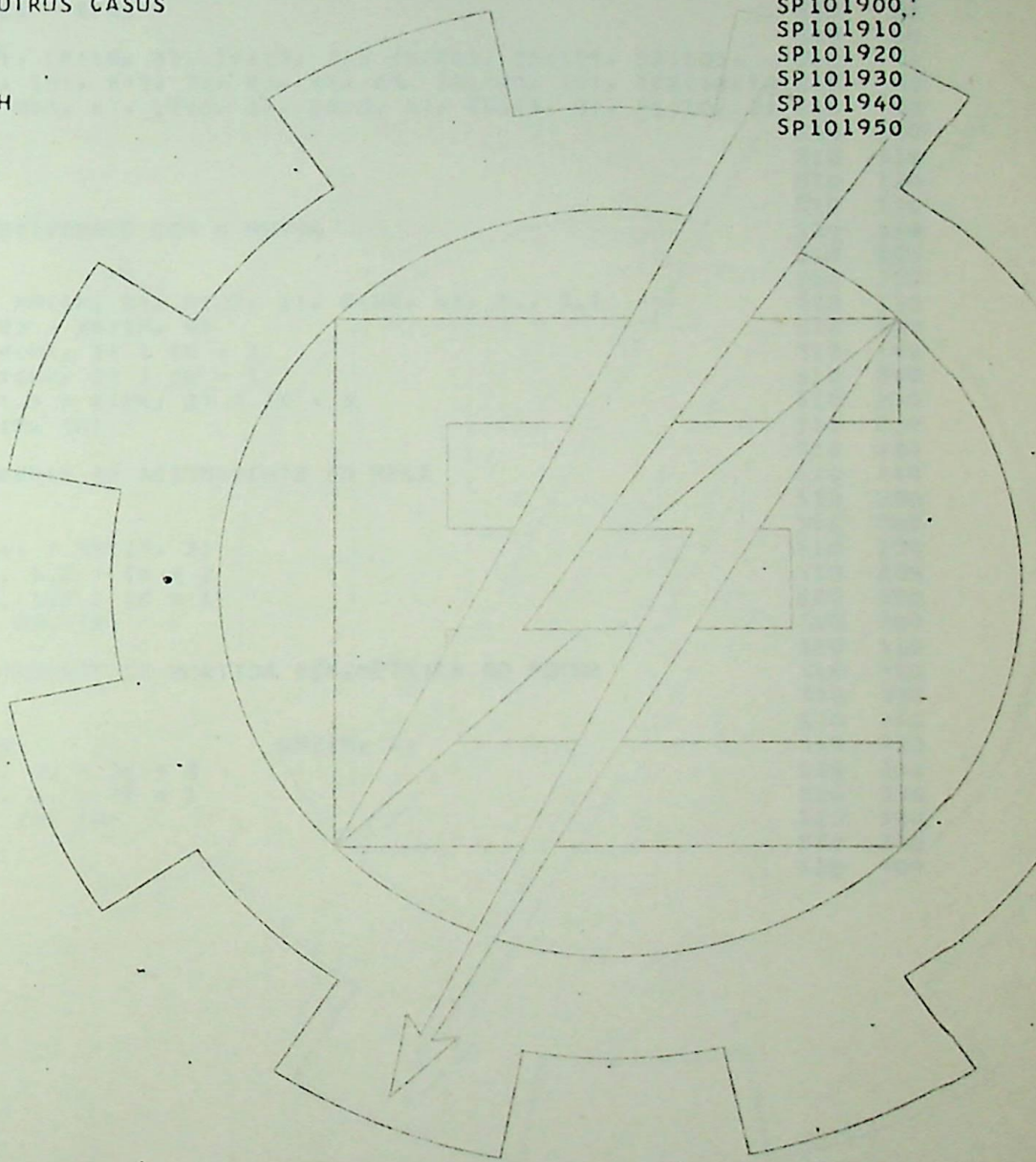
```

SP101230
SP101240
SP101250
SP101260
SP101270
SP101280
SP101290
SP101300
SP101310
SP101320
SP101330
SP101340
SP101350
SP101360
SP101370
SP101380
SP101390
SP101400
SP101410
SP101420
SP101430
SP101440
SP101450
SP101460
SP101470
SP101480
SP101490
SP101500
SP101510
SP101520
SP101530
SP101540
SP101550
SP101560
SP101570
SP101580
SP101590
SP101600
SP101610
SP101620
SP101630
SP101640
SP101650
SP101660
SP101670
SP101680
SP101690
SP101700
SP101710
SP101720
SP101730
SP101740
SP101750
SP101760
SP101770
SP101780
SP101790
SP101800
SP101810
SP101820
SP101830

```

```
225 FORMAT(20X,6A4, 3X, F6.3, 1X, 2A4, 2X, 6A4, 13X,3A4)
    WRITE(1,230)
230 FORMAT(///42X,'SITUACAO DOS INSTANTANEOS DOS RELES'/)
    DO 235 I=1, K3
235 WRITE(1,225)(ID3(I,J),J=3,8), D3(I),(ID3(I,J), J=9,19)
C     TESTE DE SE HA OUTROS CASOS
    READ(12,240) ICH
240 FORMAT(I1)
    GO TO (1,41), ICH
    END
```

```
SP101840
SP101850
SP101860
SP101870
SP101880
SP101890
SP101900
SP101910
SP101920
SP101930
SP101940
SP101950
```



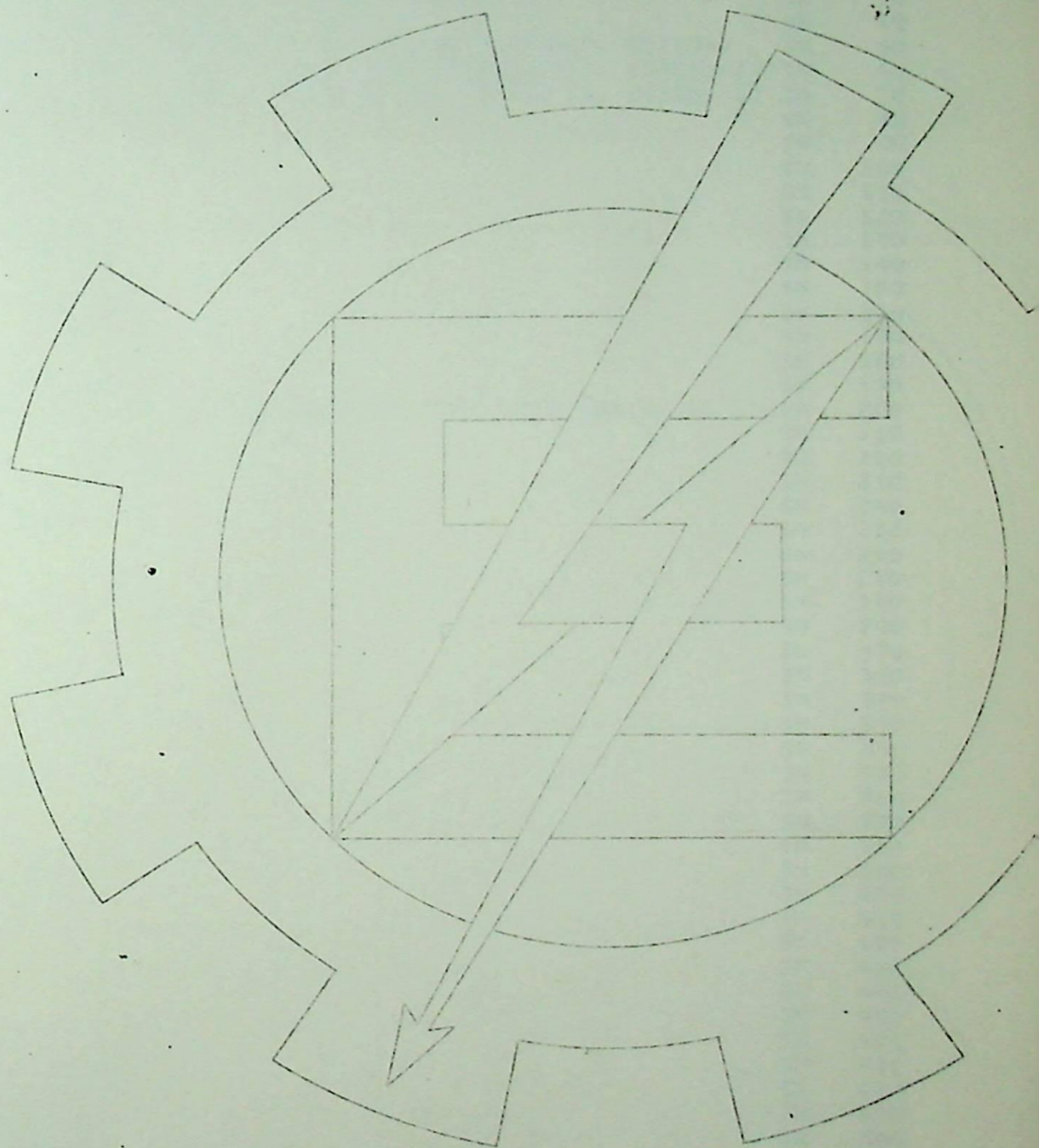
	SUBROUTINE SIT10(NR)	S10	10
		S10	20
C	SUB-ROTINA QUE VERIFICA RELES COLOCADOS ENTRE UM MOTOR	S10	30
C	E UM BARRAMENTO OU UM TRANSFORMADOR - SEGUNDA VERSAO	S10	40
C	J ABEL    LCS    EFEI	S10	50
		S10	60
	COMMON R(10, 10), LR(10, 8), IR(10, 7), D1(20), D2(10), D3(10),	S10	70
	1 XM(1, 10), T(3, 15), B(5, 7), K1, K2, K3, ID1(20, 19), ID2(10, 19)	S10	80
	2 , ID3(10, 19), M(1, 6), LT(3, 6), LB(5, 6), IDG(3, 3), MS(10, 2)	S10	90
		S10	100
	IM = IR(NR, 6)	S10	110
	IT = IR(NR, 7)	S10	120
		S10	130
C	TESTE DA SELETIVIDADE COM O MOTOR	S10	140
		S10	150
	K1 = K1 + 1	S10	160
	R(NR, 8) = TE(NR, XM(IM, 3), R(NR, 1), R(NR, 4), 0., 0.)	S10	170
	D1(K1) = R(NR, 8) - XM(IM, 4)	S10	180
	IF(D1(K1) .LT. R(NR, 2) ) IK = 2	S10	190
	IF(D1(K1) .GE. R(NR, 2) ) IK = 1	S10	200
	IF(D1(K1) .GT. 1.5 * R(NR, 2) ) IK = 3	S10	210
	CALL SN(1, NR, IM, IK)	S10	220
		S10	230
C	TESTE DA CORRENTE DE ACIONAMENTO DO RELE	S10	240
		S10	250
	K2 = K2 + 1	S10	260
	D2(K2) = R(NR, 4) / XM(IM, 2)	S10	270
	IF ( D2(K2) .LT. 1.2 ) IK = 2	S10	280
	IF ( D2(K2) .GE. 1.2 ) IK = 1	S10	290
	CALL SN(10, NR, IM, IK)	S10	300
		S10	310
C	TESTE DA CORRENTE DE PARTIDA ASSIMETRICA DO MOTOR	S10	320
		S10	330
	K3 = K3+1	S10	340
	D3(K3) = R(NR, 5) / XM(IM, 5)	S10	350
	IF ( D3(K3) .LT. 1. ) IK = 2	S10	360
	IF ( D3(K3) .GT. 1. ) IK = 1	S10	370
	CALL SN(11, NR, IM, IK)	S10	380
	RETURN	S10	390
	END	S10	400



	SUBROUTINE SIT30(NR)	S30	10
		S30	20
		S30	30
C	SUB-ROTINA QUE VERIFICA RELES COLOCADOS ENTRE TRAFD E BARRAMES	S30	40
		S30	50
C	J. ABEL LCS EFEI	S30	60
		S30	70
	COMMON R(10, 10), LR(10, 8), IR(10, 7), D1(20), D2(10), D3(10),	S30	80
	1 XM(1, 10), T(3, 15), B(5, 7), K1, K2, K3, ID1(20, 19), ID2(10, 19)	S30	90
	2, ID3(10, 19), M(1, 6), LT(3, 6), LB(5, 6), IDG(3, 3), MS(10, 2)	S30	100
		S30	110
	IT = IR(NR, 6)	S30	120
	IB = IR(NR, 7)	S30	130
		S30	140
C	TESTE DA SELETIVIDADE COM O RELE ANTERIOR	S30	150
		S30	160
	K1 = K1 + 1	S30	170
	IB1 = IB - 1	S30	180
	NR1 = NR - 1	S30	190
	R(NR, 8) = TE(NR, B(IB1, 3), R(NR, 1), R(NR, 4), 0., 0.)	S30	200
	D1(K1) = R(NR, 8) - R(NR1, 6)	S30	210
	IF(D1(K1) .LT. R(NR, 2)) IK = 2	S30	220
	IF(D1(K1) .GE. R(NR, 2)) IK = 1	S30	230
	IF(D1(K1) .GT. 1.5 * R(NR, 2)) IK = 3	S30	240
	CALL SN(2, NR, NR1, IK)	S30	250
		S30	260
C	TESTE DO PONTO IMAG DO TRAFD	S30	270
		S30	280
	K1 = K1 + 1	S30	290
	D1(K1) = TE(NR, T(IT, 11), R(NR, 1), R(NR, 4), 0., 0.) - 0.1	S30	300
	IF(D1(K1) .LT. 0.) IK = 2	S30	310
	IF(D1(K1) .GE. 0.) IK = 1	S30	320
	CALL SN(3, NR, IT, IK)	S30	330
		S30	340
C	TESTE DO PONTO ASA DO TRAFD	S30	350
		S30	360
	K1 = K1 + 1	S30	370
	D1(K1) = T(IT, 10) - TE(NR, T(IT, 9), R(NR, 1), R(NR, 4),	S30	380
	1 0., 0.)	S30	390
	IF(D1(K1) .LT. 0.) IK = 2	S30	400
	IF(D1(K1) .GE. 0.) IK = 1	S30	410
	CALL SN(4, IT, NR, IK)	S30	420
		S30	430
C	TESTE DA SOBRECARGA DO TRAFD	S30	440
		S30	450
	K2 = K2 + 1	S30	460
	D2(K2) = R(NR, 4) / T(IT, 8)	S30	470
	IF(D2(K2) .LE. T(IT, 6)) IK = 1	S30	480
	IF(D2(K2) .GT. T(IT, 6)) IK = 2	S30	490
	CALL SN(9, NR, IT, IK)	S30	500
		S30	510
C	TESTE DO INSTANTANEO	S30	520
		S30	530
	K3 = K3 + 1	S30	540
	D3(K3) = R(NR, 5) / B(IB1, 4)	S30	550
	IF(D3(K3) .LT. 1.) IK = 2	S30	560
	IF(D3(K3) .GE. 1.) IK = 1	S30	570
	CALL SN(12, NR, IB, IK)	S30	580
	RETURN	S30	590

END

S30 600



W. H. F. S. M. A. - ED. 1938 - 240 - 100 - 100 - 100 - 100

ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA

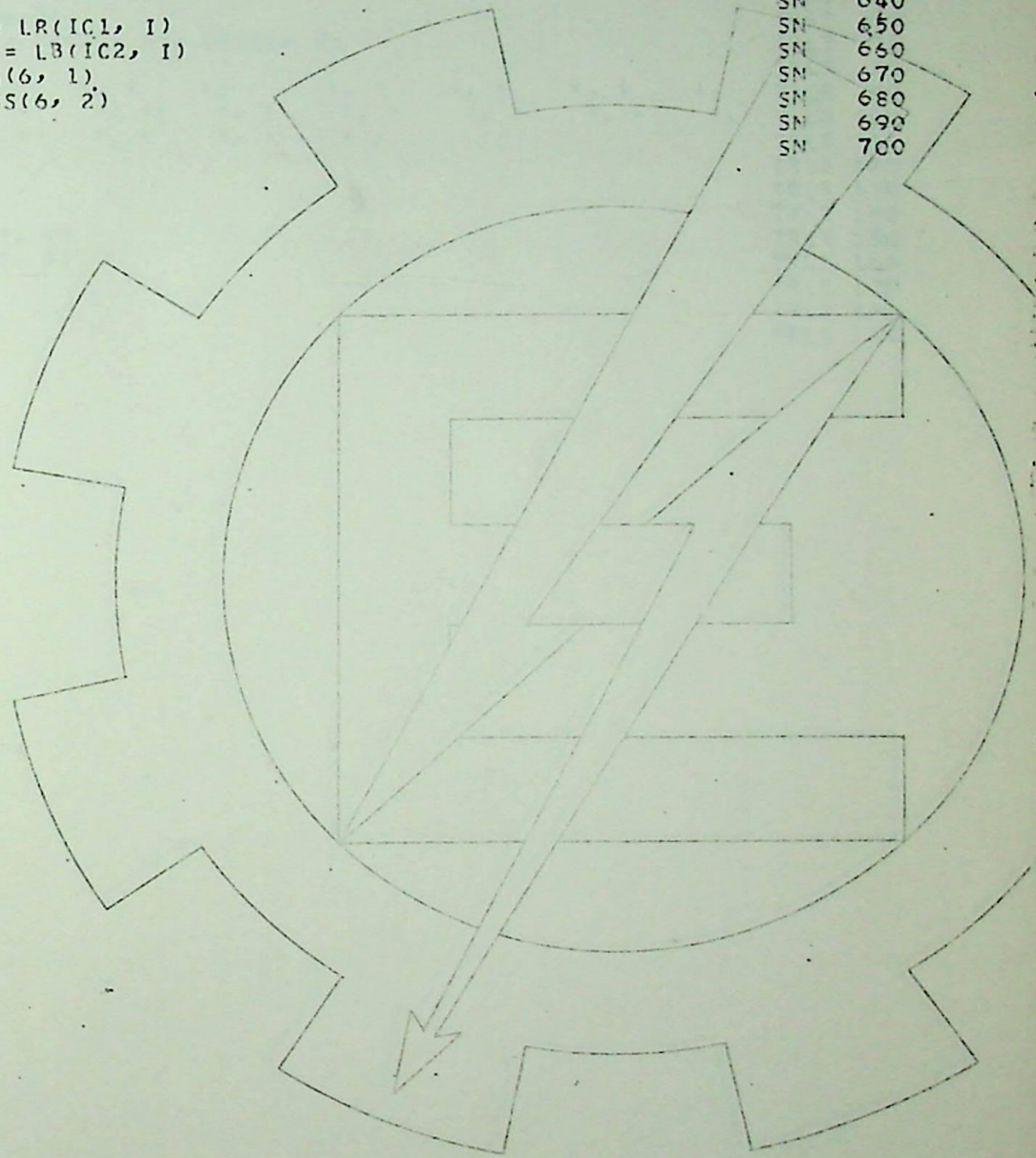
	SUBROUTINE	SN (IC, IC1, IC2, IK)	SN	10
			SN	20
C	SUB-ROTINA QUE PREENCHE OS CONJUNTOS ID1, ID2 E ID3.		SN	30
			SN	40
	COMMON R(10, 10), LR(10, 8), IR(10, 7), D1(20), D2(10), D3(10),		SN	50
	1 XM(1, 10), T(3, 15), B(5, 7), K1, K2, K3, ID1(20, 19), ID2(10, 19)		SN	60
	2 , ID3(10, 19), M(1, 6), LT(3, 6), LB(5, 6), IDG(3, 3), MS(10, 2)		SN	70
	3, ITP(10), XLI(2), LI(2), VR		SN	80
			SN	90
	IF(IC, LT, 9) GO TO 7		SN	100
	IF(IC, LT, 11) GO TO 4		SN	110
	DO 1 I=1, 3		SN	120
	1 ID3(K3, I+16)=IDG(IK, I)		SN	130
	GO TO 9		SN	140
	4 DO 5 I=1, 3		SN	150
	5 ID2(K2, I+16) = IDG(IK, I)		SN	160
	GO TO 9		SN	170
	7 DO 8 I= 1, 3		SN	180
	8 ID1(K1, I+16)=IDG(IK, I)		SN	190
	9 GO TO (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120 ), IC		SN	200
	10 DO 15 I= 1, 6		SN	210
	IC1 (K1, I+2) = LR(IC1, I)		SN	220
	15 ID1( K1, I+10) = M(IC2, I)		SN	230
	ID1(K1, 9) = MS(5, 1)		SN	240
	ID1 (K1, 10) = MS(5, 2)		SN	250
	RETURN		SN	260
	20 DO 25 I= 1, 6		SN	270
	ID1 (K1, I+2) = LR(IC1, I)		SN	280
	25 ID1 (K1, I+10) = LR(IC2, I)		SN	290
	RETURN		SN	300
	30 DO 35 I= 1, 6		SN	310
	ID1 (K1, I+2) = LR(IC1, I)		SN	320
	35 ID1 (K1, I+10) = LT(IC2, I)		SN	330
	ID1 (K1, 9) = MS(1, 1)		SN	340
	ID1 (K1, 10) = MS(1, 2)		SN	350
	RETURN		SN	360
	40 DO 45 I= 1, 6		SN	370
	ID1 (K1, I+ 2) = LT(IC1, I)		SN	380
	45 ID1(K1, I+10) = LR(IC2, I)		SN	390
	ID1 (K1, 1) = MS(2, 1)		SN	400
	ID1 (K1, 2) = MS(2, 2)		SN	410
	50 RETURN		SN	420
	60 RETURN		SN	430
	70 RETURN		SN	440
	80 RETURN		SN	450
	90 DO 95 I= 1, 6		SN	460
	ID2 (K2, I+ 2) = LR(IC1, I)		SN	470
	95 ID2 (K2, I+ 10) = LT(IC2, I)		SN	480
	ID2 (K2, 9) = MS(3, 1)		SN	490
	ID2 (K2, 10) = MS(3, 2)		SN	500
	RETURN		SN	510
	100 DO 105 I = 1, 6		SN	520
	ID2(K2, I+2) = LR(IC1, I)		SN	530
	105 ID2(K2, I+10) = M(IC2, I)		SN	540
	ID2(K2, 9) = MS(7, 1)		SN	550
	ID2(K2, 10) = MS(7, 2)		SN	560
	RETURN		SN	570

```

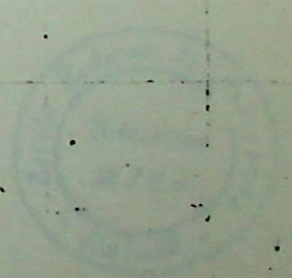
110 DO 115 I=1,6
    ID3 (K3, I+ 2) = LR(IC1, I)
115 ID3 (K3, I+ 10) = M(IC2, I)
    ID3 (K3, 9) = MS (4, 1)
    ID3 (K3, 10) = MS(4, 2)
    RETURN
120 DO 125 I= 1,6
    ID3 (K3, I+ 2) = LR(IC1, I)
125 ID3 (K3, I+ 10) = LB(IC2, I)
    ID3 (K3, 9) = MS(6, 1)
    ID3 (K3, 10) = MS(6, 2)
    RETURN
END
    
```

```

SN 580
SN 590
SN 600
SN 610
SN 620
SN 630
SN 640
SN 650
SN 660
SN 670
SN 680
SN 690
SN 700
    
```



ESCOLA FEDERAL





FUNCTION TE(NR, PA1, PA2, PA3, PA4, PA5)

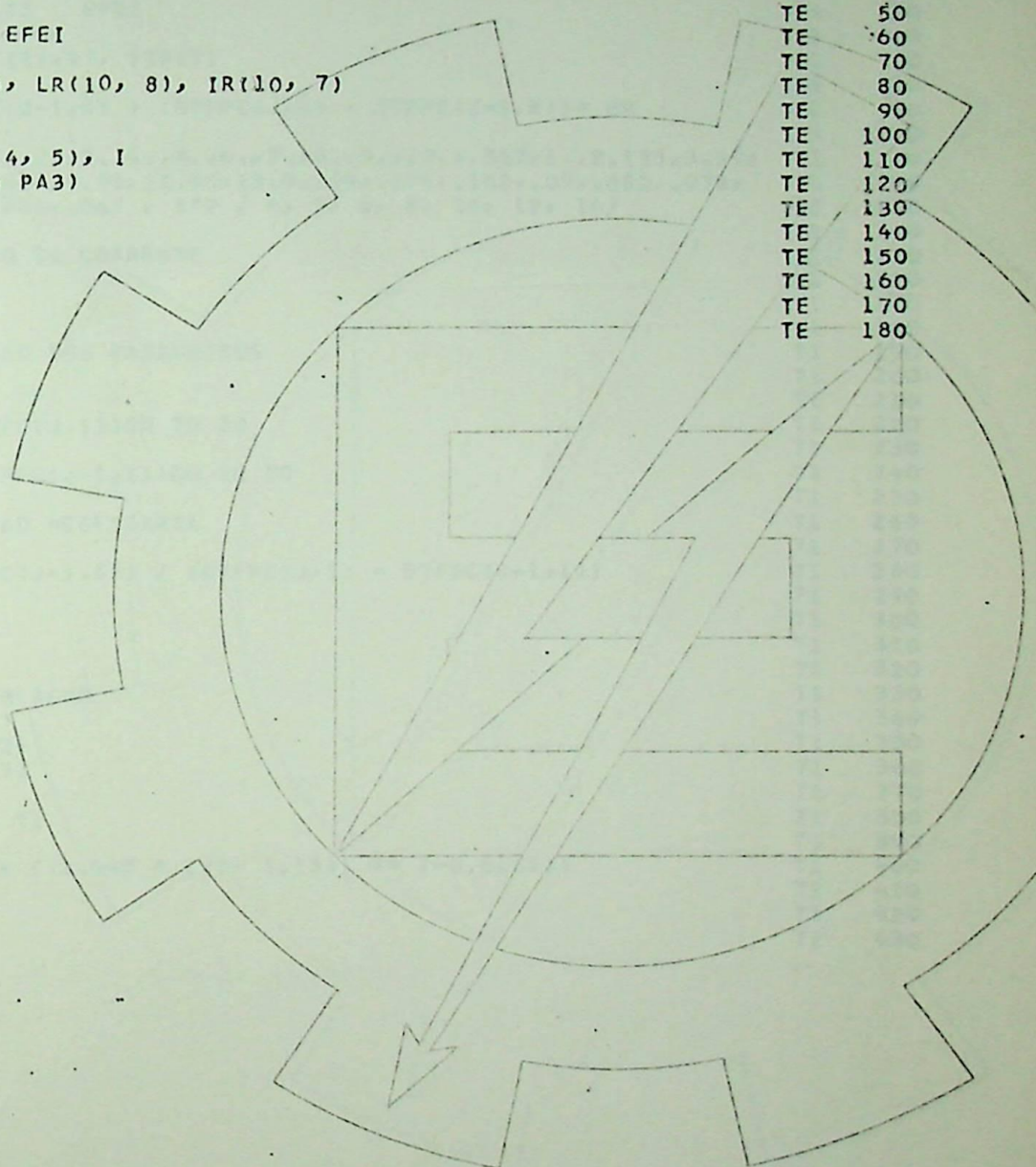
C            FUNCAO QUE CHAMA AS FUNCOES QUE REPRESENTAM CARACTERISTICAS  
C            DE RELES

C            J ABEL LCS EFEI

COMMON R(10, 10), LR(10, 8), IR(10, 7)

I = IR(NR, 1)  
GO TO (1, 2, 3, 4, 5), I  
1 TE= T1(PA1, PA2, PA3)  
  RETURN  
2 RETURN  
3 RETURN  
4 RETURN  
5 RETURN  
END

TE 10  
TE 20  
TE 30  
TE 40  
TE 50  
TE 60  
TE 70  
TE 80  
TE 90  
TE 100  
TE 110  
TE 120  
TE 130  
TE 140  
TE 150  
TE 160  
TE 170  
TE 180



```

FUNCTION T1(XI, TD, XIOR )
C          FUNCAO QUE REPRESENTA A CARACTERISTICA DO RELE IAC 51
C          J ABEL   LCS   EFEI
DIMENSION DTFPC(11,3), ITP(7)
EXPR(K) = DTFPC(J-1,K) + (DTFPC(J,K) - DTFPC(J-1,K))* XM
DATA DTFPC/.5,1.,2.,3.,4.,5.,6.,7.,8.,9.,10.,.567,1.,2.135,3.13,
14.35,5.65,6.94,8.4,9.96,11.85,13.6,.19,.154,.102,.09,.082,.078,
2.073,.07,.065,.061,.06/ , ITP / 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16/
C          ESCALAMENTO DA CORRENTE
XI = XI / XIOR
C          DETERMINACAO DOS PARAMETROS
DO 10 J=2,11
IF (TD .LT. DTFPC(J,1))GO TO 20
10 CONTINUE
20 IF ( TD .EQ. DTFPC(J-1,1))GO TO 50
C          INTERPOLACAO NECESSARIA
XM = (TD - DTFPC(J-1,1)) / (DTFPC(J,1) - DTFPC(J-1,1))
PR1 = EXPR(2)
PR2 = EXPR(3)
GO TO 100
C          SEM INTERPOLACAO
50 PR1= DTFPC(J-1,2)
PR2= DTFPC(J-1,3)
C          CALCULO DE T1
100 T1= PR1 * (PR2 + ((2.645 * (XI- 1.13)) ** (-0.616)))
XI = XI * XIOR
RETURN
END

```

```

T1 10
T1 20
T1 30
T1 40
T1 50
T1 60
T1 70
T1 80
T1 90
T1 100
T1 110
T1 120
T1 130
T1 140
T1 150
T1 160
T1 170
T1 180
T1 190
T1 200
T1 210
T1 220
T1 230
T1 240
T1 250
T1 260
T1 270
T1 280
T1 290
T1 300
T1 310
T1 320
T1 330
T1 340
T1 350
T1 360
T1 370
T1 380
T1 390
T1 400
T1 410
T1 420
T1 430

```

SUBROUTINE ANSI (ZTR,PMULT,TASA)

C           SUBROTINA PARA FIXAR OS PONTOS ASA DOS TRAFOS  
C           J ABEL   LCS   EFEI

```

IF ( ZTR .LT. 4. ) GO TO 1
IF ( ZTR .GT. 7. ) GO TO 2
PMULT=100./ZTR
TASA = ZTR-2.
RETURN
1 PMULT=25.
  TASA=2.
  RETURN
2 PMULT=14.3
  TASA=5.
  RETURN
END
    
```

ANSI 10  
ANSI 20  
ANSI 30  
ANSI 40  
ANSI 50  
ANSI 60  
ANSI 70  
ANSI 80  
ANSI 90  
ANSI 100  
ANSI 110  
ANSI 120  
ANSI 130  
ANSI 140  
ANSI 150  
ANSI 160  
ANSI 170

HP           FEHLERFREI  
KERNspeicherbedarf: 2758 ZELLEN OHNE COMMON

UP SIT10   FEHLERFREI  
KERNspeicherbedarf: 422 ZELLEN OHNE COMMON

UP SIT20   FEHLERFREI  
KERNspeicherbedarf: 366 ZELLEN OHNE COMMON

UP SIT30   FEHLERFREI  
KERNspeicherbedarf: 649 ZELLEN OHNE COMMON

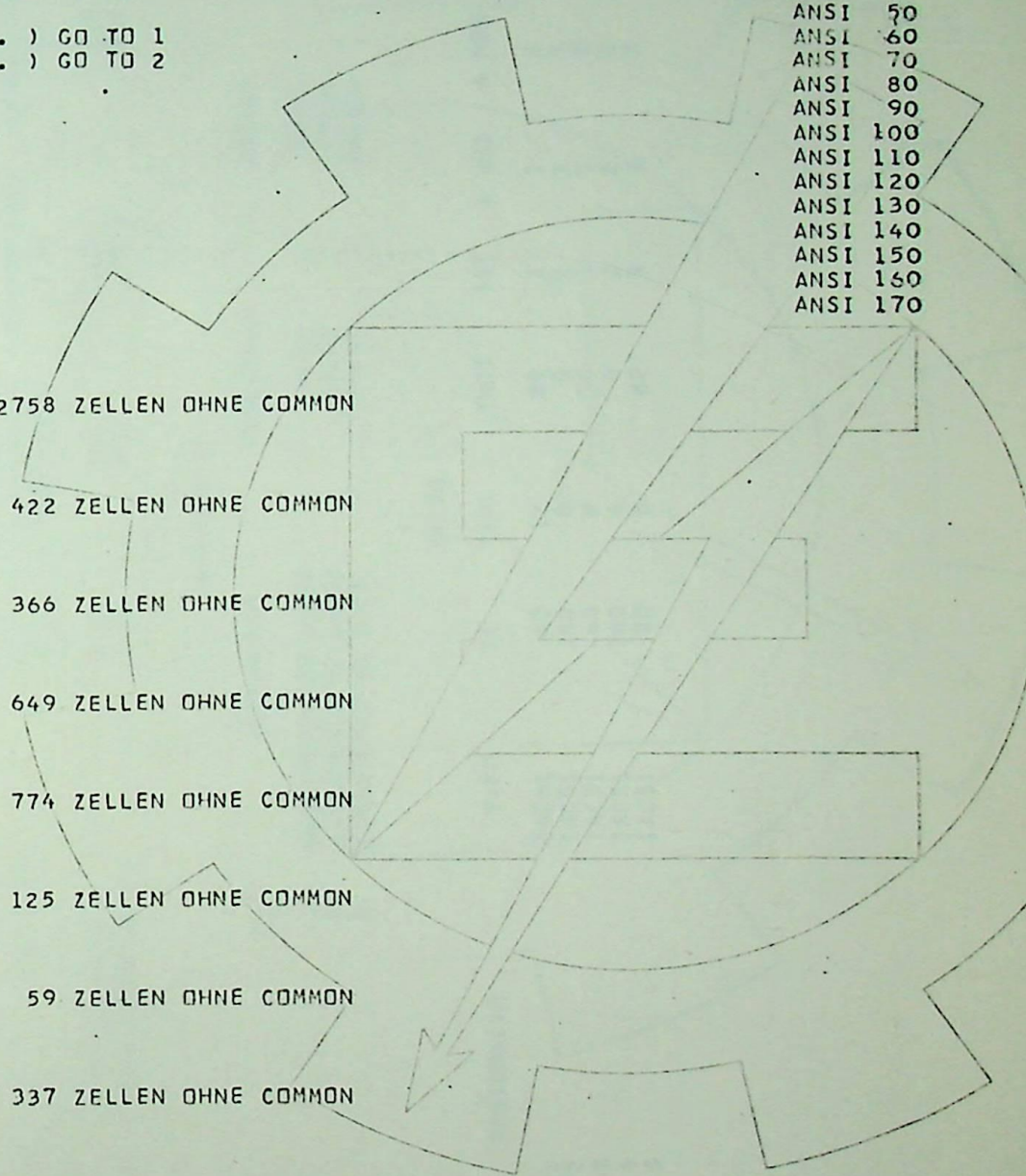
UP SN       FEHLERFREI  
KERNspeicherbedarf: 774 ZELLEN OHNE COMMON

UP TRELE   FEHLERFREI  
KERNspeicherbedarf: 125 ZELLEN OHNE COMMON

UP TE       FEHLERFREI  
KERNspeicherbedarf: 59 ZELLEN OHNE COMMON

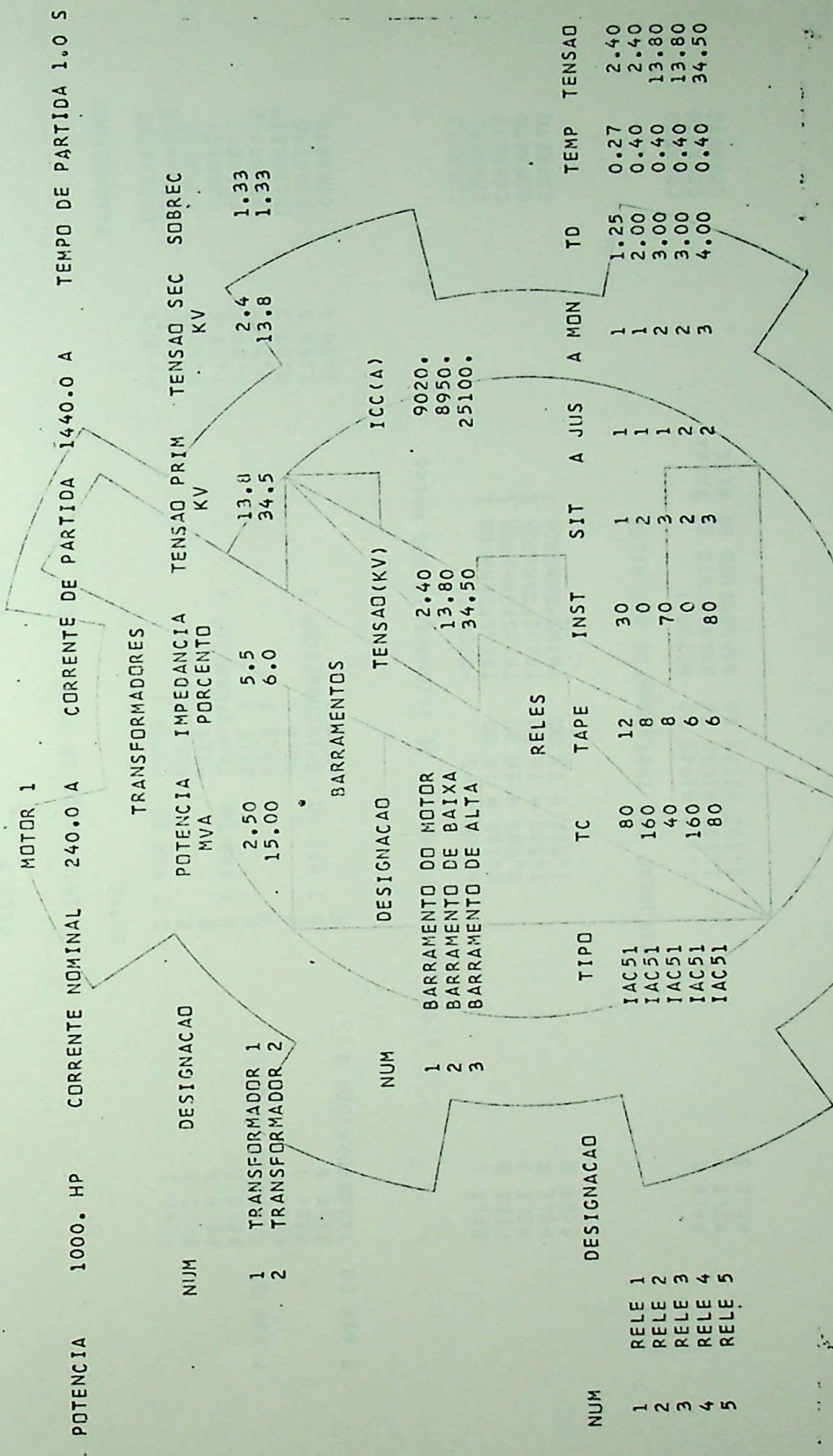
UP T1       FEHLERFREI  
KERNspeicherbedarf: 337 ZELLEN OHNE COMMON

UP ANSI     FEHLERFREI  
KERNspeicherbedarf: 66 ZELLEN OHNE COMMON



TESTE DE SELETIVIDADE DA PROTECAO DE SOBRECORRENTE DE FASE DE SISTEMA INDUSTRIAL  
 LABORATORIO DE COMPUTACAO E SIMULACAO  
 ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBA

SISTEMA EXEMPLO PARA TESTAR O PROGRAMA SPI



POTENCIA 1000. HP    CORRENTE NOMINAL 240.0 A    CORRENTE DE PARTIDA 1440.0 A    TEMPO DE PARTIDA 1.0 S

NUM	DESIGNACAO	POTENCIA MVA	IMPEDANCIA PORCENTO	TENSAD PRIM KV	TENSAD SEC KV	TENSAD SOBREC
1	TRANSFORMADOR 1	2.50	5.5	13.8	2.4	1.33
2	TRANSFORMADOR 2	15.00	6.0	34.5	13.8	1.33

NUM	DESIGNACAO	TENSAD(KV)	ICC(A)
1	BARRAMENTO DO MOTOR	2.40	9020.
2	BARRAMENTO DE BAIXA	13.80	8950.
3	BARRAMENTO DE ALTA	34.50	25100.

NUM	DESIGNACAO	TIPO	TC	TAPE	INST	SIT	A JUS	A MON	TD	TEMP	TENSAD
1	RELE 1	IAC51	80	12	30	1	1	1	1.25	0.27	2.40
2	RELE 2	IAC51	160	8	0	2	1	1	2.00	0.40	2.40
3	RELE 3	IAC51	40	8	70	3	1	2	3.00	0.40	13.80
4	RELE 4	IAC51	160	6	0	2	2	2	3.00	0.40	13.80
5	RELE 5	IAC51	80	6	80	3	2	3	4.00	0.40	34.50

TEMPOS DE ATUACAO DOS RELES COMO RETAGUARDA

RELE 2 1.62 S  
 RELE 3 1.04 S  
 RELE 4 1.48 S  
 RELE 5 1.12 S

INTERVALOS DE TEMPORIZACAO

ENTRE

T ASA DO TRANSFORMADOR 1  
 RELE 1  
 RELE 2  
 RELE 3  
 RELE 3  
 RELE 4  
 RELE 5  
 RELE 5  
 T ASA DO TRANSFORMADOR 2

E T PAR DO MOTOR 1  
 E RELE 1  
 E RELE 2  
 E T MAG DO TRANSFORMADOR 1  
 E RELE 3  
 E RELE 3  
 E RELE 4  
 E T MAG DO TRANSFORMADOR 2  
 E RELE 5

0.48 S  
 0.86 S  
 0.43 S  
 1.53 S  
 2.57 S  
 0.71 S  
 0.37 S  
 1.46 S  
 2.96 S

DIAGNOSTICO

EXCESSIVO  
 EXCESSIVO  
 CORRETO  
 CORRETO  
 CORRETO  
 EXCESSIVO  
 INCORRETO  
 CORRETO  
 CORRETO

SITUACAO DAS CORRENTES DE ACIONAMENTO DOS RELES

RELE 1  
 RELE 2  
 RELE 3  
 RELE 4  
 RELE 5

4.000 \*IPS  
 2.128 \* IN 00  
 3.059 \* IN 00  
 1.530 \* IN 00  
 1.912 \* IN 00

MOTOR 1  
 TRANSFORMADOR 1  
 TRANSFORMADOR 1  
 TRANSFORMADOR 2  
 TRANSFORMADOR 2

CORRETO  
 CORRETO  
 CORRETO  
 CORRETO  
 CORRETO

SITUACAO DOS INSTANTANEOS DOS RELES

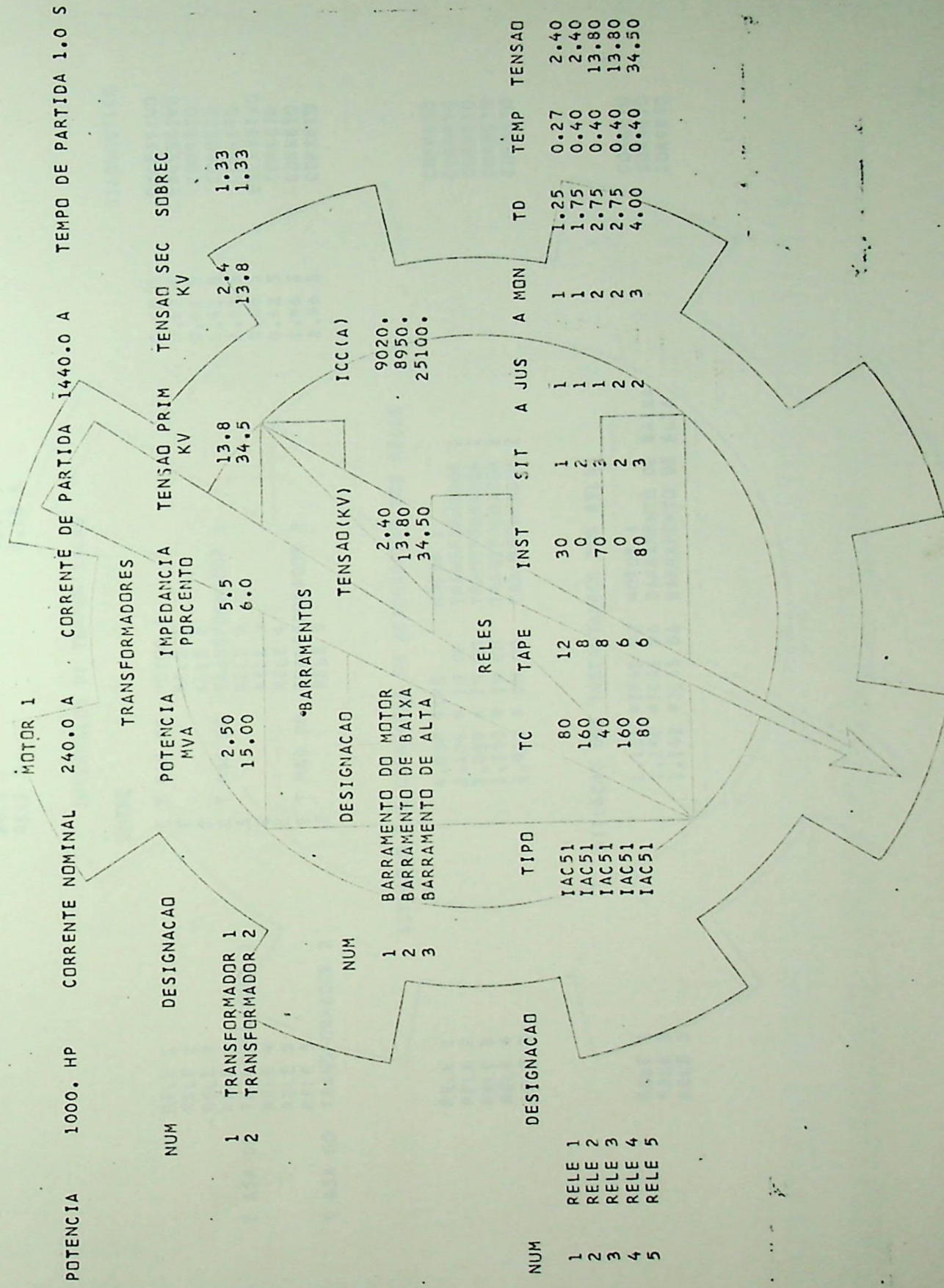
RELE 1  
 RELE 3  
 RELE 5

1.111 \*IPAS DO MOTOR 1  
 1.190 \*ICAS DA BARRAMENTO DE BAIXA  
 1.192 \*ICAS DA BARRAMENTO DE ALTA

CORRETO  
 CORRETO  
 CORRETO

TESTE DE SELETIVIDADE DA PROTECAO DE SOBRECORRENTE DE FASE DE SISTEMA INDUSTRIAL  
 LABORATORIO DE COMPUTACAO E SIMULACAO  
 ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBA

SISTEMA EXEMPLO PARA TESTAR O PROGRAMA SPI



POTENCIA 1000. HP CORRENTE NOMINAL 240.0 A CORRENTE DE PARTIDA 1440.0 A TEMPO DE PARTIDA 1.0 S

NUM	DESIGNACAO	POTENCIA MVA	IMPEDANCIA PORCENTO	TENSAD PRIM KV	TENSAD SEC KV	SOBREC
1	TRANSFORMADOR 1	2.50	5.5	13.8	2.4	1.33
2	TRANSFORMADOR 2	15.00	6.0	34.5	13.8	1.33

NUM	DESIGNACAO	TENSAD (KV)	ICC (A)
1	BARRAMENTO DO MOTOR	2.40	9020.
2	BARRAMENTO DE BAIXA	13.80	8950.
3	BARRAMENTO DE ALTA	34.50	25100.

NUM	DESIGNACAO	TIPO	TC	TAPE	INST	SIT	A JUS	A MON	TD	TEMP	TENSAD
1	RELE 1	IAC51	80	12	30	1	1	1	1.25	0.27	2.40
2	RELE 2	IAC51	160	8	0	2	1	1	1.75	0.40	2.40
3	RELE 3	IAC51	40	8	70	3	1	2	2.75	0.40	13.80
4	RELE 4	IAC51	160	6	0	2	2	2	2.75	0.40	13.80
5	RELE 5	IAC51	80	6	80	3	2	3	4.00	0.40	34.50

TEMPOS DE ATUACAO DOS RELES COMO RETAGUARDA

RELE 2 1.43 S  
 RELE 3 0.97 S  
 RELE 4 1.37 S  
 RELE 5 1.12 S

INTERVALOS DE TEMPORIZACAO

ENTRE

E T PAR DO MOTOR 1  
 RELE 1  
 RELE 2  
 E T MAG DO TRANSFORMADOR 1  
 RELE 3  
 RELE 3  
 RELE 4  
 E T MAG DO TRANSFORMADOR 2  
 RELE 5

RELE 1  
 RELE 2  
 RELE 3  
 RELE 3  
 TRANSFORMADOR 1  
 RELE 4  
 RELE 5  
 RELE 5  
 TRANSFORMADOR 2

T ASA DO

T ASA DO

DIAGNOSTICO

0.48 S EXCESSIVO  
 0.67 S EXCESSIVO  
 0.41 S CORRETO  
 1.41 S CORRETO  
 2.63 S CORRETO  
 0.65 S EXCESSIVO  
 0.42 S CORRETO  
 1.46 S CORRETO  
 2.96 S CORRETO

SITUACAO DAS CORRENTES DE ACIONAMENTO DOS RELES

4.000 \*IPS  
 2.128 \* IN DO  
 3.059 \* IN DO  
 1.530 \* IN DO  
 1.912 \* IN DO

RELE 1  
 RELE 2  
 RELE 3  
 RELE 4  
 RELE 5

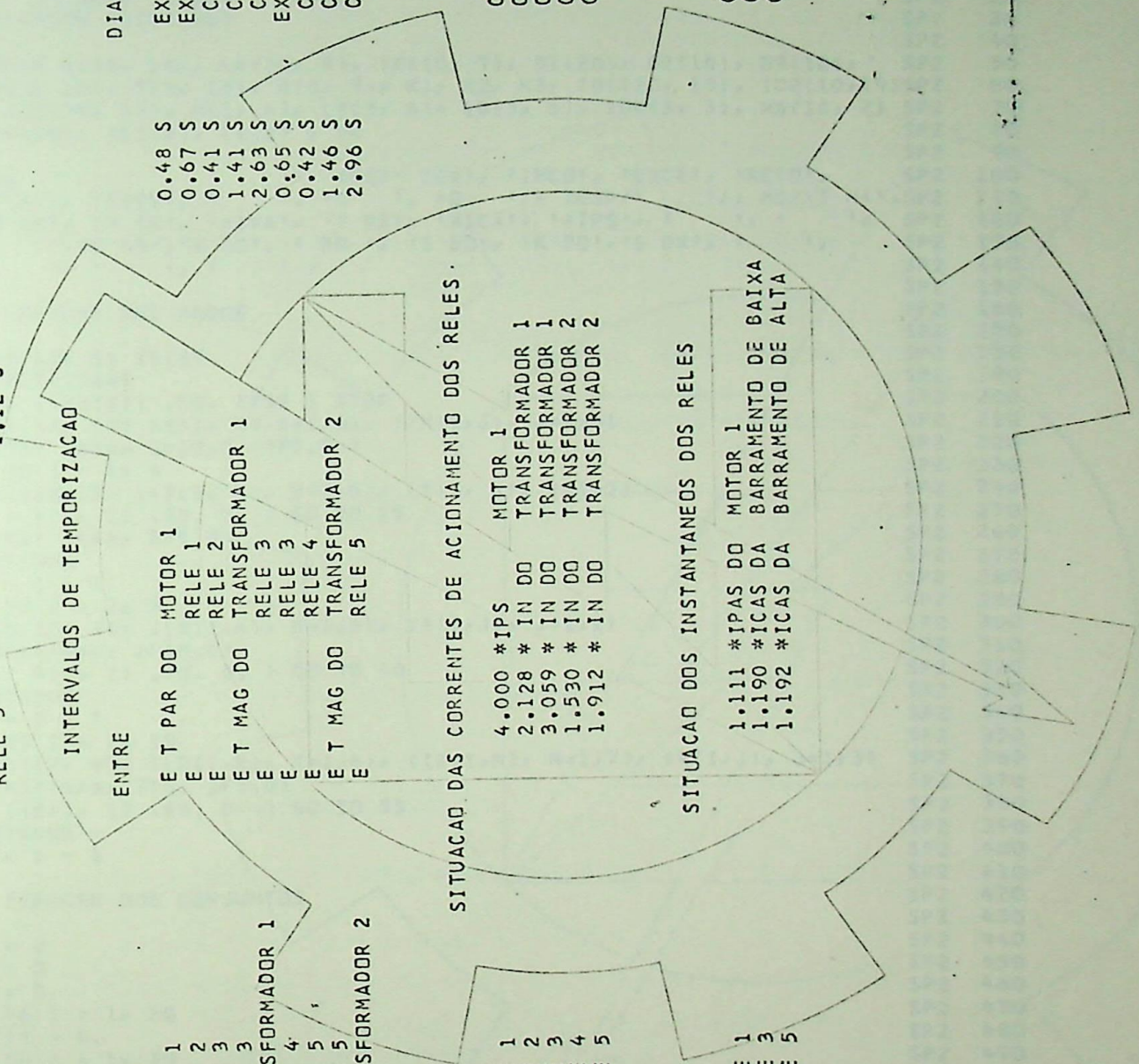
CORRETO  
 CORRETO  
 CORRETO  
 CORRETO

SITUACAO DOS INSTANTANEOS DOS RELES

1.111 \*IPAS DO MOTOR 1  
 1.190 \*ICAS DA BARRAMENTO DE BAIXA  
 1.192 \*ICAS DA BARRAMENTO DE ALTA

RELE 1  
 RELE 3  
 RELE 5

CORRETO  
 CORRETO  
 CORRETO





		SP2	620
		SP2	630
		SP2	640
60	FORMAT(1H1 // 25X, 'AJUSTE DE SELETIVIDADE DA PROTECAO DE SOBRES	SP2	650
	1 'CORRENTE DE FASE DE SISTEMA' / 41X, 'LABORATORIO DE COMPUTA	SP2	660
	2 'CAD E SIMULACAO' / 40X, 'ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBA'	SP2	670
	3 // 30X, 'SISTEMA', 2X, 10A4 // )	SP2	680
	IF ( XM(1, 1) .NE. 0. ) WRITE(1, 65) (M(I, K), K=1,6), (XM(1, J),	SP2	690
	1 J=1,4)	SP2	700
65	FORMAT(50X, 6A4 // 5X, 'POTENCIA', F10.0, ' HP', 5X, 'CORRENTE NOM	SP2	710
	1 INAL', F8.1, ' A', 5X, 'CORRENTE DE PARTIDA', F8.1, ' A', 5X,	SP2	720
	2 'TEMPO DE PARTIDA', F4.1, ' S' // )	SP2	730
	WRITE(1, 70)	SP2	740
70	FORMAT(54X, 'TRANSFORMADORES' // 16X, 'NUM', 10X, 'DESIGNACAO',	SP2	750
	1 10X, 'POTENCIA IMPEDANCIA TENSAD PRIM TENSAD SEC SOBREC'	SP2	760
	2 / 51X, 'MVA', 7X, 'PORCENTO', 9X, 'KV', 12X, 'KV' / )	SP2	770
	DO 75 I = 1, NT	SP2	780
75	WRITE(1, 80) I, (LT(I, K), K=1,6), (T(I, J), J=1,5)	SP2	790
80	FORMAT(17X, I1, 3X, 6A4, 4X, F6.2, 9X, F3.1, 2( 9X, F5.1), 5X,	SP2	800
	1 F5.2)	SP2	810
	WRITE(1, 85)	SP2	820
85	FORMAT( // 55X, 'BARRAMENTOS' // 32X, 'NUM', 10X, 'DESIGNACAO',	SP2	830
	1 10X, 'TENSAD(KV)', 9X, 'ICC(A)' / )	SP2	840
	DO 90 I = 1, NB	SP2	850
90	WRITE(1, 95) I, (LB(I, K), K=1,6), (B(I, J), J=1,2)	SP2	860
95	FORMAT(33X, I1, 4X, 6A4, 5X, F6.2, 9X, F8.0)	SP2	870
		SP2	880
C	CALCULOS PRELIMINARES	SP2	890
		SP2	900
C	TENSAD DE REFERENCIA	SP2	910
		SP2	920
	VR = B(1, 1 )	SP2	930
		SP2	940
C	CORRENTE DE PARTIDA ASSIMETRICA DO MOTOR	SP2	950
		SP2	960
	P1 = 1.25	SP2	970
	IF ( XM(1, 6) .GT. 0.4 ) P1 = 1.5	SP2	980
	IF ( XM(1, 6) .GT. 5.0 ) P1 = 1.6	SP2	990
	IF ( XM(1, 6) .GT. 15. ) P1 = 1.8	SP2	1000
	XM(1, 5) = XM(1, 3) * P1	SP2	1010
		SP2	1020
C	CORRENTES DE CURTO DAS BARRAS REFERIDAS A VR.	SP2	1030
		SP2	1040
	DO 115 I = 1, NB	SP2	1050
	B(I, 3) = B(I, 2) * B(I, 1) / VR	SP2	1060
	P2 = 1.5	SP2	1070
	IF(B(1, 1) .GT. 5. ) P2 = 1.6	SP2	1080
115	B(I, 4) = P2 * B(I, 3)	SP2	1090
		SP2	1100
C	SOBRECARGAS MAXIMAS DOS TRAFOS	SP2	1110
		SP2	1120
	DO 130 I = 1, NT	SP2	1130
	T(I, 7) = 2.5	SP2	1140
	DO 125 J = 1, NR	SP2	1150
	IF(IR(J, 5) .NE. 2 ) GO TO 125	SP2	1160
	IF(IR(J, 7) .NE. 1 ) GO TO 125	SP2	1170
	T(I, 6) = 4.	SP2	1180
	IF(T(I, 2) .LT. 6. ) T(I, 6) = 6.	SP2	1190
	GO TO 130	SP2	1200
125	CONTINUE	SP2	1210
	T(I, 6) = 2.5	SP2	1220
130	CONTINUE	SP2	

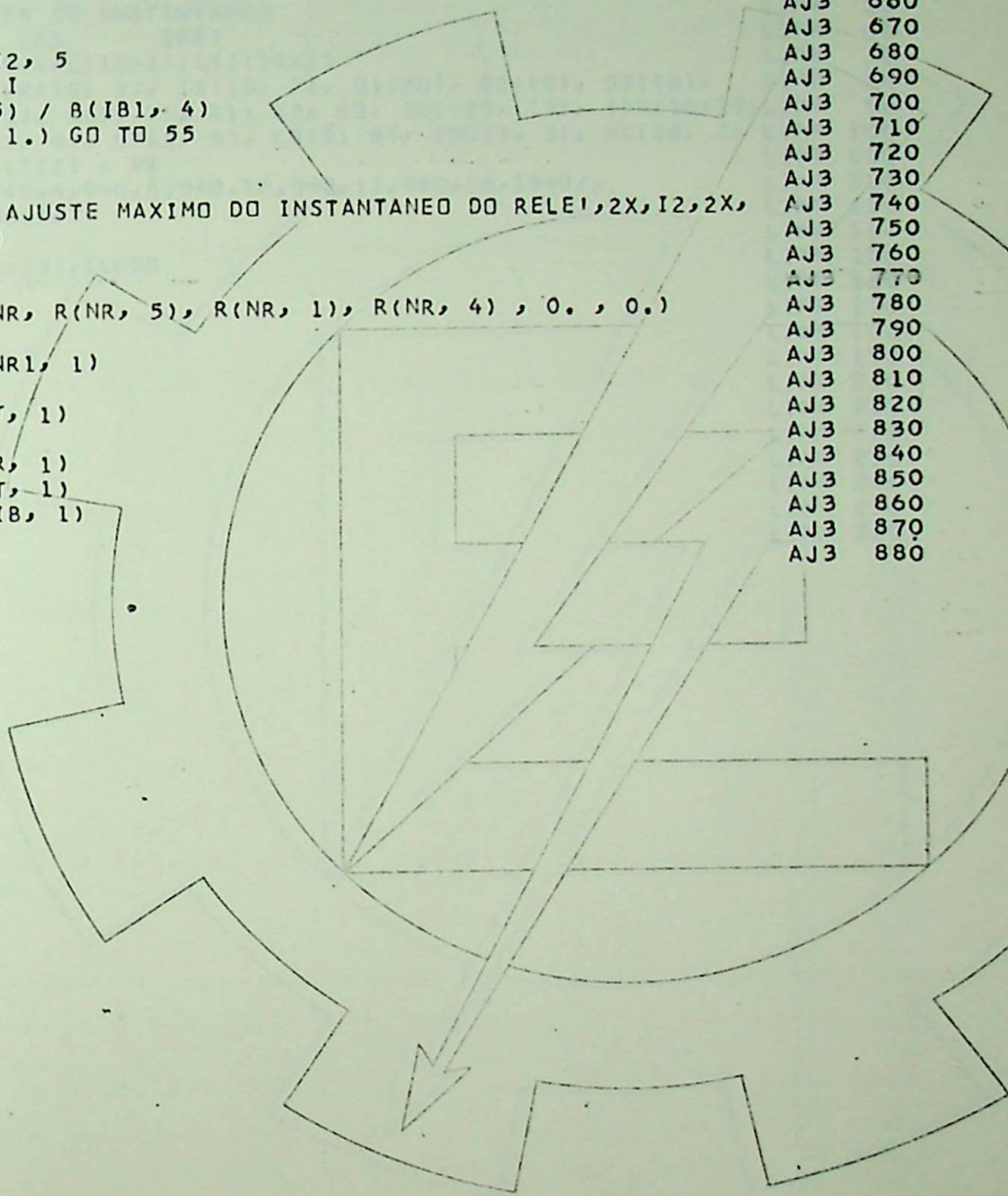
		SP2 1230
C	CORRENTES NOMINAIS REFERIDAS A VR, PONTOS ASA E IMAG. DOS TRAFOS	SP2 1240
		SP2 1250
	DO 135 I = 1, NT	SP2 1260
	T(I, 8) = T(I, 1) * 1000. / (1.732 * VR)	SP2 1270
	T(I, 11) = 8. * T(I, 8)	SP2 1280
	CALL ANSI(T(I, 2), P1, T(I, 10))	SP2 1290
	135 T(I, 9) = P1 * T(I, 8)	SP2 1300
		SP2 1310
C	DETERMINACAO DOS AJUSTES DOS RELES	SP2 1320
		SP2 1330
	DO 350 I = 1, NR	SP2 1340
	IND = IR(I, 5)	SP2 1350
	GO TO (305, 310, 315), IND	SP2 1360
	305 CALL AJS1(I)	SP2 1370
	GO TO 350	SP2 1380
	310 CALL AJS2(I)	SP2 1390
	GO TO 350	SP2 1400
	315 CALL AJS3(I)	SP2 1410
	350 CONTINUE	SP2 1420
		SP2 1430
C	IMPRESSAO DOS RESULTADOS	SP2 1440
		SP2 1450
	WRITE(1, 100)	SP2 1460
	100 FORMAT( // 48X, 'DADOS E AJUSTES DOS RELES' // 5X, 'NUM', 10X,	SP2 1470
	1 'DESIGNACAO', 12X, 'TIPO', 7X, 'TC', 5X, 'TAPE', 5X, 'INST', 4X,	SP2 1480
	2 'SIT', 3X, 'A JUS', 3X, 'A MON', 4X, 'TD', 4X, 'TEMPI', 2X,	SP2 1490
	3 'TENSAO' // )	SP2 1500
	DO 105 I=1, NR	SP2 1510
	105 WRITE(1, 110) I, (LR(I,K), K=1,8), (IR(I,N), N=2,7), (R(I,J),	SP2 1520
	1 J=1,3)	SP2 1530
	110 FORMAT(6X, I1, 4X, 6A4, 3X, 2A4, 3X, I5, 5X, I2, 5X, I4, 6X, I1,	SP2 1540
	1 6X, I1, 7X, I1, 3X, F6.2, 3X, F4.2, 2X, F6.2)	SP2 1550
	WRITE(1, 190)	SP2 1560
	190 FORMAT(1H1 // 32X, 'TEMPOS DE ATUACAO DOS RELES COMO PROTECAO DE R	SP2 1570
	1 ETAGUARDA' // )	SP2 1580
	DO 195 I = 2, NR	SP2 1590
	195 WRITE(1, 196) (LR(I, J), J=1,6), R(I, 8)	SP2 1600
	196 FORMAT(45X, 6A4, F5.2, ' S' )	SP2 1610
	WRITE(1, 200)	SP2 1620
	200 FORMAT( // 47X, 'INTERVALOS DE TEMPORIZACAO' // 44X, 'ENTRE' // )	SP2 1630
	DO 205 I=1, K1	SP2 1640
	205 WRITE(1, 210) (ID1(I, J), J=1, 16), D1(I)	SP2 1650
	210 FORMAT(10X, 2A4, 2X, 6A4, ' E ', 2A4, 2X, 6A4, 5X, F6.2, ' S' )	SP2 1660
	WRITE(1, 215)	SP2 1670
	215 FORMAT(/// 35X, 'SITUACAO DAS CORRENTES DE ACIONAMENTO DOS RELES' // )	SP2 1680
	DO 220 I = 1, K2	SP2 1690
	220 WRITE(1, 225) (ID2(I, J), J=3, 8), D2(I), (ID2(I, J), J=9, 16)	SP2 1700
	225 FORMAT(20X, 6A4, 3X, F6.3, 1X, 2A4, 2X, 6A4)	SP2 1710
	WRITE(1, 230)	SP2 1720
	230 FORMAT(/// 42X, 'SITUACAO DOS INSTANTANEOS DOS RELES' // )	SP2 1730
	DO 235 I = 1, K3	SP2 1740
	235 WRITE(1, 225) (ID3(I, J), J=3, 8), D3(I), (ID3(I, J), J=9, 16)	SP2 1750
		SP2 1760
C	TESTE DE SE HA OUTROS CASOS	SP2 1770
		SP2 1780
	READ(12, 240) ICH	SP2 1790
	240 FORMAT(I1)	SP2 1800
	GO TO (1, 41), ICH	SP2 1810
	END	SP2 1820

	SUBROUTINE AJSI (NR)	AJ1	10
C	SUB-ROTINA QUE DETERMINA O AJUSTE DE RELES COLOCADOS	AJ1	20
C	ENTRE TRANSFORMADOR E MOTOR	AJ1	30
C	J ABEL LCS EFEI	AJ1	40
	COMMON R(10, 10), LR(10, 8), IR(10, 7), D1(20), D2(10), D3(10),	AJ1	50
	1 XM(1, 10), T(3, 15), B(5, 7), K1, K2, K3, ID1(20, 19), ID2(10, 19)	AJ1	60
	2 , ID3(10, 19), M(1, 6), LT(3, 6), LB(5, 6), IDG(3, 3), MS(10, 2)	AJ1	70
	3, ITP(10), XLI(2), LI(2), VR	AJ1	80
	ICOD=IR (NR, 1)	AJ1	90
	IM=IR (NR, 6)	AJ1	100
	IT=IR (NR, 7)	AJ1	110
	CALL LIMR(ICOD)	AJ1	120
	P2=IR (NR, 2) * R (NR, 3)/VR	AJ1	130
	K1= K1+1	AJ1	140
	K2= K2+1	AJ1	150
	K3= K3+1	AJ1	160
	DETERMINACAO DO TAPE MINIMO	AJ1	170
	DO 5 I=1, 10	AJ1	180
	IF(ITP (I) .EQ.0 ) GO TO 8	AJ1	190
	R(NR, 4) = P2*ITP(I)	AJ1	200
	D2(K2) = R(NR, 4) / XM(IM, 2)	AJ1	210
	IF(D2(K2) .GE. 1.2 ) GO TO 10	AJ1	220
	5 CONTINUE	AJ1	230
	8 WRITE(1, 9) NR	AJ1	240
	9 FORMAT(//20X, 'NAO FOI ENCONTRADO TAPE SATISFATORIO PARA O RELE', 2X,	AJ1	250
	1, I2//)	AJ1	260
	STOP	AJ1	270
	10 IR (NR, 3) = ITP (I)	AJ1	280
	DETERMINACAO DO TD MINIMO	AJ1	290
	R (NR, 1) = XLI (1)	AJ1	300
	30 R(NR, 8)=TE(NR, XM(IM, 3), R(NR, 1), R (NR, 4), 0., 0.)	AJ1	310
	D1(K1) = R(NR, 8) - XM(IM, 4)	AJ1	320
	IF(D1(K1) .GE. R (NR, 2)) GO TO 35	AJ1	330
	R (NR, 1) = R(NR, 1) +0.25	AJ1	340
	IF (R(NR, 1) .GT. XM (NR, 2)) GO TO 5	AJ1	350
	GO TO 30	AJ1	360
	DETERMINACAO DO AJUSTE DO INSTANTANEO	AJ1	370
	35 LI1 = LI(1)	AJ1	380
	LI2 = LI(2)	AJ1	390
	DO 40 I = LI1, LI2, 5	AJ1	400
	R(NR, 5) = P2*I	AJ1	410
	D3 (K3) = R(NR, 5)/XM(IM, 5)	AJ1	420
	IF (D3 (K3) .GE. 1. ) GO TO 45	AJ1	430
	40 CONTINUE	AJ1	440
	WRITE(1, 41) NR	AJ1	450
	41 FORMAT( // 20X, 'AJUSTE MAXIMO DO INSTANTANEO DO RELE', 2X,	AJ1	460
	1 I2, 2X, 'E INSUFICIENTE' )	AJ1	470
	STOP	AJ1	480
	45 IR (NR, 4) =I	AJ1	490
	R (NR, 7) = TE (NR, R(NR, 5) , R(NR, 1), R(NR, 4), 0., 0.)	AJ1	500
	CALL SN(1, NR, IM, 1)	AJ1	510
	CALL SN(10, NR, IM, IK)	AJ1	520
	CALL SN(11, NR, IM, 1)	AJ1	530
	RETURN	AJ1	540
	END	AJ1	550
		AJ1	560
		AJ1	570
		AJ1	580
		AJ1	590

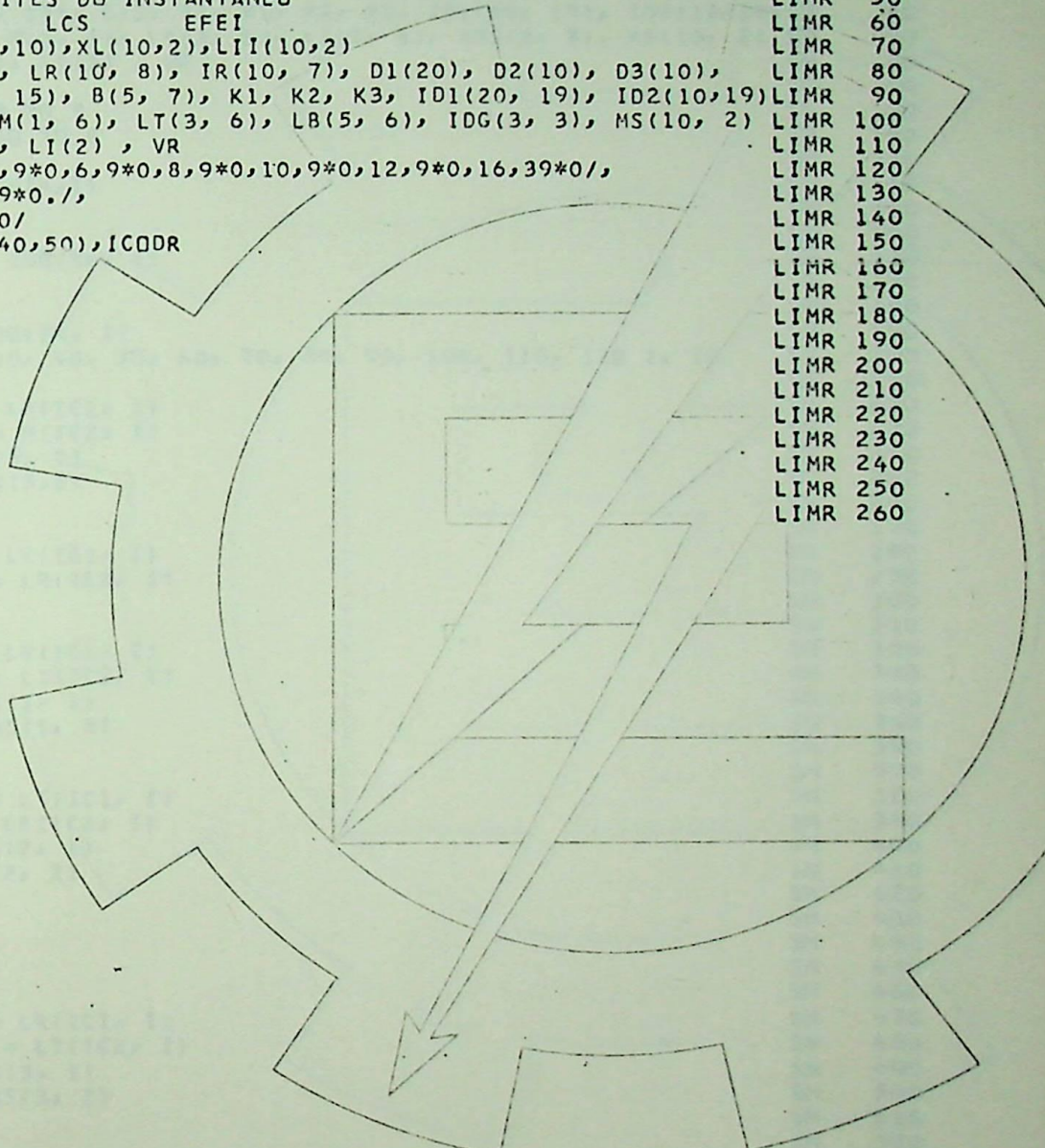
	SUBROUTINE AJS2 (NR)	AJ2	10
C	SUB-ROTINA QUE DETERMINA O AJUSTE DE RELES COLOCADOS ENTRE	AJ2	20
C	BARRA E TRANSFORMADOR	AJ2	30
C	J. ABEL LCS EFEI	AJ2	40
		AJ2	50
	COMMON R(10, 10), LR(10, 8), IR(10, 7), D1(20), D2(10), D3(10),	AJ2	60
	1 XM(1, 10), T(3, 15), B(5, 7), K1, K2, K3, ID1(20, 19), ID2(10, 19)	AJ2	70
	2 , ID3(10, 19), M(1, 6), LT(3, 6), LB(5, 6), IDG(3, 3), MS(10, 2)	AJ2	80
	3, ITP(10), XLI(2), LI(2), VR	AJ2	90
	ICOD = IR(NR, 1)	AJ2	100
	CALL LIM R(ICOD)	AJ2	110
	IB = IR(NR, 6)	AJ2	120
	IT = IR(NR, 7)	AJ2	130
	P2 = IR(NR, 2) * R(NR, 3) / VR	AJ2	140
	K1 = K1 + 1	AJ2	150
	K2 = K2 + 1	AJ2	160
	NR1 = NR - 1	AJ2	170
		AJ2	180
C	DETERMINACAO DO TAPE MINIMO	AJ2	190
		AJ2	200
	DO 5 I= 1,10	AJ2	210
	IF (ITP(I) .EQ. 0 ) GO TO 8	AJ2	220
	R(NR, 4) = P2 * ITP(I)	AJ2	230
	D2(K2) = R(NR, 4) / T(IT, 8)	AJ2	240
	IF ( D2(K2) .LT. T(IT, 5) ) GO TO 5	AJ2	250
	IF (D2(K2) .GT. T(IT, 7)) GO TO 8	AJ2	260
	IF(R(NR, 4) .GT. R(NR1, 4)) GO TO 10	AJ2	270
	5 CONTINUE	AJ2	280
	8 WRITE (1, 9) NR	AJ2	290
	9 FORMAT (//20X, 'NAO FOI ENCONTRADO TAPE SATISFATORIO PARA O RELE'	AJ2	300
	1,2X,I2//)	AJ2	310
	STOP	AJ2	320
	10 IR(NR, 3) = ITP(I)	AJ2	330
		AJ2	340
C	DETERMINACAO DO TD MINIMO	AJ2	350
		AJ2	360
	R(NR, 1) = XLI( 1 )	AJ2	370
30	R(NR, 8) = TE(NR, R(NR1, 5) , R(NR, 1) , R(NR, 4) , 0. , 0.)	AJ2	380
	D1 (K1) = R(NR, 8) - R(NR1, 7)	AJ2	390
	IF (D1(K1) .GE. R(NR, 2) ) GO TO 35	AJ2	400
	R(NR, 1) = R(NR, 1) + 0.25	AJ2	410
	IF (R(NR, 1) .GT. XLI( 2 ) ) GO TO 5	AJ2	420
	GO TO 30	AJ2	430
35	R(NR, 6) = TE(NR, B(IB, 3) , R(NR, 1) , R(NR, 4) , 0. , 0.)	AJ2	440
	CALL SN ( 2 , NR , NR1 , -1 )	AJ2	450
	CALL SN ( 9 , NR , IT , 1 )	AJ2	460
	RETURN	AJ2	470
	END	AJ2	480

C	SUBROUTINE AJS3 (NR)	AJ3	10
C	SUB-ROTINA QUE DETERMINA O AJUSTE DE RELES COLOCADOS ENTRE	AJ3	20
C	TRANSFORMADOR E BARRAMENTO	AJ3	30
C	J ABEL LCS EFEI	AJ3	40
		AJ3	50
	COMMON R(10, 10), LR(10, 8), IR(10, 7), D1(20), D2(10), D3(10),	AJ3	60
	1 XM(1, 10), T(3, 15), B(5, 7), K1, K2, K3, ID1(20, 19), ID2(10, 19)	AJ3	70
	2 , ID3(10, 19), M(1, 6), LT(3, 6), LB(5, 6), IDG(3, 3), MS(10, 2)	AJ3	80
	3, ITP(10), XLI(2), LI(2), VR	AJ3	90
	ICOD = IR(NR, 1)	AJ3	100
	IT = IR(NR, 6)	AJ3	110
	IB = IR(NR, 7)	AJ3	120
	IB1 = IB - 1	AJ3	130
	NR1 = NR - 1	AJ3	140
	CALL LIMR(ICOD)	AJ3	150
	P2 = IR(NR, 2) * R(NR, 3) / VR	AJ3	160
	K1 = K1 + 1	AJ3	170
	K2 = K2 + 1	AJ3	180
	K3 = K3 + 1	AJ3	190
C	DETERMINACAO DO TAPE MINIMO	AJ3	200
	DO 5 I = 1, 10	AJ3	210
	IF (ITP (I) .EQ. 0.) GO TO 8	AJ3	220
	R(NR, 4) = P2 * ITP (I)	AJ3	230
	D2(K2) = R(NR, 4) / T(IT, 8)	AJ3	240
	IF ( D2(K2) .LT. T(IT, 5) ) GO TO 5	AJ3	250
	IF(D2 (K2) .GT. T(IT, 6)) GO TO 8	AJ3	260
	IF(R(NR, 4) .GT. R(NR1, 4)) GO TO 10	AJ3	270
	5 CONTINUE	AJ3	280
	8 WRITE(1, 9) NR	AJ3	290
	9 FORMAT(//20X, 'NAO FOI ENCONTRADO TAPE SATISFATORIO PARA O RELE',	AJ3	300
	12X, I2)	AJ3	310
	STOP	AJ3	320
	10 IR(NR, 3) = ITP (I)	AJ3	330
C	DETERMINACAO DO TD MINIMO	AJ3	340
	R(NR, 1) = XLI (1)	AJ3	350
	30 R(NR, 8) = TE(NR, 8(IB1, 3), R(NR, 1), R(NR, 4), 0., 0.)	AJ3	360
	D1 (K1) = R(NR, 8) - R (NR1, 6)	AJ3	370
	IF (D1 (K1) .GE. R(NR, 2))GO TO 35	AJ3	380
	R (NR, 1) = R(NR, 1) + 0.25	AJ3	390
	IF (R(NR, 1) .GT. XLI(2)) GO TO 5	AJ3	400
	GO TO 30	AJ3	410
C	VERIFICACAO DO PONTO IMAG DO TRAFQ	AJ3	420
	35 K1 = K1 + 1	AJ3	430
	D1 (K1) = TE(NR, T(IT, 11), R(NR, 1), R(NR, 4), 0., 0.) - 0.1	AJ3	440
	IF (D1 (K1) .GE. 0.) GO TO 40	AJ3	450
	K1 = K1-1	AJ3	460
	GO TO 5	AJ3	470
C	VERIFICACAO DO PONTO ASA DO TRAFQ	AJ3	480
	38 WRITE (1, 39) NR	AJ3	490
	39 FORMAT(//20X, 'NA COMBINACAO TAPE/TD ESCOLHIDA PARA O RELE', 2X,	AJ3	500
	112, 2X, 'O PONTO ASA DO TRANSFORMADOR FOI ULTRAPASSADO.')	AJ3	510
	STOP	AJ3	520
		AJ3	530
		AJ3	540
		AJ3	550
		AJ3	560
		AJ3	570
		AJ3	580
		AJ3	590

40 K1 = K1+1	AJ3 600
D1 (K1) = T(IT, 10) - TE(NR, T(IT, 9), R(NR, 1), R(NR, 4), 0., 0.)	AJ3 610
IF (D1 (K1) .LT. 0.) GO TO 38	AJ3 620
	AJ3 630
C DETERMINACAO DO AJUSTE DO INSTANTANEO	AJ3 640
	AJ3 650
LI1 = LI(1)	AJ3 660
LI2 = LI(2)	AJ3 670
DO 50 I = LI1, LI2, 5	AJ3 680
R (NR, 5) = P2 * I	AJ3 690
D3 (K3) = R(NR, 5) / B(IB1, 4)	AJ3 700
IF (D3 (K3) .GE. 1.) GO TO 55	AJ3 710
50 CONTINUE	AJ3 720
WRITE (1,51) NR	AJ3 730
51 FORMAT (//20X, 'O AJUSTE MAXIMO DO INSTANTANEO DO RELE', 2X, I2, 2X,	AJ3 740
1'E INSUFICIENTE')	AJ3 750
STOP	AJ3 760
55 IR (NR, 4) = I	AJ3 770
R (NR, 7) = TE (NR, R(NR, 5), R(NR, 1), R(NR, 4), 0., 0.)	AJ3 780
K1 = K1- 2	AJ3 790
CALL SN (2, NR, NR1, 1)	AJ3 800
K1 = K1+ 1	AJ3 810
CALL SN(3, NR, IT, 1)	AJ3 820
K1 = K1+1	AJ3 830
CALL SN(4, IT, NR, 1)	AJ3 840
CALL SN(9, NR, IT, 1)	AJ3 850
CALL SN(12, NR, IB, 1)	AJ3 860
RETURN	AJ3 870
END	AJ3 880



	SUBROUTINE LIMR(ICDDR)	LIMR 10
	SUBROTINA QUE ARMAZENA OS DADOS DOS RELES	LIMR 20
	TAPES	LIMR 30
	LIMITES DE TD	LIMR 40
	LIMITES DO INSTANTANEO	LIMR 50
	J ABEL LCS EFEI	LIMR 60
	DIMENSION ICT(10,10),XL(10,2),LII(10,2)	LIMR 70
	COMMON R(10, 10), LR(10, 8), IR(10, 7), D1(20), D2(10), D3(10),	LIMR 80
	1 XM(1, 10), T(3, 15), B(5, 7), K1, K2, K3, ID1(20, 19), ID2(10,19)	LIMR 90
	2 , ID3(10, 19), M(1, 6), LT(3, 6), LB(5, 6), IDG(3, 3), MS(10, 2)	LIMR 100
	3,ITP(10), XLI(2), LI(2), VR	LIMR 110
	DATA ICT/4,9*0,5,9*0,6,9*0,8,9*0,10,9*0,12,9*0,16,39*0/,	LIMR 120
	1XL/0.5,9*0.,10.,9*0./,	LIMR 130
	2LII/20,9*0,80,9*0/	LIMR 140
	GO TO (10,20,30,40,50),ICDDR	LIMR 150
10	DO 12 I=1,10	LIMR 160
12	ITP(I)=ICT(1,I)	LIMR 170
	DO 14 I=1,2	LIMR 180
	XLI(I)=XL(1,I)	LIMR 190
14	LI(I)=LII(1,I)	LIMR 200
	RETURN	LIMR 210
20	RETURN	LIMR 220
30	RETURN	LIMR 230
40	RETURN	LIMR 240
50	RETURN	LIMR 250
	END	LIMR 260



MICROFILM - NONS 200 001 200 700 1 1/2

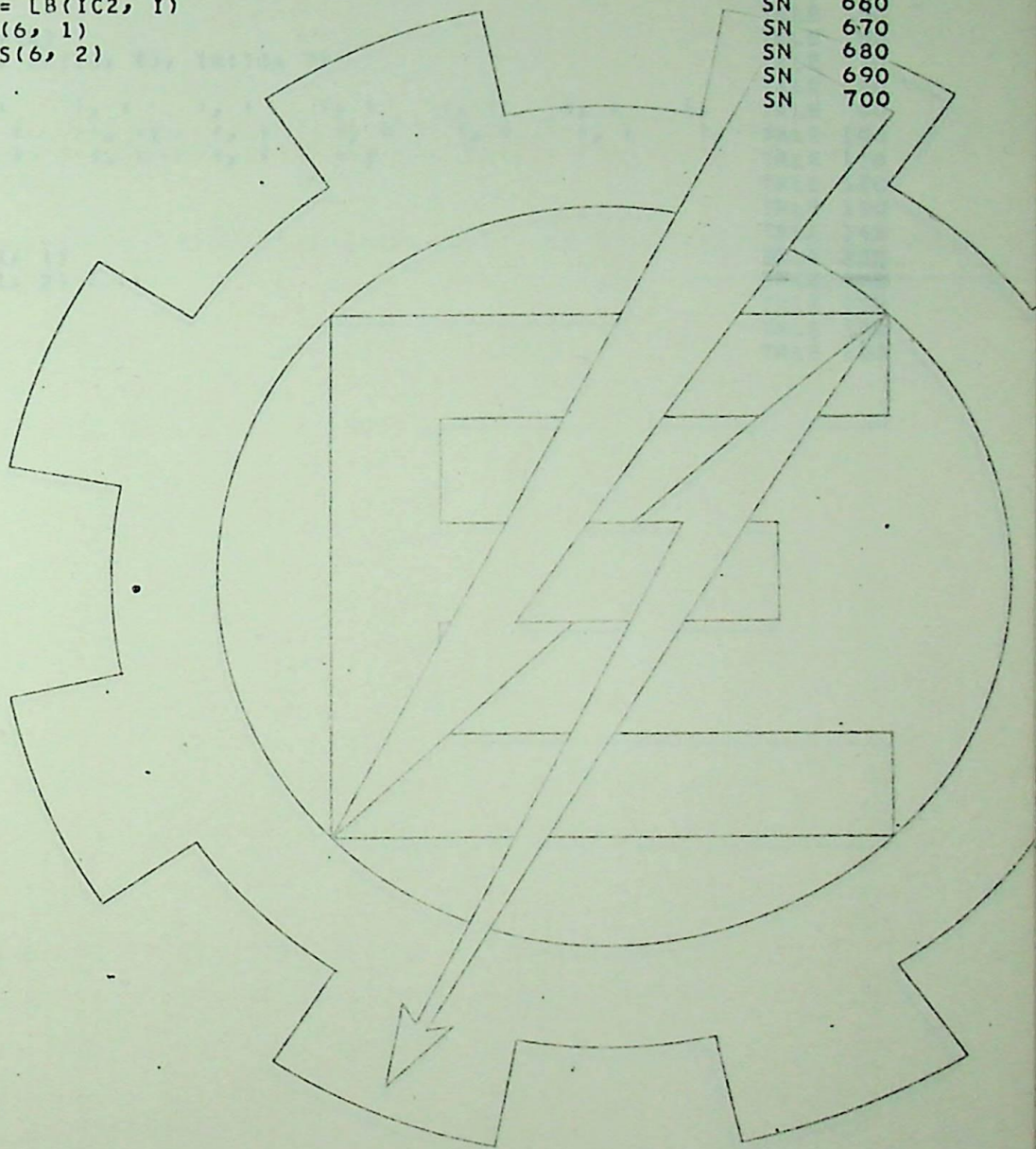
SUBROUTINE	SN (IC, IC1, IC2, IK)	SN	10
C	SUB-ROTINA QUE PREENCHE OS CONJUNTOS ID1, ID2 E ID3.	SN	20
	COMMON R(10, 10), LR(10, 8), IR(10, 7), D1(20), D2(10), D3(10),	SN	30
	1 XM(1, 10), T(3, 15), B(5, 7), K1, K2, K3, ID1(20, 19), ID2(10, 19)	SN	40
	2 , ID3(10, 19), M(1, 6), LT(3, 6), LB(5, 6), IDG(3, 3), MS(10, 2)	SN	50
	3, ITP(10), XLI(2), LI(2), VR	SN	60
		SN	70
		SN	80
	IF(IC, LT, 9) GO TO 7	SN	90
	IF(IC, LT, 11) GO TO 4	SN	100
	DO 1 I=1, 3	SN	110
	1 ID3(K3, I+16)=IDG(IK, I)	SN	120
	GO TO 9	SN	130
	4 DO 5 I=1, 3	SN	140
	5 ID2(K2, I+16) = IDG(IK, I)	SN	150
	GO TO 9	SN	160
	7 DO 8 I= 1, 3	SN	170
	8 ID1(K1, I+16)=IDG(IK, I)	SN	180
	9 GO TO (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120 ), IC	SN	190
	10 DO 15 I= 1, 6	SN	200
	ID1 (K1, I+2) = LR(IC1, I)	SN	210
	15 ID1( K1, I+10) = M(IC2, I)	SN	220
	ID1(K1, 9) = MS(5, 1)	SN	230
	ID1 (K1, 10) = MS(5, 2)	SN	240
	RETURN	SN	250
	20 DO 25 I= 1, 6	SN	260
	ID1 (K1, I+2) = LR(IC1, I)	SN	270
	25 ID1 (K1, I+10) = LR(IC2, I)	SN	280
	RETURN	SN	290
	30 DO 35 I= 1, 6	SN	300
	ID1 (K1, I+2) = LR(IC1, I)	SN	310
	35 ID1 (K1, I+10) = LT(IC2, I)	SN	320
	ID1 (K1, 9) = MS(1, 1)	SN	330
	ID1 (K1, 10) = MS(1, 2)	SN	340
	RETURN	SN	350
	40 DO 45 I= 1, 6	SN	360
	ID1 (K1, I+ 2) = LT(IC1, I)	SN	370
	45 ID1(K1, I+10) = LR(IC2, I)	SN	380
	ID1 (K1, 1) = MS(2, 1)	SN	390
	ID1 (K1, 2) = MS(2, 2)	SN	400
	50 RETURN	SN	410
	60 RETURN	SN	420
	70 RETURN	SN	430
	80 RETURN	SN	440
	90 DO 95 I= 1, 6	SN	450
	ID2 (K2, I+ 2) = LR(IC1, I)	SN	460
	95 ID2 (K2, I+ 10) = LT(IC2, I)	SN	470
	ID2 (K2, 9) = MS(3, 1)	SN	480
	ID2 (K2, 10) = MS(3, 2)	SN	490
	RETURN	SN	500
	100 DO 105 I = 1, 6	SN	510
	ID2(K2, I+2) = LR(IC1, I)	SN	520
	105 ID2(K2, I+10) = M(IC2, I)	SN	530
	ID2(K2, 9) = MS(7, 1)	SN	540
	ID2(K2, 10) = MS(7, 2)	SN	550
	RETURN	SN	560
	110 DO 115 I=1, 6	SN	570
	ID3 (K3, I+ 2) = LR(IC1, I)	SN	580
		SN	590

```

115 ID3 (K3, I+ 10) = M(IC2, I)
    ID3 (K3, 9) = MS (4, 1)
    ID3 (K3, 10) = MS(4, 2)
    RETURN
120 DO 125 I= 1,6
    ID3 (K3, I+ 2) = LR(IC1, I)
125 ID3 (K3, I+ 10) = LB(IC2, I)
    ID3 (K3, 9) = MS(6, 1)
    ID3 (K3, 10) = MS(6, 2)
    RETURN
END
    
```

```

SN 600
SN 610
SN 620
SN 630
SN 640
SN 650
SN 660
SN 670
SN 680
SN 690
SN 700
    
```





```
FUNCTION TE(NR, PA1, PA2, PA3, PA4, PA5)
```

```
C  
C  
C
```

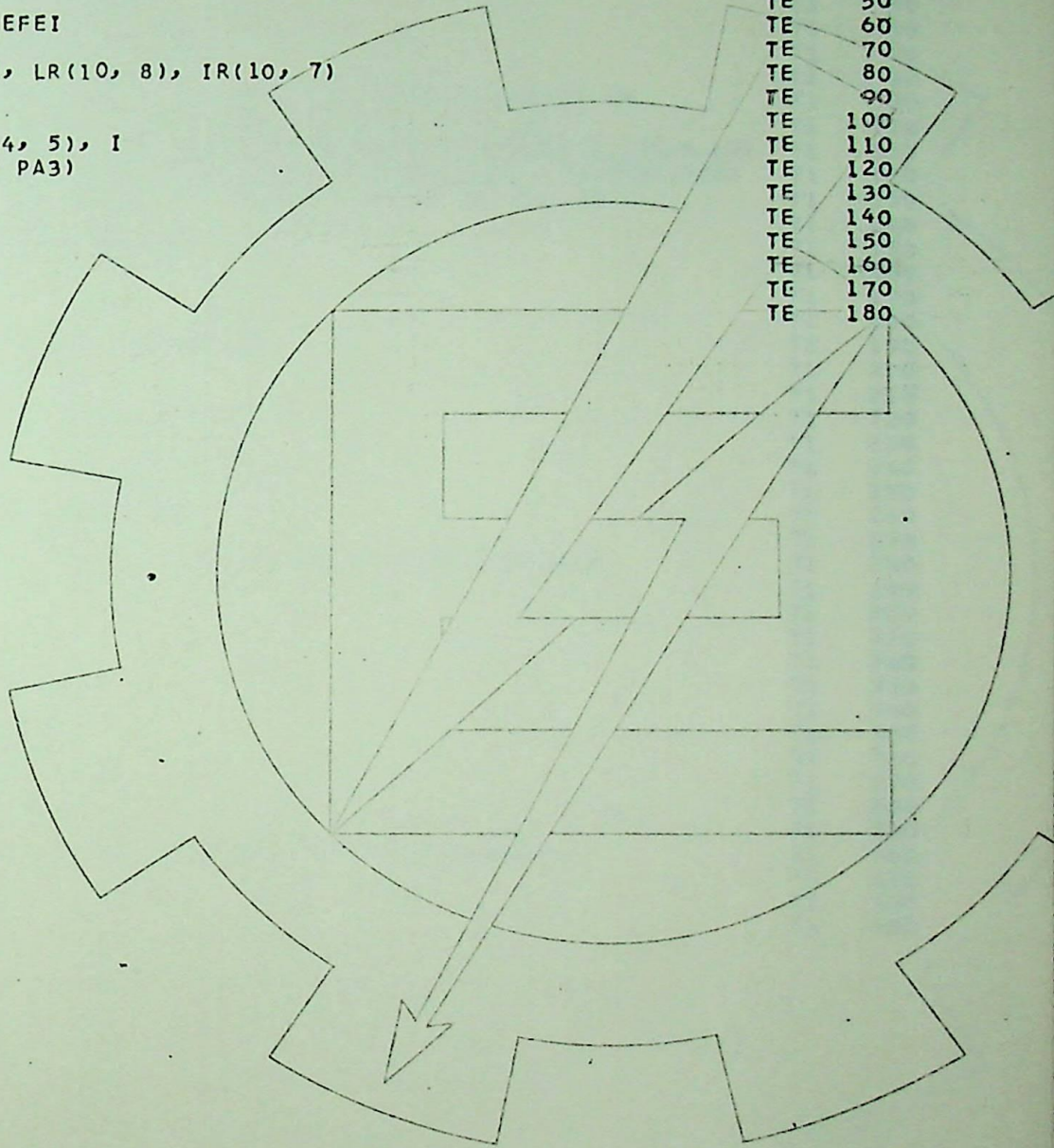
```
FUNCAO QUE CHAMA AS FUNCOES QUE REPRESENTAM CARACTERISTICAS  
DE RELES
```

```
J ABEL LCS EFEI
```

```
COMMON R(10, 10), LR(10, 8), IR(10, 7)
```

```
I = IR(NR, 1)  
GO TO (1, 2, 3, 4, 5), I  
1 TE= T1(PA1, PA2, PA3)  
RETURN  
2 RETURN  
3 RETURN  
4 RETURN  
5 RETURN  
END
```

```
TE 10  
TE 20  
TE 30  
TE 40  
TE 50  
TE 60  
TE 70  
TE 80  
TE 90  
TE 100  
TE 110  
TE 120  
TE 130  
TE 140  
TE 150  
TE 160  
TE 170  
TE 180
```



	FUNCTION T1(XI, TD, XIOR )	T1	10
		T1	20
C	FUNCAO QUE REPRESENTA A CARACTERISTICA DO RELE IAC 51	T1	30
		T1	40
C	J ABEL LCS EFEI	T1	50
		T1	60
	DIMENSION DTFPC(11,3), ITP(7)	T1	70
		T1	80
	EXPR(K) = DTFPC(J-1,K) + (DTFPC(J,K) - DTFPC(J-1,K))* XM	T1	90
		T1	100
	DATA DTFPC/.5,1.,2.,3.,4.,5.,6.,7.,8.,9.,10.,.567,1.,2.135,3.13,	T1	110
	14.35,5.65,6.94,8.4,9.96,11.85,13.6,.19,.154,.102,.09,.082,.078,	T1	120
	2.073,.07,.065,.061,.06/ , ITP / 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16/	T1	130
		T1	140
C	ESCALAMENTO DA CORRENTE	T1	150
		T1	160
	XI = XI / XIOR	T1	170
		T1	180
C	DETERMINACAO DOS PARAMETROS	T1	190
		T1	200
	DO 10 J=2,11	T1	210
	IF (TD .LT. DTFPC(J,1))GO TO 20	T1	220
	10 CONTINUE	T1	230
	20 IF ( TD .EQ. DTFPC(J-1,1))GO TO 50	T1	240
		T1	250
C	INTERPOLACAO NECESSARIA	T1	260
		T1	270
	XM = (TD - DTFPC(J-1,1)) / (DTFPC(J,1) - DTFPC(J-1,1))	T1	280
	PR1 = EXPR(2)	T1	290
	PR2 = EXPR(3)	T1	300
	GO TO 100	T1	310
		T1	320
C	SEM INTERPOLACAO	T1	330
		T1	340
	50 PR1= DTFPC(J-1,2)	T1	350
	PR2= DTFPC(J-1,3)	T1	360
		T1	370
C	CALCULO DE T1	T1	380
		T1	390
	100 T1= PR1 * (PR2 + ((2.645 * (XI- 1.13)) ** (-0.616)))	T1	400
	XI = XI * XIOR	T1	410
	RETURN	T1	420
	END	T1	430



SUBROUTINE ANSI (ZTR,PMULT,TASA)

C           SUBROUTINA PARA FIXAR OS PONTOS ASA DOS TRAFOS  
C           J ABEL   LCS   EFEI

```

IF ( ZTR .LT. 4. ) GO TO 1
IF ( ZTR .GT. 7. ) GO TO 2
PMULT=100./ZTR
TASA = ZTR*2.
RETURN
1 PMULT=25.
TASA=2.
RETURN
2 PMULT=14.3
TASA=5.
RETURN
END
    
```

ANSI 10  
ANSI 20  
ANSI 30  
ANSI 40  
ANSI 50  
ANSI 60  
ANSI 70  
ANSI 80  
ANSI 90  
ANSI 100  
ANSI 110  
ANSI 120  
ANSI 130  
ANSI 140  
ANSI 150  
ANSI 160  
ANSI 170

HP           FEHLERFREI  
KERNSpeicherbedarf: 2545 ZELLEN OHNE COMMON

UP AJS1   FEHLERFREI  
KERNSpeicherbedarf: 658 ZELLEN OHNE COMMON

UP AJS2   FEHLERFREI  
KERNSpeicherbedarf: 569 ZELLEN OHNE COMMON

UP AJS3   FEHLERFREI  
KERNSpeicherbedarf: 972 ZELLEN OHNE COMMON

UP LIMR   FEHLERFREI  
KERNSpeicherbedarf: 462 ZELLEN OHNE COMMON

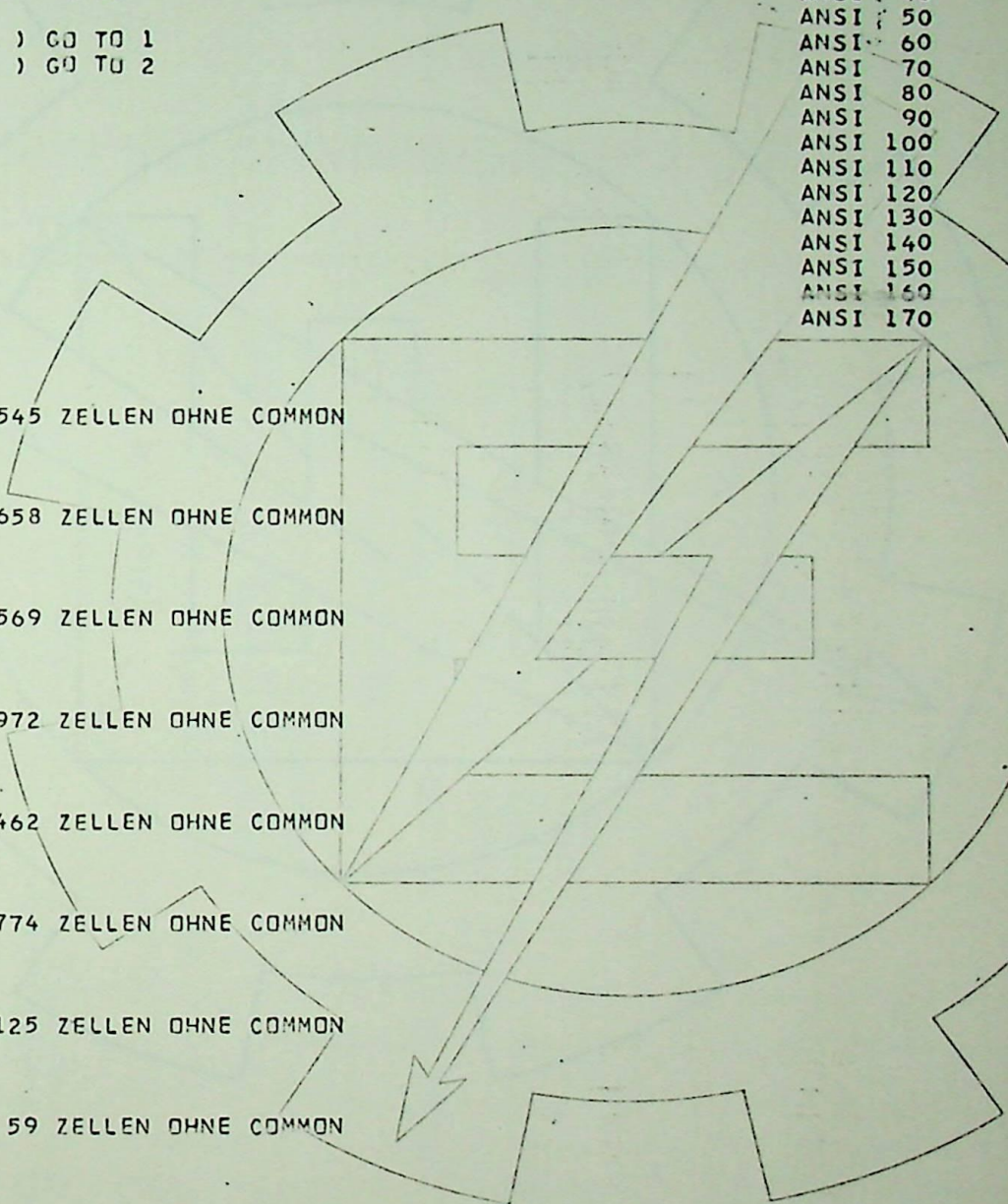
UP SN       FEHLERFREI  
KERNSpeicherbedarf: 774 ZELLEN OHNE COMMON

UP TRELE   FEHLERFREI  
KERNSpeicherbedarf: 125 ZELLEN OHNE COMMON

UP TE       FEHLERFREI  
KERNSpeicherbedarf: 59 ZELLEN OHNE COMMON

UP T1       FEHLERFREI  
KERNSpeicherbedarf: 337 ZELLEN OHNE COMMON

UP ANSI    FEHLERFREI  
KERNSpeicherbedarf: 66 ZELLEN OHNE COMMON



MULTIPLEX 40-45 280795 28-794 4P

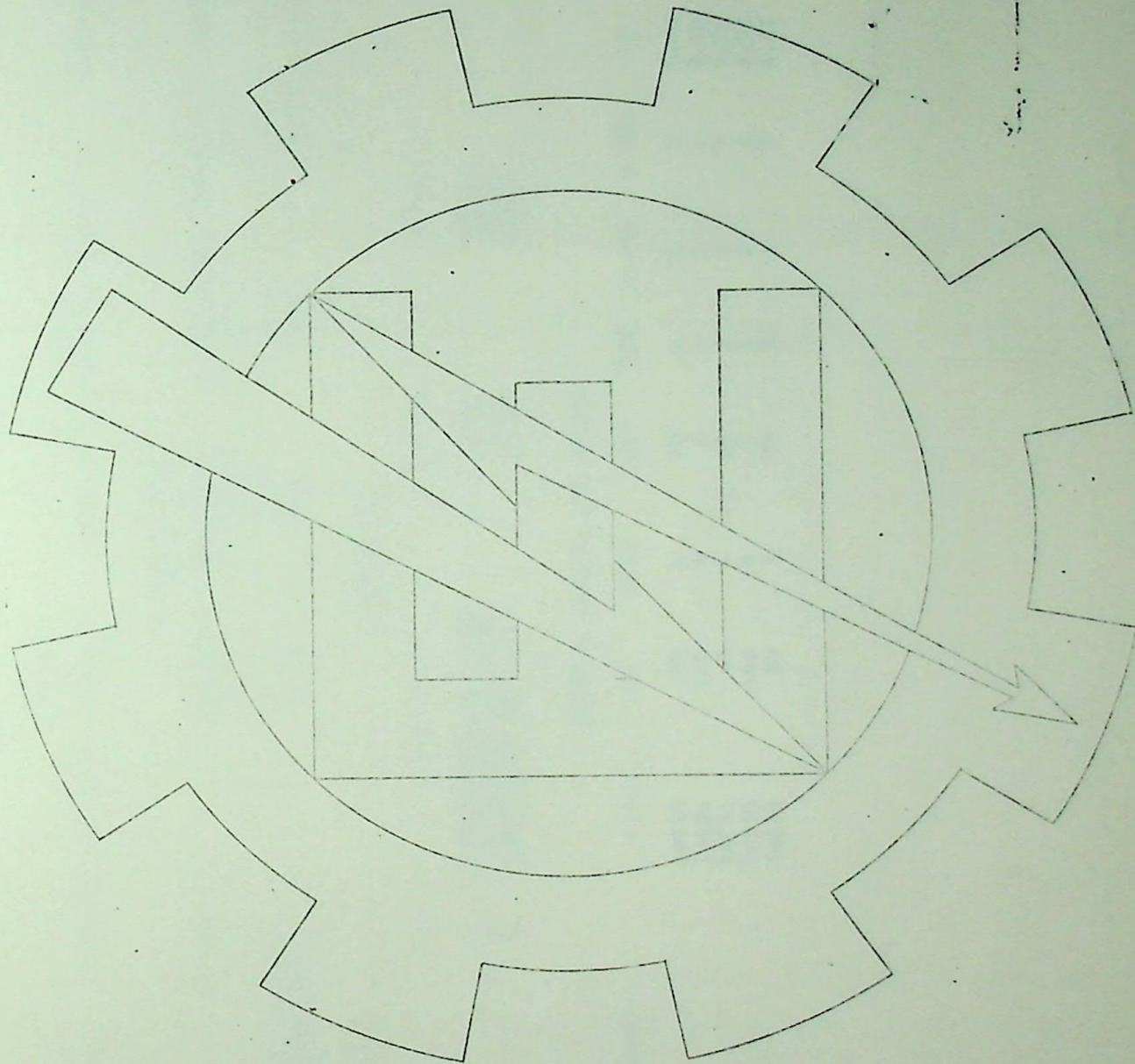
TR86 FTN-COMPILER MV08(70) 080873 STARTE:

PROGRAMMLAENGE 15807

ENDE DER COMPILATION

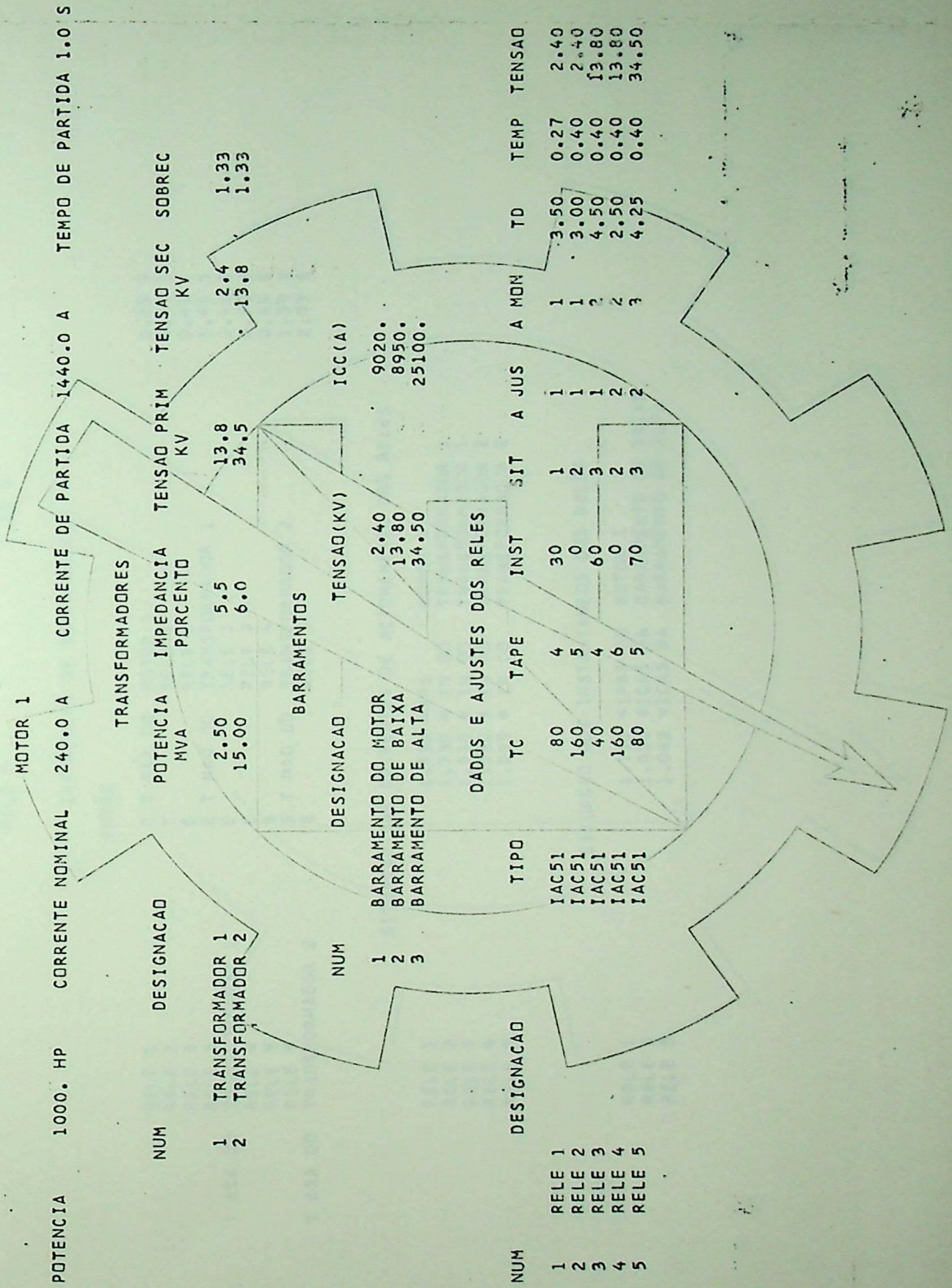
116

05.02.1974



AJUSTE DE SELETIVIDADE DA PROTECAO DE SOBRECORRENTE DE FASE DE SISTEMA  
 LABORATORIO DE COMPUTACAO E SIMULACAO  
 ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBA

SISTEMA EXEMPLO PARA TESTAR O PROGRAMA SP2



POTENCIA 1000. HP CORRENTE NOMINAL 240.0 A CORRENTE DE PARTIDA 1440.0 A TEMPO DE PARTIDA 1.0 S

TRANSFORMADORES		MOTOR 1	
NUM	DESIGNACAO	POTENCIA MVA	IMPEDANCIA PORCENTO
1	TRANSFORMADOR 1	2.50	5.5
2	TRANSFORMADOR 2	15.00	6.0

BARRAMENTOS		MOTOR 1	
NUM	DESIGNACAO	POTENCIA MVA	IMPEDANCIA PORCENTO
1	BARRAMENTO DO MOTOR	2.50	5.5
2	BARRAMENTO DE BAIXA	15.00	6.0
3	BARRAMENTO DE ALTA		

DADOS E AJUSTES DOS RELES		MOTOR 1	
NUM	DESIGNACAO	POTENCIA MVA	IMPEDANCIA PORCENTO
1	RELE 1	2.50	5.5
2	RELE 2	15.00	6.0
3	RELE 3		
4	RELE 4		
5	RELE 5		

BARRAMENTOS		MOTOR 1	
NUM	DESIGNACAO	POTENCIA MVA	IMPEDANCIA PORCENTO
1	BARRAMENTO DO MOTOR	2.50	5.5
2	BARRAMENTO DE BAIXA	15.00	6.0
3	BARRAMENTO DE ALTA		

DADOS E AJUSTES DOS RELES		MOTOR 1	
NUM	DESIGNACAO	POTENCIA MVA	IMPEDANCIA PORCENTO
1	RELE 1	2.50	5.5
2	RELE 2	15.00	6.0
3	RELE 3		
4	RELE 4		
5	RELE 5		

DADOS E AJUSTES DOS RELES		MOTOR 1	
NUM	DESIGNACAO	POTENCIA MVA	IMPEDANCIA PORCENTO
1	RELE 1	2.50	5.5
2	RELE 2	15.00	6.0
3	RELE 3		
4	RELE 4		
5	RELE 5		

DADOS E AJUSTES DOS RELES		MOTOR 1	
NUM	DESIGNACAO	POTENCIA MVA	IMPEDANCIA PORCENTO
1	RELE 1	2.50	5.5
2	RELE 2	15.00	6.0
3	RELE 3		
4	RELE 4		
5	RELE 5		

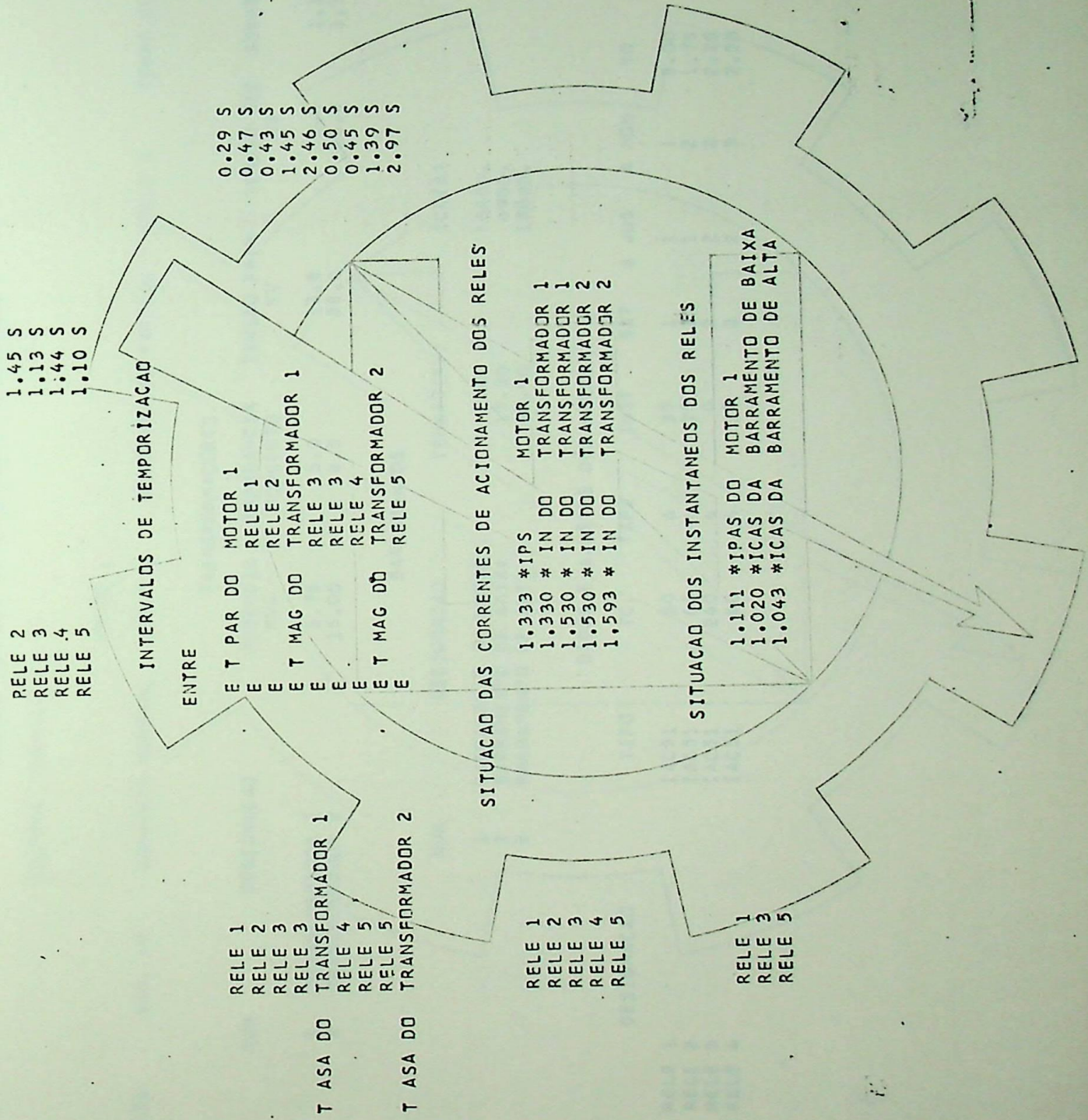
DADOS E AJUSTES DOS RELES		MOTOR 1	
NUM	DESIGNACAO	POTENCIA MVA	IMPEDANCIA PORCENTO
1	RELE 1	2.50	5.5
2	RELE 2	15.00	6.0
3	RELE 3		
4	RELE 4		
5	RELE 5		

DADOS E AJUSTES DOS RELES		MOTOR 1	
NUM	DESIGNACAO	POTENCIA MVA	IMPEDANCIA PORCENTO
1	RELE 1	2.50	5.5
2	RELE 2	15.00	6.0
3	RELE 3		
4	RELE 4		
5	RELE 5		

DADOS E AJUSTES DOS RELES		MOTOR 1	
NUM	DESIGNACAO	POTENCIA MVA	IMPEDANCIA PORCENTO
1	RELE 1	2.50	5.5
2	RELE 2	15.00	6.0
3	RELE 3		
4	RELE 4		
5	RELE 5		

DADOS E AJUSTES DOS RELES		MOTOR 1	
NUM	DESIGNACAO	POTENCIA MVA	IMPEDANCIA PORCENTO
1	RELE 1	2.50	5.5
2	RELE 2	15.00	6.0
3	RELE 3		
4	RELE 4		
5	RELE 5		

TEMPOS DE ATUACAO DOS RELES COMO PROTECAO DE RETAGUARDA



RELE 2  
RELE 3  
RELE 4  
RELE 5

INTERVALOS DE TEMPORIZACAO

ENTRE

E T PAR DO MOTOR 1  
RELE 1  
RELE 2  
E T MAG DO TRANSFORMADOR 1  
RELE 3  
RELE 3  
RELE 4  
E T MAG DO TRANSFORMADOR 2  
RELE 5

RELE 1  
RELE 2  
RELE 3  
RELE 3  
TRANSFORMADOR 1  
RELE 4  
RELE 5  
RELE 5  
TRANSFORMADOR 2

T ASA DO

T ASA DO

SITUACAO DAS CORRENTES DE ACIONAMENTO DOS RELES

1.333 \*IPS  
1.330 \* IN DO MOTOR 1  
1.530 \* IN DO TRANSFORMADOR 1  
1.530 \* IN DO TRANSFORMADOR 2  
1.593 \* IN DO TRANSFORMADOR 2

RELE 1  
RELE 2  
RELE 3  
RELE 4  
RELE 5

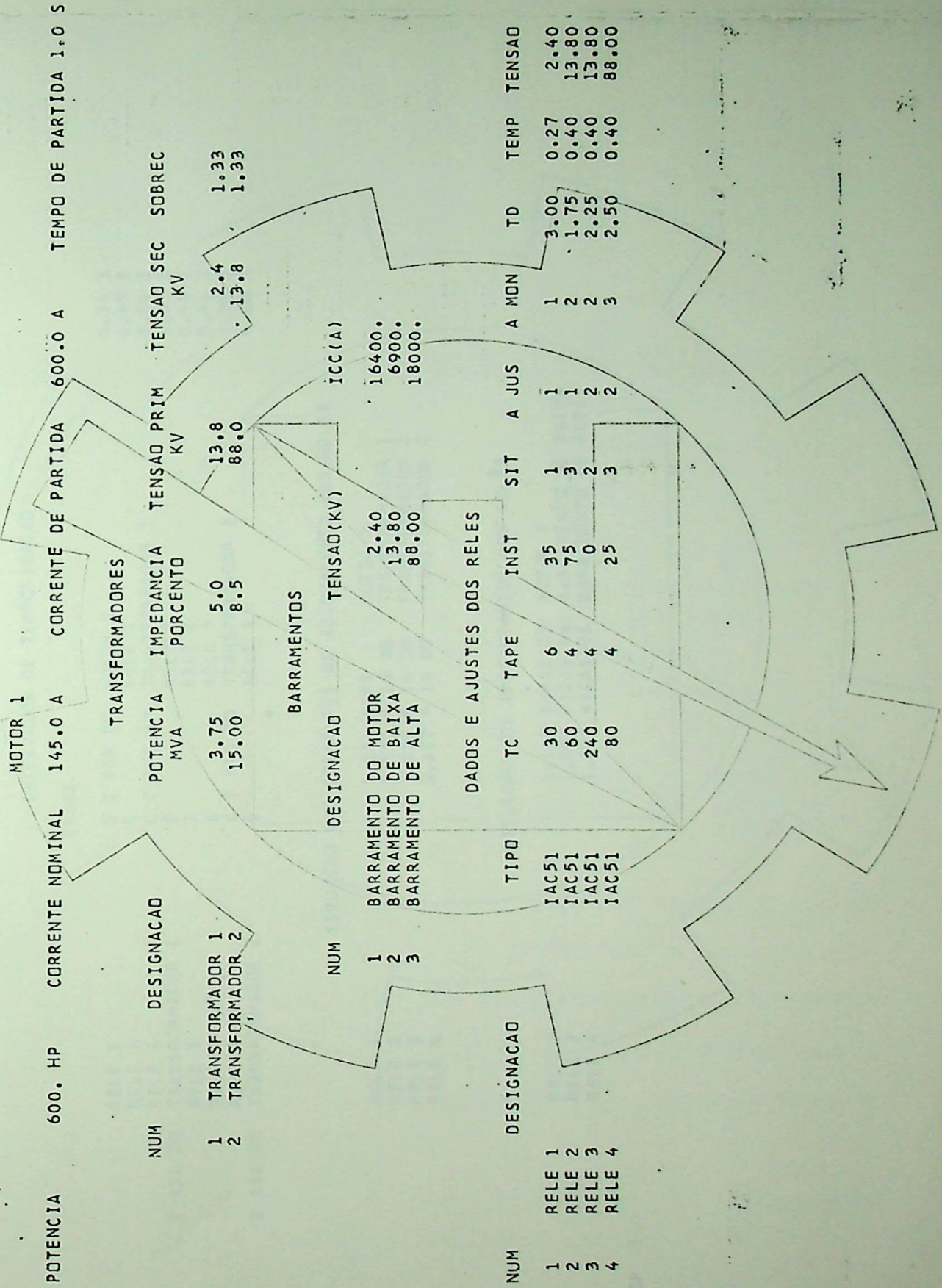
SITUACAO DOS INSTANTANEOS DOS RELES

1.111 \*IPAS DO MOTOR 1  
1.020 \*ICAS DA BARRAMENTO DE BAIXA  
1.043 \*ICAS DA BARRAMENTO DE ALTA

RELE 1  
RELE 3  
RELE 5

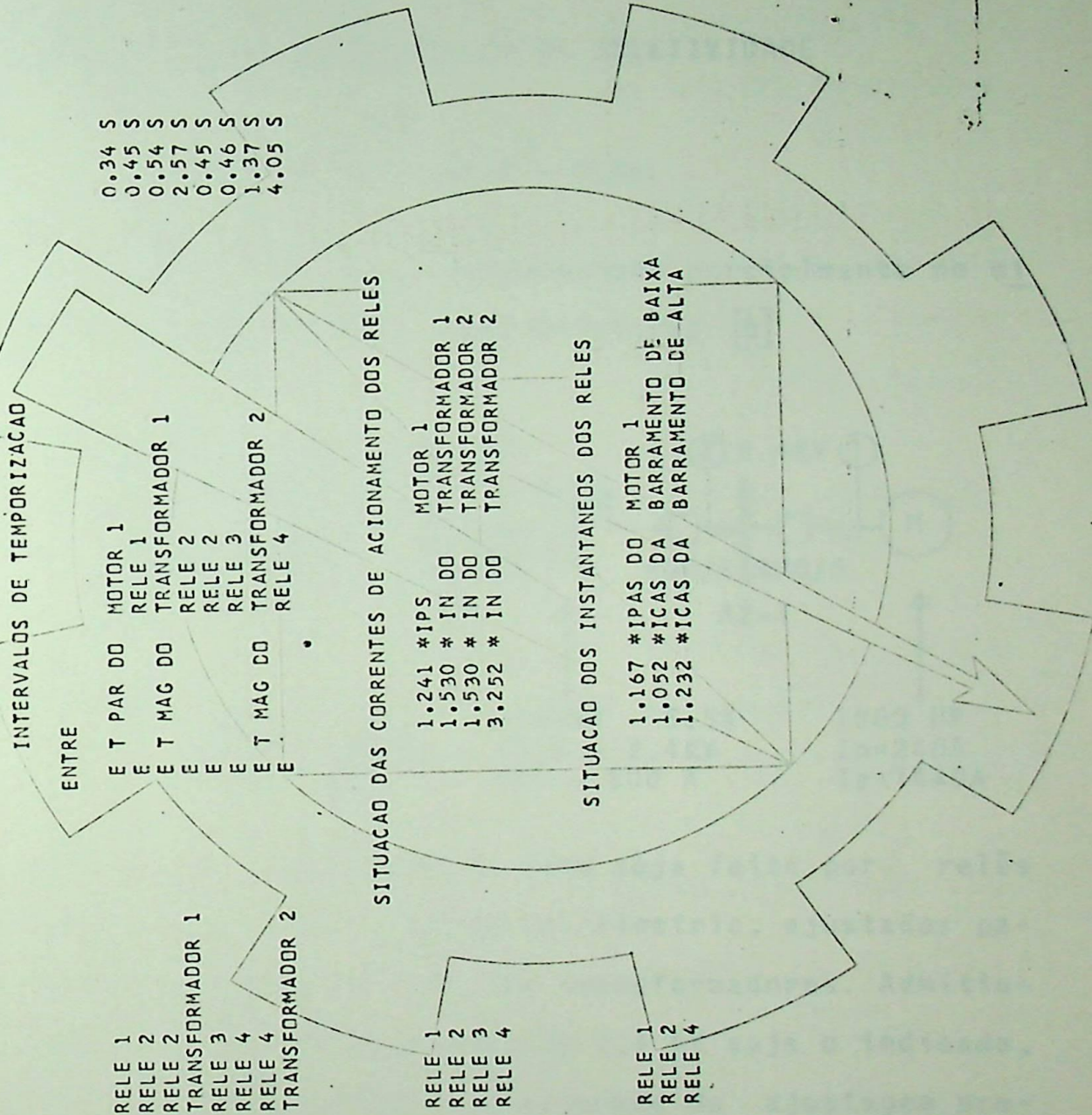
AJUSTE DE SELETIVIDADE DA PROTECAO DE SOBRECORRENTE DE FASE DE SISTEMA  
 LABORATORIO DE COMPUTACAO E SIMULACAO  
 ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBA

SISTEMA EXEMPLO 2



TEMPOS DE ATUACAO DOS RELES COMO PROTECAO DE RETAGUARDA

RELE 2 0.45 S  
 RELE 3 0.84 S  
 RELE 4 1.13 S



STOP :



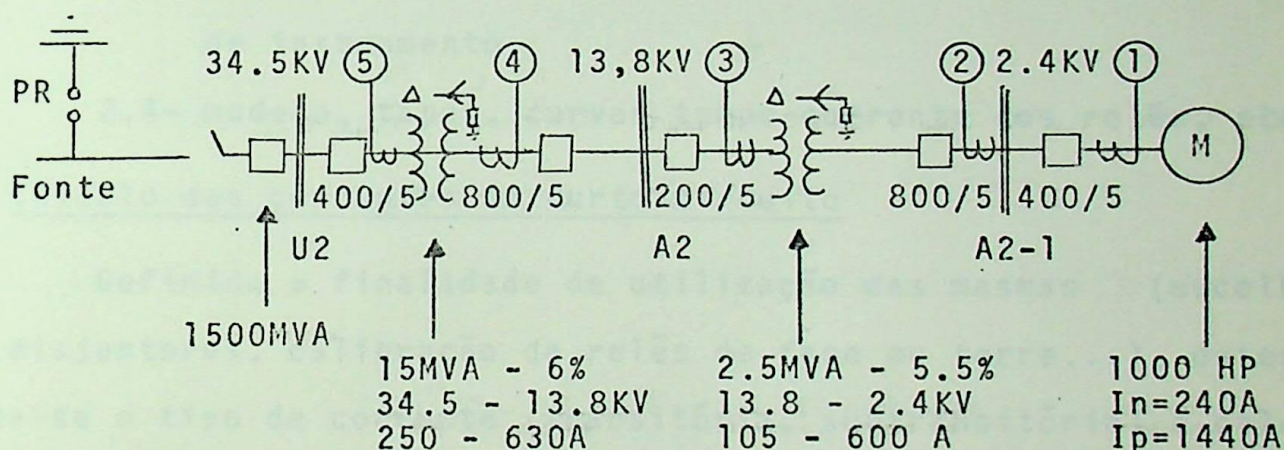
## APÊNDICE 2

## EXEMPLO DE VERIFICAÇÃO GRÁFICA DE SELETIVIDADE

por

Amadeu Casal Caminha - M.Sc.

Seja o sistema industrial representado parcialmente no diagrama unifilar abaixo por suas características [8]



Pretende-se que a proteção de fase seja feita por relês de sobrecorrente, tipo IAC-51 da General Electric, ajustados para permitir uma sobrecarga de 133% dos transformadores. Admitindo-se que o maior motor na barra A2-1 de 2.4 kV seja o indicado, pede-se demonstrar graficamente a propriedade da ajustagem programada para os relês em série.

A solução-roteiro, usando o chamado Método de Superposição, envolve os passos seguintes:

#### 1- Diagrama unifilar do sistema

De posse de uma folha-virgem do tipo KE-336E, conforme a

Fig. 1 reproduz-se no canto superior direito da mesma, o diagrama unifilar dado, de uma forma simplificada.

## 2- Características do sistema

Com o fim de calcular as correntes de curto-circuito e satisfazer outras imposições, como descrito em secções anteriores, será necessário obter informações como:

2.1- tipo, comprimento e bitola dos condutores

2.2- potência, tensão, impedância dos motores e transformadores

2.3- relação de transformação e carga dos transformadores de instrumento

2.4- modelo, tapes, curvas tempo-corrente dos relés, etc.

## 3- Cálculo das correntes de curto-circuito

Definida a finalidade de utilização das mesmas (escolha de disjuntores, calibração de relés de fase ou terra...), determina-se o tipo de corrente (transitória, subtransitória) a calcular, utilizando fatores de multiplicação usuais [4, 9, 10].

No presente caso, as correntes trifásicas simétricas calculadas são as seguintes:

Barra	U	I <sub>sim</sub>	K	I <sub>assim</sub>
U2.	34.5 KV	361.000A	1.6	577.000A
A2	13.8	51.500	1.6	82.400
A2-1	2.4	9.020	1.5	13.500

## 4- Fixação dos transformadores no plano I x t

Os transformadores devem obedecer aos limites de sobrecar

ga fixados pela norma ASA, bem como às condições de corrente de magnetização respectivas, como indicado precedentemente.

#### 4.1- Determinação dos pontos ASA

$$T \ 15 \text{ MVA} \ 6\% \rightarrow 16.6 \text{ In} \times 4 \text{ seg}$$

$$\text{ou} \quad 16.6 \frac{15000}{\sqrt{3} \times 34.5} = 4160 \text{ A}$$

Como é usual escolher-se a menor tensão de barra para representar as correntes na Folha-virgem; no caso deve-se referir a corrente acima à tensão de 2.4 kV, resultando

$$4160 \times \frac{34.5}{2.4} = 60.000 \text{ A}$$

Então, loca-se a posição do transformador de 15 MVA, segundo as coordenadas (60.000 A x 4 seg), na Folha-virgem.

$$T \ 2.5 \text{ MVA} \ 5.5\% \rightarrow \frac{20 + 16.6}{2} \text{ In} \times \frac{3 + 4}{2} \text{ seg} \text{ (por interpolação)}$$

$$18.3 \times \frac{2500}{\sqrt{3} \times 13.8} = 1920 \text{ A}$$

$$1920 \times \frac{13.8}{2.4} = 10.900 \text{ A}$$

Esse transformador é, então, localizado em (10.900 A x 3.5 seg).

#### 4.2- Correntes de magnetização dos transformadores

Admitindo, na falta de dados exatos, que a corrente de magnetização corresponda a 8 In x 0.1 seg, virã

$$T \ 15 \text{ MVA} \rightarrow 8 \text{ In} = 8 \times \frac{15000}{\sqrt{3} \times 34.5} = 201 \text{ A}$$

que referida à barra de 2.4 kV dá

$$201 \times \frac{34.5}{2.4} = 28800 \text{ A}$$

$$T \ 2.5 \text{ MVA} \rightarrow 8 \ I_n = 8 \frac{2500}{\sqrt{3} \ 13.8} \approx 843$$

$$843 \times \frac{13.8}{2.4} \approx 4810 \text{ A}$$

Então, os valores de corrente de magnetização situam-se em pontos de coordenadas (28800 x 0.1 seg) e (4810 x 0.1 seg) na Folha-virgem.

E como dito em seções anteriores, a curva do relê protetor de cada transformador deverá situar-se, obrigatoriamente, entre os valores dos pontos ASA e de corrente de magnetização.

#### 5- Traçado das curvas de seletividade

Já que os relês escolhidos, no caso, são do tipo IAC-51, vamos usar a curva GET-17.731 fornecida pelo fabricante (Fig.2).

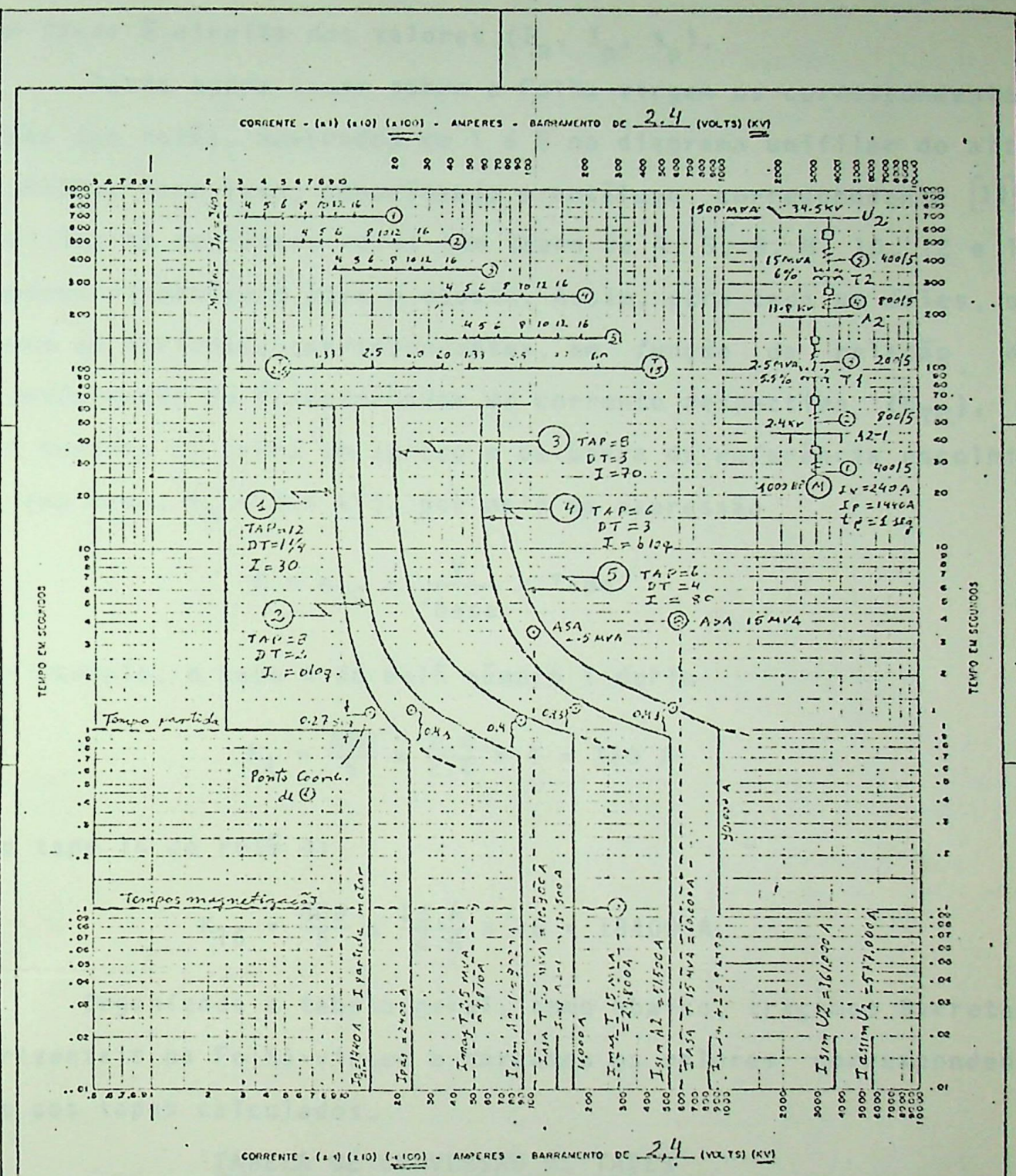
Além disso, vamos adotar degraus de temporização de 0.4 segundos entre os relês em série.

##### 5.1- Localização da curva do relê protetor do motor

Consultando o catálogo do motor, ou utilizando-se oscilogramas reais, o que é melhor, determinamos aquele que tem as seguintes características:

- corrente de partida  $I_p = 1440$  amperes
- tempo de partida  $t_p = 1$  segundo

Como já sabemos que a corrente nominal é de  $I_n = 240\text{A}$ , estabelecemos a escala de marcação das correntes, ou seja, (x100), e assim escalamos o eixo horizontal, ao mesmo tempo que locamos as curvas que definem as condições nominais e de partida, bem como os pontos ASA e Magnetização, cujos valores foram previamente calculados.



**TRIEL**  
 Eng. Elétrico Licenciado  
 Tel. 42362 - Santos  
 Padrão nº 1091

VERIFICAÇÃO GRÁFICA DE SELETIVIDADE		
Local: ITAJUBA		
Feito por: CAMINHA	Aprov. por: Camil	
COMPANHIA: CPG - 4FE I		
911.5		
		Data: 12/7/73
		Desenho Nº 01
		Rev. Alvaro Elétrico
		nº 58-59

FIG. 2

Verificamos, pois, que todas as curvas de coordenação devem ficar à direita dos valores ( $I_n$ ,  $I_p$ ,  $t_p$ ).

Resta agora locar sobre a Folha-virgem os correspondentes tapes dos relês, numerados de 1 a 5 no diagrama unifilar do alto da Folha. Para isso, consultando o catálogo correspondente [11], verifica-se que esses relês tem tapes de 4, 5, 6, 8, 10, 12 e 16 amperes disponíveis para o ajuste. Assim, para cada um deles, obtemos as correntes correspondentes, em função da relação de transformação do transformador de corrente respectivo ( $n_{TC}$ ), e das tensões da barra em apreço e da barra de referência escolhida (no caso,  $V_b = 2.4$  kV), por meio da expressão

$$K = n_{TC} \times \frac{V}{V_{base}} \times \text{Tape}$$

Por exemplo, o tape 4 do relê número 1 daria

$$K_4 = \frac{400}{5} \times \frac{2.4}{2.4} \times 4 = 320 \text{ A}$$

e o tape 16 do relê 4:

$$K_{16} = \frac{800}{5} \times \frac{13.8}{2.4} \times 16 = 18400 \text{ A}$$

Organizada a tabela geral, como abaixo, traçamos Barretas horizontais na Folha-virgem e marcamos os valores correspondentes aos tapes calculados.

TABELA DE CONVERSAO DE TAPES

Relê \ Tape	4	5	6	8	10	12	16
1	320	400	480	640	800	960	1280
2	640	800	960	1440	1600	1920	2560
3	920	1150	1380	1840	2300	2760	3680
4	3680	4600	5520	7360	9200	11040	14720
5	4600	5750	6900	9240	11500	13800	18400

Calcula-se, igualmente, os pontos correspondentes a 1.33, 2.5 e  $6 I_n$  de cada transformador, e locam-se as Barretas correspondentes na Folha-virgem, segundo recomendações das Normas Técnicas 12 como já indicado, e abaixo resumidas.

TABELA PARA PONTO ASA DE TRANSFORMADOR

Impedância (Z%)	$I_{cc} = n \cdot I_n$ A	t seg
$\leq 4 \%$	$25 I_n$	2 seg
5	20	3
6	16.6	4
$\leq 7$	$\leq 14.3$	5

TABELA PARA AJUSTE DA PROTEÇÃO DE SOBRECORRENTE  
DE TRANSFORMADOR

Hã dispositivo protetor de sobrecorrente no secundário?	0 dispositivo de sobrecorrente do primário ajusta-se para:
Sim	$\leq 4 I_{n1}$ se Z% = 6-10% $\leq 6 I_{n1}$ < 6%
Não	$\leq 2.5 I_{n1}$

Obs.- Segundo as Normas [12], a proteção do ramal secundário do transformador deve ser regulada para  $\leq 2.5 I_{n2}$ .

Podemos, finalmente, iniciar a locação da curva tempo-corrente correspondente ao relê nº 1, protetor do motor (suposto o de maior potência na barra de 2.4 kV).

Como explicado anteriormente, adotaremos degraus de temporização de 0.4 seg, e que compreendem as seguintes parcelas:

tempo do (disjuntor de 8 Hz + relê)	≈ 0.13 seg
tempo de tolerância de fabricação	≈ 0.10 seg
tempo de segurança do projetista	≈ <u>0.17 seg</u>
Total	0.40 seg

Neste caso, não havendo outro relê a jusante, adota-se  $t = 0.27$  seg, que é marcado acima do ponto definidor das condições de partida: é nosso primeiro ponto de coordenação. Evidentemente, a curva do relê ficará à direita desse ponto de coordenação, para permitir a partida do motor sem risco de desligamento intempestivo.

O método de superposição é, então executado: toma-se a Folha de curvas  $I \times t$  do relê, ajusta-se sob a Folha-virgem, observando a exata coincidência das linhas-base horizontais e das verticais, e de tal modo que o Múltiplo 1 da primeira corresponda a uma prumada que passe sobre um dos tapes indicados na Barreta nº 1, prumada esta (do tape 12, no caso) que deve ficar imediatamente à direita do ponto 1.33 da Barreta do transformador T1, se desejamos, como é o caso, que T1 admita uma sobrecarga da ordem de 33%. Observando-se o procedimento descrito, verifica-se que o ponto de coordenação está entre as curvas de dispositivo de tempo (DT) 1 e  $1\frac{1}{2}$  do relê; como este dispositivo permite ajuste contínuo, resulta que é possível interpolar as curvas, e adotar o  $DT = 1\frac{1}{4}$ . Faz-se o decalque da correspondente curva interpolada e obtem-se assim, sobre a Folha-virgem o posicionamento da curva  $I \times t$  do relê, que é agora indicada como na Fig. 1 por TAP = 12 e  $DT = 1\frac{1}{4}$ .

Resta agora analisar o posicionamento que corresponde ao elemento instantâneo de que o relê é dotado. Evidentemente, esse elemento de ação instantânea deve também permitir a partida do motor, sem riscos de intempestivos. Assim, adotando um fator  $K = 1.5$  (barra de 2.4 kV) para obter o valor da corrente de partida assimétrica, teríamos

$$I_{p \text{ ass}} = K \cdot \tilde{I}_{p \text{ sim}} = 1.5 \times 1440 = 2160 \text{ A}$$

que vista pelo TC de relação  $400/5 = 80$  apareceria ao relê como

$$I_{p \text{ ass}} = \frac{2160}{80} = 27 \text{ A}$$

Como, pelo catálogo do relê, a unidade instantânea é regulável entre 20-80 A, vamos adotar

$$I = 30 \text{ A}$$

que corresponde, no primário a

$$I_{p \text{ ass}} = 30 \times 80 = 2400 \text{ A}$$

Marcando-se a prumada de 2400 A, esta corta a curva do relê na altura de  $t = 0.9$  seg. Finalmente, para locar a curva do relê nº 2, marca-se a partir desse ponto (2400 A x 0.9 seg) o degrau de temporização de 0.4 seg adotado, obtendo-se o segundo ponto de coordenação sobre a Folha-virgem.

#### 5.2-Localização da curva do relê protetor do transformador T1

Analogamente ao caso anterior, e respeitado o limite de  $2.5 I_n$  do transformador T1, coloca-se novamente o Índice 1 da Folha de Curvas  $I \times t$  do relê, sob a Folha-virgem, de modo que esse Índice 1 tenha na sua prumada um dos tapes da Barreta 2, e passando o feixe de curvas entre os tapes 1.33 e 2.5 da Barreta de T1, resulta o menor tape útil é o de número 8, e que a curva

correspondente a ser decalcada e passando imediatamente acima do segundo ponto de coordenação, é a de  $DT = 2$ .

Quanto à unidade instantânea deste relê, será deixada bloqueada, já que entre os relês 1 e 2 não há suficiente impedância para permitir uma discriminação de atuação de suas unidades instantâneas. Assim, o ponto de corte na cauda da curva pode ser obtido observando-se que esse relê nº 2 deve ver qualquer curto-circuito simétrico na barra A2-1, e que como calculado, equivale a 9.020 A. Marcada essa prumada, na Folha-virgem, obtem-se a intercessão com a curva  $I \times t$  em cerca de 0.7 seg.

Então, marcando-se o novo degrau de temporização de 0.4 seg, acima de (9.020 A x 0.7 seg), obtem-se o terceiro ponto de coordenação sobre a Folha-virgem.

### 5.3- Locação da curva do relê protetor nº 3

Lembrando agora a determinação da Norma 12 sobre proteção de transformador, o tape escolhido na Barreta 3, deve estar compreendido pelas prumadas de 2.5 e 6  $I_n$  da Barreta T1, obviamente a curva DT escolhida passando imediatamente acima do 3º ponto de coordenação já locado. Resulta a escolha do tape 8 e  $DT = 3$ . Quanto ao ajuste da unidade instantânea, é regulada para um pouco acima do valor de curto-circuito assimétrico na barra A2-1, já locado em 13.500 A como calculado. Como a relação do transformador de corrente é  $n_{TC} = 200/5 = 40$  adotando 16000 A primários, viria

$$I = \frac{1600}{40} \times \frac{2.4}{13.8} \approx 70 \text{ A, por exemplo}$$

A prumada de 16.000 A corta a curva  $I \times t$  do relê 3 em 0.95 s. aproximadamente; a partir deste ponto, locado o degrau de tempo-

rização, obtêm-se o quarto ponto de coordenação, para ajuste da curva do relê 4, no secundário do transformador T2 de 15 MVA.

Como verificação, observe-se que as curvas 2 e 3, referentes à proteção do transformador T1, estão locadas acima do ponto de magnetização e abaixo do ponto ASA correspondentes, como exigido.

#### 5.4- Locação da curva do relê protetor nº 4

A partir do 4º ponto de coordenação e repetindo-se o raciocínio do item 5.2, agora com os dados do transformador T2, traça-se a curva nº 4 com  $Tape = 6$ ,  $DT = 2$ ,  $I = \text{bloqueado}$ ; marca-se a 0.4 seg acima da intercessão da curva 4 com a prumada  $I_{sim}$   $A2 = 51.500 A$ , o quinto e o último ponto de coordenação.

#### 5.5- Locação da curva do relê protetor nº 5

Raciocinando como em 5.3, obtem-se  $Tape = 6$ ,  $DT = 4$  e  $I = 80$ .

Observe-se, finalmente, o posicionamento correto das curvas 4 e 5 com relação aos pontos ASA e de magnetização do transformador T2, o que vem, em resumo conclusivo, mostrar a quase impossibilidade de uma memorização mental do posicionamento correto das diversas curvas, se calculados apenas com raciocínio algébrico comum os diversos ajustes.

Este método de superposição é, sem dúvida, uma excelente ferramenta do engenheiro de proteção.



## BIBLIOGRAFIA

1. Alderton, J.R. e Peralta, R.V - Programme to Check H.V. - A.C. System Protection Grading - South Eastern Region of the CEGB
2. Barros, A.E. - A Geometria da Proteção - Revista "Mundo Elétrico" nº 78
3. Barros, A.E. - Alguns Aspectos da Proteção das Subestações Abaixadoras - Revistas "Mundo Elétrico" n<sup>os</sup> 58 e 59
4. Barros, A.E. - Proteção de Sistemas Elétricos Industriais - IV Seminário - Utilidades do IBP, 1967
5. Barros, A.E. - Proteção contra Sobrecorrentes nos Sistemas Industriais - Publicação General Electric
6. Beeman, D. - Industrial Power Systems Handbook - Ed. McGraw-Hill Book Co., New York, N.Y.
7. Bourbonnais II, T.L. - The Coordination and Testing of Protective Relays in Industrial Plants - IGA, pt III, Vol 77, Fev. 1958

8. Brightman, F.P. - More About Setting Industrial Relays - AIEE Trans. PAS - Vol 73, pt III-A, Apr. 1954
9. Brightman, F.P. - Selecting AC Overcurrent Protective Device Setting for Industrial Plants - AIEE Trans. Vol 71, pt III-A, Sept. 1952
10. Burgin, E.R. e Greenwood, G. - Protection and Coordination Concepts for 600 Volt Refinery Electrical Systems - IGA - IEEE, Jan. 1968, pág. 68
11. Caminha, A.C. - Proteção de Sobrecorrente dos Sistemas - Edição EFEI - 1972
12. Caminha, A.C. - Proteção dos Sistemas Elétricos - Publicação EFEI - 1974 - 2ª Edição
13. Dunki-Jacobs, J. - Electrical Distribution System for the Petróleo Brasileiro S.A. - Duque de Caxias Refinery - Dec. 1959
14. Ellestade, D.E. - Computer Selects Power Transformer Fuses - Revista Transmission & Distribution - Aug. 1967
15. Feero, W.E., Juves, J.A. - Protective Device Coordination Program - Report no. 68-685 - Westinghouse Electric Corporation - 1970
16. General Electric - Industrial Power System Data Book

17. General Electric - Power Systems Protection - Electric Equipment Specifications Manual - Book III - Application Guide
18. Graham, P.A. e Watson, R. - Computation of Relay Performance in Electrical Distribution Systems - Electricity Board for Northern Ireland - Belfast
19. Greever, N.J. - Overcurrent Protection Apparatus - Application & Coordination - McGraw - Edison Power Systems Division - New Jersey - USA
20. Higgins, T.D. - Peach, N. - A Proposed Publication on System Coordination and Protection for Industrial and Commercial Power Systems - IGA - 1 n° 6, Nov-Dec. 1965
21. Juves, J.A. - Cálculo Automático de Corrientes de Falla em la Selección de Equipos Protectores de Sistemas - Revista IEEE - Electrolatina, Junio 1971
22. Mason, C.R. - The Art and Science of Protective Relaying - Ed. John Wiley
23. The Electricity Council - Power Systems Protection - Ed. MacDonald - Londres
24. Todd, J. e Watson, R. - Calculation and Representation of Distribution System Discrimination - Using a Simple

Computer Technique - Electricity Board for Northern  
Ireland - Belfast

25. Warrington, A.R. - Protective Relays-II - Ed. Chapman Hall -  
Londres
26. Weddendorf, W.A. - Evidence of Need for Improved Coordination  
and Protection of Industrial Power Systems - IGA - AIEE,  
Nov. 1965, p̄ag. 393
27. Westinghouse - Applied Protective Relaying - Westinghouse E-  
lectric Corporation - Relay - Instrument Division -  
Newark, New Jersey
28. Westinghouse - Cat̄alogo IL.41.101H - Type C0 Overcurrent  
Relay - Instructions

