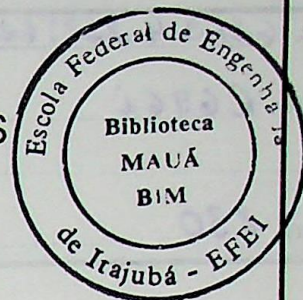


TESE

830

JOSÉ CARLOS GRILO RODRIGUES



IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE AUTOMATIZAÇÃO DE UM "PHASOR CONTROLLER"

Dissertação apresentada à Escola Federal de Engenharia de Itajubá para obtenção do título de Mestre em Engenharia.

Área de Concentração:

Automação e Sistemas Elétricos Industriais

Orientador:

Prof. Dr. José Policarpo Gonçalves de Abreu

Co-orientador:

Prof. Valberto Ferreira da Silva, MSc

Minas Gerais

1995

CLASS. 621.314.223; 621.313(043.2)
CUTTER. R.696i
TOMBO. 830

A minha mãe que, onde se encontra, continua incentivando-me ao aperfeiçoamento Intelectual.

Ao meu pai Renato, pelo sua presença estimuladora aos estudos, e à vida. À minha esposa Sandra, pela paciência e dedicação, nas horas mais difíceis, aos meus filhos José Renato e João Rafael.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo amor e sustento que me dá pela vida.

Aos meus pais e orientador professor José Policarpo Gonçalves da Abreu, pelo estímulo, paciência e dedicação durante todo o trabalho.

Ao professor Vitorino Ferreira da Silva, pela co-orientação deste trabalho.

Ao professor António Faustino de Sá, pelo incentivo e colaboração ao longo da minha carreira.

Aos amigos e professores António Simão, Délio, Manuel Esteves e Manuel António, pela presença e colaboração, durante todo o desenvolvimento deste trabalho.

Aos familiares Anselmo, Luís Sérgio, Lúderio, Luís António e José Batista, pelo carinho de acompanhamento ao longo deste trabalho.

Aos académicos Adriano e Alexandre, pela grande ajuda e paciência no dia a dia.

Aos professores Joaquim, Helena, Ricardo Nunes, Paulo Wain e Carlos Alberto Dias, pelo apoio e colaboração durante todo o trabalho.

À Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Vila Real, pela disponibilização deste trabalho.

" É graça divina começar bem, é graça maior persistir na caminhada certa, mas a graça das graças é não desistir, podendo ou não podendo e embora caindo aos pedaços, chegar até o fim"

Dom Kelder Câmara

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo amor e entusiasmo que me dá pela vida.

Ao meu amigo e orientador professor José Policarpo Gonçalves de Abreu, pelo estímulo contínuo, paciência e dedicada orientação.

Ao professor Valberto Ferreira da Silva, pela co-orientação deste trabalho.

Ao professor Jocélio Souza de Sá, pelo incentivo e colaboração ao início de minha carreira.

Aos amigos e professores Ângelo Stano, Délvio, Manuel Esteves e Marcos Aurélio, pela presteza e colaboração, durante todo o desenvolvimento desta dissertação.

Aos funcionários Anselmo, Luís Sérgio, Luciano, Luís Antônio e José Batista, pelo espírito de cooperação ao longo deste trabalho.

Aos acadêmicos Adriano e Alexandre, pela grande ajuda e paciência no dia a dia.

Aos professores Negrisoni, Hermeto, Renato Nunes, Paulo Waki e Carlos Alberto Dias, pelo constante incentivo durante o desenvolvimento deste trabalho.

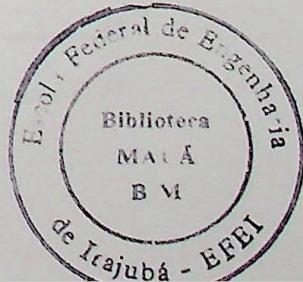
À Escola Federal de Engenharia de Itajubá, pela oportunidade de realização deste trabalho.

SUMÁRIO

<i>AGRADECIMENTOS</i>	<i>i</i>
<i>SUMÁRIO</i>	<i>ii</i>
<i>LISTA DE FIGURAS</i>	<i>v</i>
<i>SIMBOLOGIA</i>	<i>vii</i>
<i>RESUMO</i>	<i>viii</i>
<i>ABSTRACT</i>	<i>ix</i>
<i>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO</i>	<i>1</i>
<i>CAPÍTULO 2 - “PHASOR CONTROLLER” - ADZ</i>	<i>3</i>
2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	<i>3</i>
2.2 CONCEPÇÃO BÁSICA DO ADZ	<i>4</i>
2.3 PROTÓTIPO DO ADZ	<i>5</i>
2.4 LUGAR GEOMÉTRICO DA TENSÃO DE SAÍDA	<i>8</i>
2.5 EQUAÇÃO FUNDAMENTAL DO ADZ	<i>10</i>
2.5.1 Fasores das tensões de saída calculadas	<i>16</i>
2.6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	<i>18</i>
<i>CAPÍTULO 3 - SELEÇÃO AUTOMÁTICA DE “TAPS”</i>	<i>19</i>
3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	<i>19</i>
3.2 DESCRIÇÃO BÁSICA DO ADZ - SWT	<i>20</i>
3.2.1 - Metas e Procedimentos	<i>21</i>

3.3 - FLUXOGRAMAS	22
3.4 MENUS DO ADZ - SWT	27
3.4.1 Menu Gerar Matriz	28
3.4.2 Menu Imprimir Matriz	28
3.4.3 - Menu Pesquisar Tensão	29
3.4.4 - Menu Desativar Comutadores	35
3.4.5 Menu Testar Comutadores	36
3.4.6 Menu Habilitar Via Usuário	36
3.4.7 Menu Aquisitar	37
3.4.8 - Menu Finalizar	38
3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
<i>CAPÍTULO 4 - COMUTAÇÃO AUTOMÁTICA DE "TAPS".....</i>	40
4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	40
4.2 BUSCA DO "TAP" DISPONÍVEL	41
4.2.1 - Menu Selecionar "tap" Disponível	41
4.3 DESCRIÇÃO GERAL DO SISTEMA DE COMANDO	43
4.3.1 - Esquema Geral de Comutação dos "taps"	44
4.3.2 - Ativação dos Relés	46
4.4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
<i>CAPÍTULO 5 - IMPLEMENTAÇÃO EM LABORATÓRIO.....</i>	52
5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	52
5.2 MONTAGEM DA BANCADA DE TESTES	53
5.2.1 - Descrição da Bancada de Testes	54
5.3 RESULTADOS OBTIDOS	57
5.3.1 Descrição dos Testes	58
5.3.2 Procedimento dos Testes	62

5.3.3 Apresentação dos Resultados dos Testes.....	64
5.3.4 Análise dos resultados.....	73
5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
<i>CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....</i>	74
<i>BIBLIOGRAFIA</i>	76
<i>ANEXO I - MATRIZ DAS TENSÕES DE SAÍDA DO ADZ.....</i>	78
<i>ANEXO II - LISTAGEM DO PROGRAMA PRINCIPAL.....</i>	90



LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 - LIGAÇÕES BÁSICAS DO ADZ.....	4
FIGURA 2.2 - ESQUEMA DO PROTÓTIPO.....	6
FIGURA 2.3 - VISTA SUPERIOR DO ADZ.....	7
FIGURA 2.4 - VISTA LATERAL DO ADZ.....	7
FIGURA 2.5 - LUGAR GEOMÉTRICO DAS TENSÕES DE SAÍDA.....	8
FIGURA 2.6 - SISTEMA REFERENCIAL.....	16
FIGURA 2.7 - FASORES DAS TENSÕES DE SAÍDA, POSIÇÕES (P) E (Q).....	17
FIGURA 2.8 - FASORES DAS TENSÕES DE SAÍDA, POSIÇÕES (R) E (S).....	17
FIGURA 2.9 - FASORES DAS TENSÕES DE SAÍDA, POSIÇÃO (T).....	18
FIGURA 3.1 - PROGRAMA PRINCIPAL.....	22
FIGURA 3.2 - SUB-ROTINA "GERA MATRIZ".....	23
FIGURA 3.3 - SUB-ROTINA "IMPRIME MATRIZ".....	23
FIGURA 3.4 - SUB-ROTINA PARA MUDANÇAS DE "TAPS".....	24
FIGURA 3.5 - SUB-ROTINA PARA DESATIVAR COMUTADORES.....	24
FIGURA 3.6 - SUB-ROTINA PARA SELEÇÃO DE "TAPS", ATRAVÉS DA PESQUISA DO FASOR TENSÃO DE SAÍDA.....	25
FIGURA 3.7 - SUB-ROTINA PARA TESTAR CADA COMUTADOR VIA USUÁRIO.....	26
FIGURA 3.8 - SUB-ROTINA PARA HABILITAR OS COMUTADORES VIA USUÁRIO.....	26
FIGURA 3.9 - SUB-ROTINA PARA AQUISITAR GRANDEZAS ELÉTRICAS.....	27
FIGURA 3.10 - GERAR MATRIZ.....	28
FIGURA 3.11 - IMPRIMIR MATRIZ.....	28
FIGURA 3.12 - MATRIZ IMPRESSA.....	29
FIGURA 3.13 - PESQUISAR TENSÃO.....	29
FIGURA 3.14 - CONDIÇÃO DE COMUTAÇÃO DO ADZ.....	30
FIGURA 3.15 - LUGAR GEOMÉTRICO DAS TENSÕES DE SAÍDA (PARTICULAR).....	32
FIGURA 3.16 - DESATIVAR COMUTADORES.....	35
FIGURA 3.17 - TESTAR COMUTADORES.....	36
FIGURA 3.18 - HABILITAR VIA USUÁRIO.....	37
FIGURA 3.19 - POLARIDADE E POSIÇÃO DO "TAP" POR BOBINA.....	37

FIGURA 3.20 - AQUISITAR.....	38
FIGURA 3.21 - FINALIZAR.....	38
FIGURA 4.1 - SELECIONAR "TAP" DISPONÍVEL.....	41
FIGURA 4.2 - ADEQUAÇÃO DOS "TAPS".....	42
FIGURA 4.3 - ESQUEMA GERAL DE COMUTAÇÃO DOS "TAPS".....	44
FIGURA 4.4 - CIRCUITO DE ATIVAÇÃO DOS RELÉS.....	48
FIGURA 4.5 - "LAYOUT" DA PLACA PARA ATIVAÇÃO DOS RELÉS.....	50
FIGURA 5.1 - BANCADA DE TESTES.....	53
FIGURA 5.2 - FOTO GERAL DA MONTAGEM.....	56
FIGURA 5.3 - FOTO DO PAINEL DE SINALIZAÇÃO DAS CHAVES.....	56
FIGURA 5.4 - FOTO DAS LIGAÇÕES DAS CHAVES AOS "TAPS " DO ADZ.....	57
FIGURA 5.5 - RELAÇÃO ENTRE A MARCAÇÃO DAS BOBINAS E OS "TAPS" CORRESPONDENTES.....	59
FIGURA 5.6 - POSICIONAMENTO DAS CHAVES OU RELÉS EM RELAÇÃO AOS "TAPS".....	65

L	Corrente de linha
M	Fator multiplicativo
N	Número de espiras
P	Potência ativa
Q	Reatância indutiva
R	Resistência
T	Tap
U	Modulo de tensão
U ₀	Faixa nominal em por unidade
U ₁	Faixa nominal
U ₂	Modulo de tensão em por unidade
X	Reatância
α	Ângulo de fase

SIMBOLOGIA

RESUMO

A	Fase A.
ADZ	Controlador de fasor ou "PHASOR CONTROLLER".
a	Parte real de um número complexo.
b	Parte imaginária de um número complexo.
c	Carga.
FP	Fator de potência.
I	Corrente, valor eficaz.
K	Fator multiplicativo.
N	Número de espiras.
P	Potência ativa.
Q	Potência reativa.
R	Resistência.
T	"Tap".
U	Módulo de tensão.
$\dot{\bar{U}}$	Fasor tensão em por unidade.
\dot{U}	Fasor tensão.
\bar{U}	Módulo de tensão em por unidade.
X	Reatância.
θ	Ângulo de fase

RESUMO

ABSTRACT

Este trabalho apresenta o “software” desenvolvido com o objetivo de selecionar e habilitar os comutadores necessários ao fechamento adequado de “taps” de um “PHASOR CONTROLLER”, promovendo desta forma a sua automatização, bem como o “hardware” adicional que compõe a interface entre a saída do programa e o sinal para ativação dos relés.

São mostrados também os resultados dos testes executados em laboratório, destinados a comprovar o funcionamento do sistema como um todo.

ABSTRACT

In this work the software developed with the purpose of selecting and enabling the commutators necessary to the suitable closing of a phasor controller taps is presented, this way, promoting its automation, as well as the additional hardware which makes up the interface between the program output and the signal for actuation of the relays.

The results of tests conducted in laboratory, intended to verify the system working as a whole, are shown as well.

INTRODUÇÃO

Em sua tese de doutorado [1], J.P.G.Abreu apresentou a idealização e a implementação do protótipo de um equipamento, basicamente um transformador, capaz de controlar o módulo e o ângulo do fasor tensão de saída. O idealizador deu a este equipamento o acrônimo "ADZ".

O **ADZ** é, em verdade, um "**Phasor Controller**", que apresenta como novidade o fato de, **através de mudanças de "taps", alterar convenientemente o ângulo de fase** do fasor tensão de saída, **além da natural**, simultânea ou não, **alteração do próprio módulo**. Com isso, este equipamento permite, entre outras coisas, o controle simultâneo do fluxo de potências ativa e reativa [2].

O capítulo VII de [1], em suas sugestões para novos trabalhos, afirmava textualmente "*Desenvolvimento de um sistema de controle computadorizado, para detectar a situação momentânea de um sistema de transmissão e, então, comandar automaticamente a mudança de "taps", no sentido de atender requisitos preestabelecidos de: níveis de tensão, potência ativa e potência reativa*".

A proposta deste trabalho de Dissertação de Mestrado é, em conseqüência, projetar a automatização da comutação eletrônica de "taps" do ADZ, através de um "software" que permita a busca automática de um determinado "tap", a partir de valores preestabelecidos do módulo e do ângulo de fase do fasor tensão de saída, sendo estes valores definidos por uma

condição especificada de fluxo de potências.

No capítulo 2 é feita uma breve descrição do ADZ, tendo como finalidade principal familiarizar o leitor com o mesmo. Para tanto, são apresentadas, entre outras características, sua concepção básica e sua equação fundamental.

No capítulo 3 é apresentado o “software” ADZ - SWT, desenvolvido especificamente para escolha adequada dos “taps” em função de condições preestabelecidas de tensão, bem como a habilitação automática dos respectivos comutadores.

No capítulo 4 mostra-se a estratégia para comutação automática de “taps”, comandada por microcomputador a partir de informação fornecida pelo “software” ADZ - SWT.

No capítulo 5 é mostrada e verificada, em laboratório, a implementação do “software” e “hardware”, desenvolvidos nesta dissertação.

Finalmente no capítulo 6 apresenta-se as conclusões, bem como são feitas sugestões de outros trabalhos a serem desenvolvidos, utilizando como base o desenvolvimento desta dissertação.



Neste capítulo é feita uma introdução sucinta do ADZ, sobre os
controles, sua concepção básica e esquema de múltiplos desenvolvimento
de controle do tipo "loop de corrente", bem como sua análise
fundamental, conforme
Diagramas de bloco
A partir do teste, as equações de forma matricial são obtidas a partir da
informação dos valores das "tags", assim como da polaridade das bobinas
utilizadas e sua validade é verificada através da substituição destes membra-
mentos na equação fundamental do ADZ, mostrando também a validação de
sua geometria.

CAPÍTULO 2

O "PHASOR CONTROLLER" - ADZ -

O "PHASOR CONTROLLER" - ADZ

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Neste capítulo é feita uma descrição sucinta do ADZ, onde são mostradas: sua concepção básica, o esquema do protótipo desenvolvido, o lugar geométrico do fasor tensão de saída, bem como sua equação fundamental, conforme apresentado em [1].

Diagramas fasoriais correspondentes a posições particulares do fasor tensão de saída, escolhidas de forma aleatória, são obtidos a partir da informação dos valores dos "taps", assim como da polaridade das bobinas auxiliares e sua validade é verificada através da substituição destes mesmos valores na equação fundamental do ADZ, mostrando também a validação do lugar geométrico.

2.2 CONCEPÇÃO BÁSICA DO ADZ

O ADZ é basicamente um autotransformador que tem, por coluna do núcleo magnético, uma bobina principal e duas bobinas auxiliares, que na terminologia usual de Autotransformadores são conhecidas também como bobina comum e bobinas série, respectivamente. A bobina comum de uma coluna do núcleo é conectada às duas bobinas série das outras colunas, caracterizando a chamada conexão zigue-zague. Por outro lado as bobinas comuns são ligadas em conexão estrela, sendo esta então a própria conexão primária.

Esta concepção básica é mostrada na Figura 2.1 a seguir:

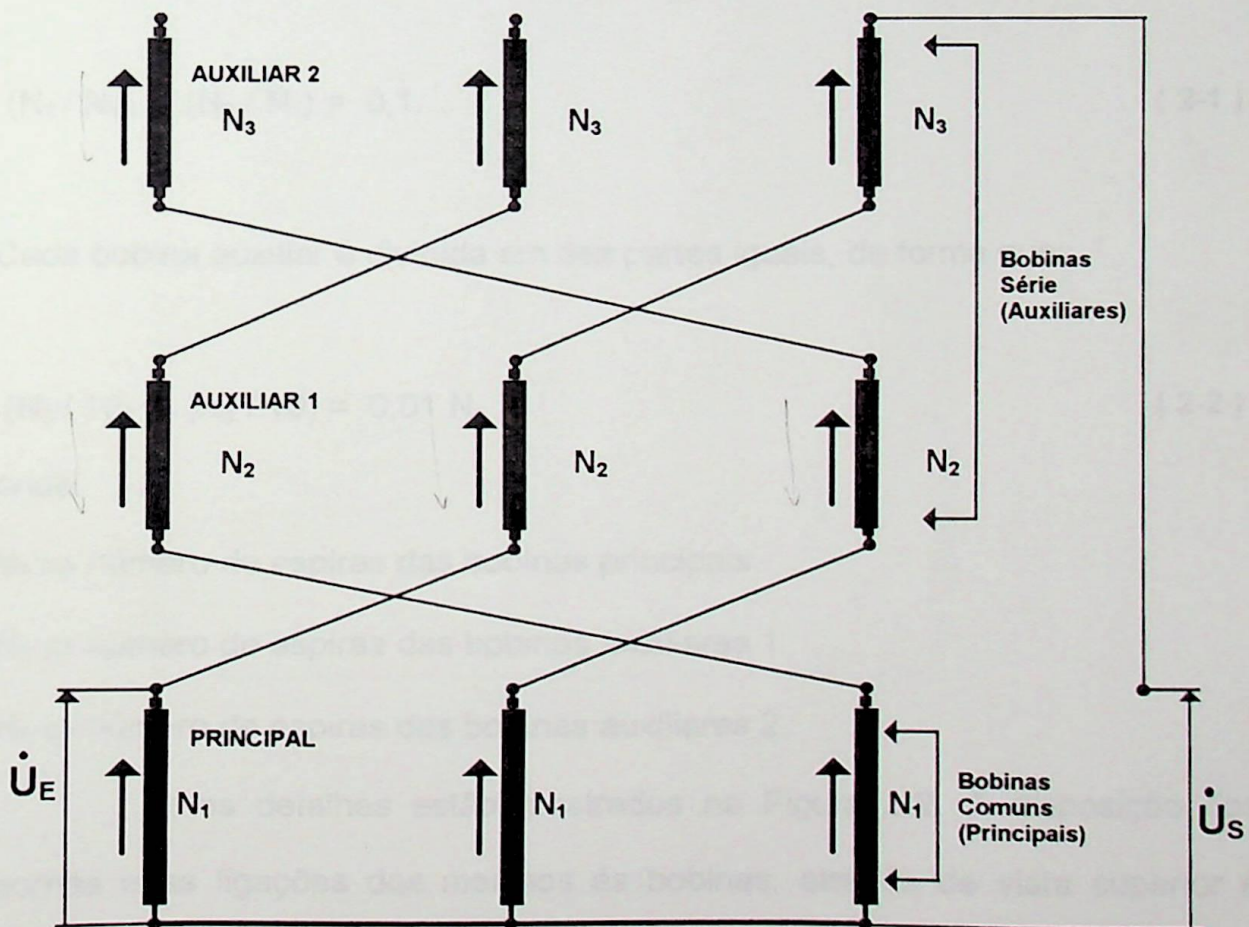


FIGURA 2.1 - LIGAÇÕES BÁSICAS DO ADZ

2.3 PROTÓTIPO DO ADZ

As bobinas auxiliares podem ser conectadas à principal de forma variada, com diversos "taps" e distintas polaridades, por bobina, de modo a obter inúmeros valores para o fasor tensão de saída. Para tanto é necessário definir o tamanho das bobinas auxiliares relativamente à principal, bem como o valor relativo do "tap". Naturalmente esta definição está vinculada à aplicação que se queira dar ao ADZ [1]. Para o caso específico de controle de fluxo de potências em sistemas de transmissão, variações angulares de $\pm 10^\circ$ e de tensão na faixa de $\pm 0,1$ por unidade, satisfazem perfeitamente as necessidades usuais. O protótipo desenvolvido por J.P.G.Abreu [1] atende esses requisitos básicos, tendo como características:

$$(N_2 / N_1) = (N_3 / N_1) = 0,1. \quad (2-1)$$

Cada bobina auxiliar é dividida em dez partes iguais, de forma que:

$$(N_2 / 10) = (N_3 / 10) = 0,01.N_1 \quad (2-2)$$

onde:

$N_1 \Rightarrow$ número de espiras das bobinas principais.

$N_2 \Rightarrow$ número de espiras das bobinas auxiliares 1.

$N_3 \Rightarrow$ número de espiras das bobinas auxiliares 2.

Estes detalhes estão mostrados na Figura 2.2. A disposição dos bornes e as ligações dos mesmos às bobinas, através de vista superior e lateral, são mostrados nas Figuras 2.3 e 2.4, respectivamente.

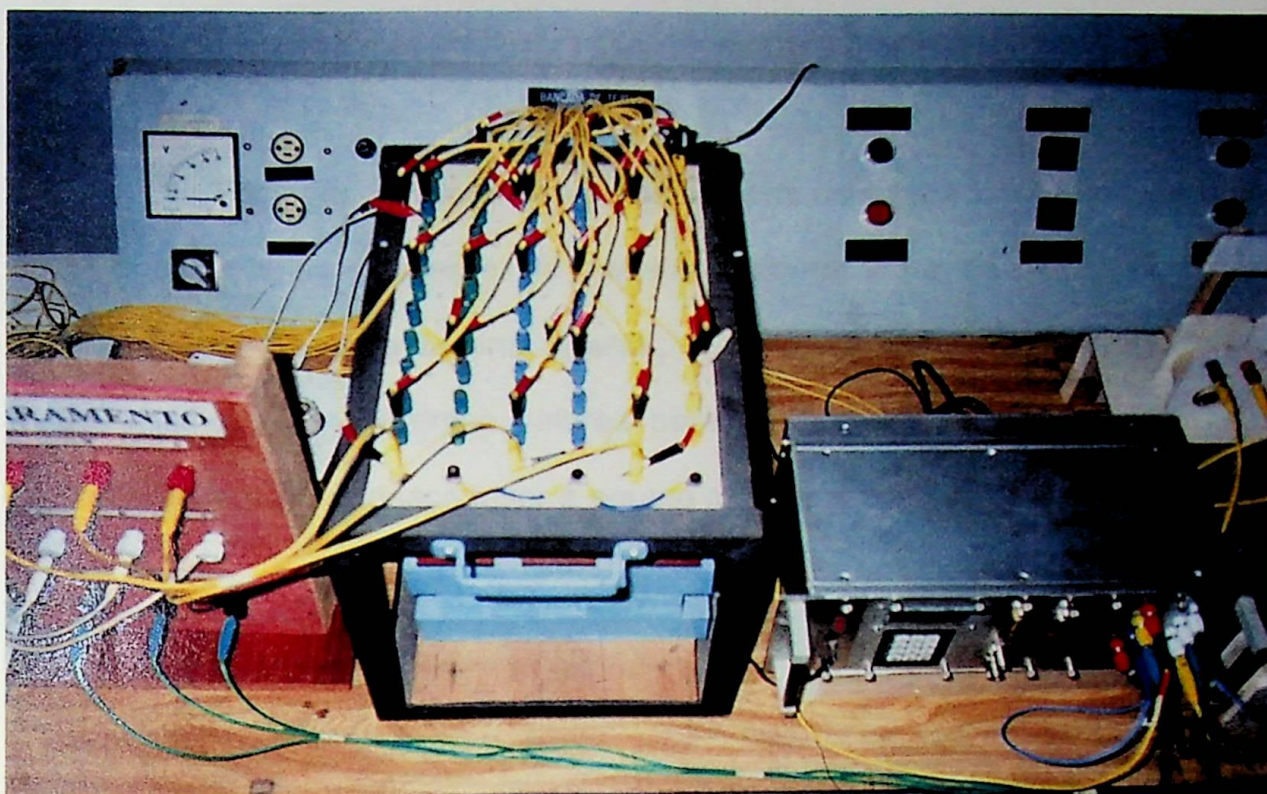


FIGURA 2.3 - VISTA SUPERIOR DO ADZ

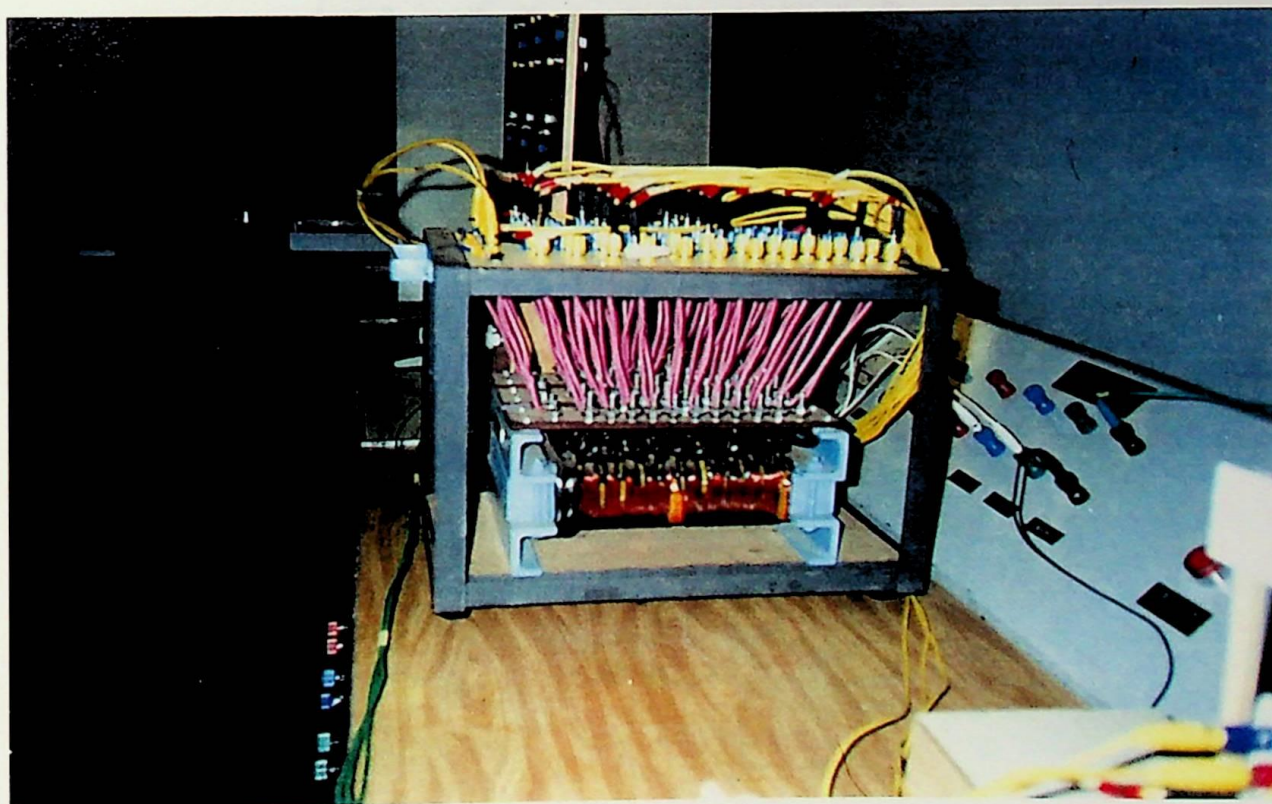


FIGURA 2.4 - VISTA LATERAL DO ADZ

2.4 LUGAR GEOMÉTRICO DA TENSÃO DE SAÍDA

Tomando em conta as possibilidades de ligação, a saber: de uma ou de duas bobinas auxiliares, de distintas polaridades e da opção por um dos dez "taps" de cada bobina auxiliar, é possível obter 441 (quatrocentos e quarenta e um) diferentes valores para o fator tensão de saída. O lugar geométrico - L.G. - desse fator é aquele mostrado na Figura 2.5.

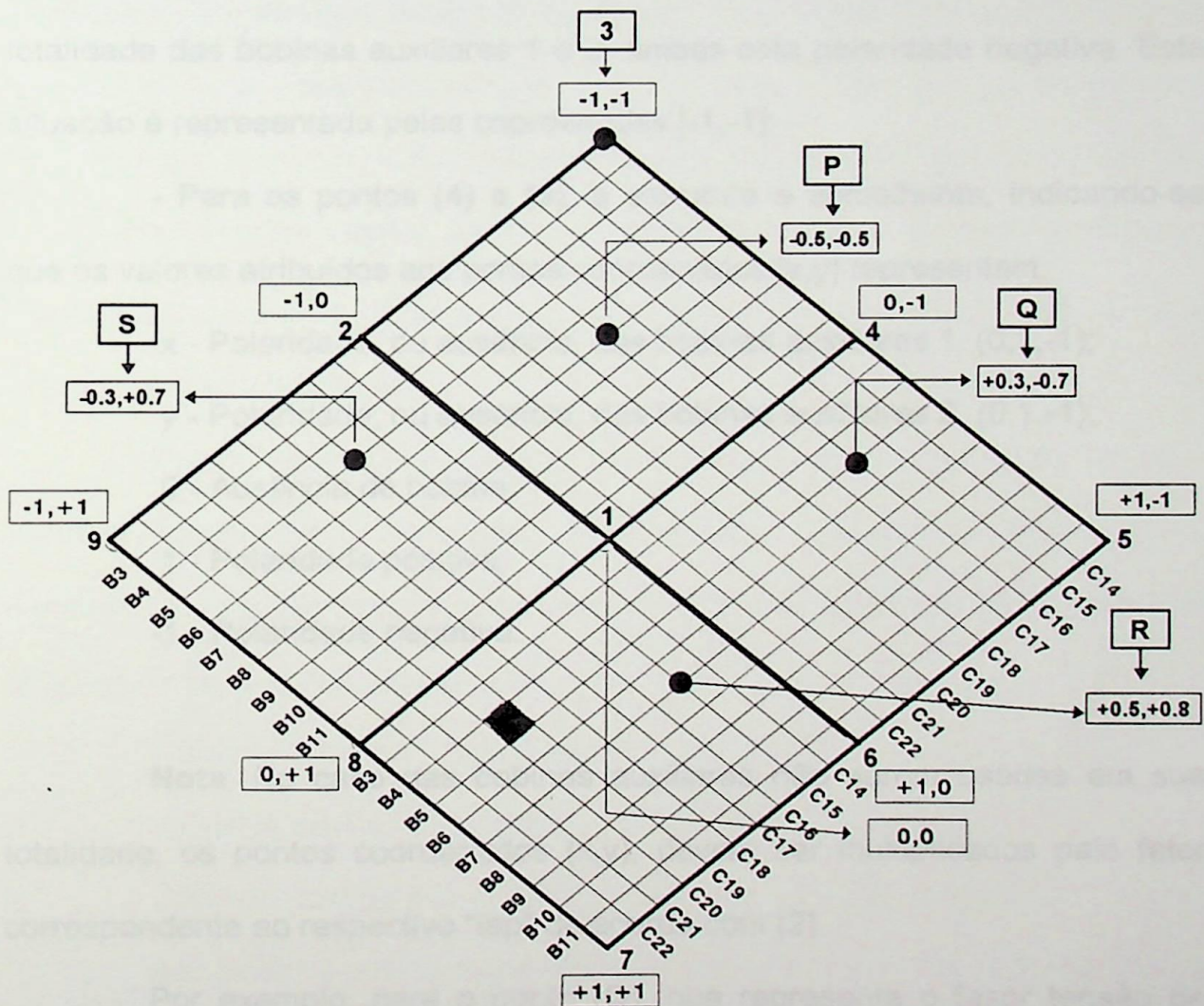


FIGURA 2.5 - LUGAR GEOMÉTRICO DAS TENSÕES DE SAÍDA

Através da Figura 2.5 , torna-se fácil a busca dos "taps" adequados, em relação aos fasores tensão de saída. Vale a pena portanto discorrer um pouco mais detalhadamente sobre esta figura.

- No ponto **(1)**, tem-se o fasor tensão de saída igual ao fasor tensão de entrada. Esta informação é representada na figura pelas coordenadas [0,0];

- No ponto **(2)**, o fasor tensão de saída é formado adicionalmente pela totalidade da bobina auxiliar 1, com polaridade negativa. Representa-se esta situação através das coordenadas [-1,0];

- No ponto **(3)**, o fasor tensão de saída é constituído pela adição da totalidade das bobinas auxiliares 1 e 2, ambas com polaridade negativa. Esta situação é representada pelas coordenadas [-1,-1];

- Para os pontos **(4)** a **(9)**, a estrutura é semelhante, indicando-se que os valores atribuídos aos pontos coordenados [x,y] representam:

x - Polaridade, ou ausência, das bobinas auxiliares 1, (0,1,-1);

y - Polaridade, ou ausência, das bobinas auxiliares 2, (0,1,-1);

0 - Ausência de bobina;

1 - Polaridade positiva;

-1 - Polaridade negativa.

Nota: No caso das bobinas auxiliares não serem usadas em sua totalidade, os pontos coordenados (x,y), devem ser multiplicados pelo fator correspondente ao respectivo "tap" de acordo com (2).

Por exemplo, para o ponto **(Q)**, que representa o fasor tensão de saída adicionado de 30% da bobina auxiliar 1 (fator 0,3), com polaridade positiva e de 70% da bobina auxiliar 2 (fator 0,7), com polaridade negativa,

a notação é $Q [0,3 , - 0,7]$. É importante não se esquecer de (1), ou seja em termos de tensão, o valor em p.u. correspondente às bobinas auxiliares 1 é 0,03 e às bobinas auxiliares 2 é 0,07.

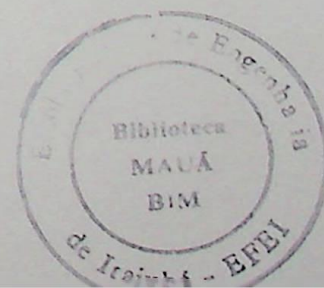
2.5 EQUAÇÃO FUNDAMENTAL DO ADZ

No item anterior apresenta-se graficamente o lugar geométrico de \bar{U}_s mostrando, quando é o caso, seu deslocamento angular com relação a \bar{U}_E . Entretanto, o tratamento matemático aplicado, bobina por bobina, é puramente escalar, ou seja, para o ponto $Q [0,3 , - 0,7]$ considerado, em que as tensões das bobinas auxiliares são respectivamente 0,03 e 0,07 p.u., não se tem associados a estes valores os correspondentes ângulos de fase. Vale dizer, percebe-se claramente a defasagem entre \bar{U}_s e \bar{U}_E , entretanto não se sabe precisar o valor da mesma.

Para a obtenção de valores complexos da tensão de saída, ou seja, **valores estritamente fasoriais**, é necessário associar-se aos valores escalares de tensão das bobinas principais e das auxiliares os respectivos ângulos de fase, como por exemplo:

- Bobina principal - 0° (referência);
- Bobina auxiliar 1 - -120° ;
- Bobina auxiliar 2 - $+120^\circ$.

Isto posto e tomando-se como exemplo o ponto (7) [1,1] da Figura 2.5, ou seja um ponto particular em que as bobinas auxiliares estão tomadas em sua totalidade e ambas com polaridade positiva, tem-se:



$$\dot{U}_s = 1,0 \underline{0^0} + 0,1 \underline{-120^0} + 0,1 \underline{+120^0} \quad (2-3)$$

Caso o ponto considerado fosse aquele Q [0,3 , -0,7] do item anterior, ter-se-ia:

$$\dot{U}_s = 1,0 \underline{0^0} + 0,3 \times 0,1 \times 1 \underline{-120^0} + 0,7 \times 0,1 \times (-1) \underline{+120^0} \quad (2-4)$$

A generalização é, conforme deduzido em [1], dada pela equação (2-5) apresentada a seguir:

$$\dot{U}_s = [1,0 - 0,05 (T_1 K_1 + T_2 K_2)] + j [-0,0866 (T_1 K_1 - T_2 K_2)] \quad (2-5)$$

Onde:

$\dot{U}_s \Rightarrow$ Fasor tensão de saída, em por unidade;

$T_1 \Rightarrow$ Fator correspondente aos "Taps" nas bobinas auxiliares 1;

$T_2 \Rightarrow$ Fator correspondente aos "Taps" nas bobinas auxiliares 2;

$K_1 \Rightarrow$ Coeficiente indicador da polaridade das bobinas auxiliares 1, sendo: 1 para polaridade positiva e -1 para polaridade negativa;

$K_2 \Rightarrow$ Coeficiente indicador da polaridade das bobinas auxiliares 2, sendo: 1 para polaridade positiva e -1 para polaridade negativa.

É através desta equação, que se pode mostrar que o lugar geométrico de \dot{U}_s é composto de 441 diferentes pontos, como já citado anteriormente. A seguir mostra-se a aplicabilidade da equação para alguns pontos aleatoriamente tomados no L.G.da Figura 2.5.

Posição P

Na Figura 2.5, observa-se que para a posição **P**, as polaridades das bobinas auxiliares 1 e 2, são negativas e que **B₇** é o "tap" de saída da bobina auxiliar 1 e **C₁₈** o da bobina auxiliar 2 . Desta forma têm-se:

$$K_1 = - 1$$

$$K_2 = - 1$$

$$T_1 = 0,5$$

$$T_2 = 0,5$$

Logo:

$$T_1 K_1 = -0,5$$

$$T_2 K_2 = -0,5$$

Substituindo na equação (2-5), vem:

$$\dot{\bar{U}}_s = [1,0 - 0,05 (-0,5 - 0,5)] + j [-0,0866 (-0,5 + 0,5)]$$

$$\dot{\bar{U}}_s = 1,0 + 0,05$$

$$\dot{\bar{U}}_s = 1,05 \angle 0^\circ$$

Posição Q

Na Figura 2.5, observa-se que para a posição **Q**, as polaridades das bobinas auxiliares 1 e 2, são positivas e negativas respectivamente, sendo **B₅** o "tap" de saída da bobina auxiliar 1 e **C₁₆** o da bobina auxiliar 2 . Desta forma têm-se:

$$K_1 = + 1$$

$$K_2 = -1$$

$$T_1 = 0.3$$

$$T_2 = 0.7$$

Logo:

$$T_1 K_1 = +0.3$$

$$T_2 K_2 = -0.7$$

Substituindo na equação (2-5), vem:

$$\dot{U}_s = [1,0 - 0,05 (+0.3 -0.7)] + j [-0,0866 (+0.3 + 0.7)]$$

$$\dot{U}_s = 1,02 - j 0,0866$$

$$\dot{U}_s = 1,024 \angle +4,85^\circ$$

Posição R

Na Figura 2.5, observa-se que para a posição **R**, as polaridades das bobinas auxiliares 1 e 2, são positivas, sendo **B₇** o "tap" de saída da bobina auxiliar 1 e **C₁₆** o da bobina auxiliar 2. Desta forma têm-se:

$$K_1 = +1$$

$$K_2 = +1$$

$$T_1 = 0.5$$

$$T_2 = 0.2$$

Logo:

$$T_1 K_1 = +0,5$$

$$T_2 K_2 = +0,2$$

Substituindo na equação (2-5), vem:

$$\dot{U}_s = [1,0 - 0,05 (0,5 + 0,2)] + j [-0,0866 (0,5 - 0,2)]$$

$$\dot{U}_s = 0,965 - j 0,0260$$

$$\dot{U}_s = 0,965 \angle -1,543^\circ$$

Posição S

Na Figura 2.5, observa-se que para a posição **S**, as polaridades das bobinas auxiliares 1 e 2, são negativas e positivas respectivamente, sendo **B_s** o "tap" de saída da bobina auxiliar 1 e **C₁₆** o da bobina auxiliar 2 . Desta forma têm-se:

$$K_1 = - 1$$

$$K_2 = + 1$$

$$T_1 = 0.7$$

$$T_2 = 0.3$$

Logo:

$$T_1 K_1 = -0,7$$

$$T_2 K_2 = +0,3$$

Substituindo na equação (2-5), vem:

$$\dot{U}_s = [1,0 - 0,05 (-0,7 + 0,3)] + j [-0,0866 (-0,7 - 0,3)]$$

$$\dot{U}_s = 1,02 + j 0,0866$$

$$\dot{U}_s = 1,02 \angle 4,852^\circ$$

Posição 3

Na Figura 2.5, observa-se que para a posição **3**, as polaridades das bobinas auxiliares 1 e 2, são negativas, sendo **B₂** o "tap" de saída da bobina auxiliar 1 e **C₁₃** o da bobina auxiliar 2. Desta forma têm-se:

$$K_1 = -1$$

$$K_2 = -1$$

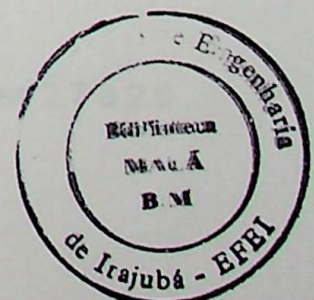
$$T_1 = 1.0$$

$$T_2 = 1.0$$

Logo:

$$T_1 K_1 = -1.0$$

$$T_2 K_2 = -1.0$$



Substituindo na equação (2-5), vem:

$$\dot{U}_s = [1,0 - 0,05 (-1,0 - 1,0)] + j [-0,0866 (-1,0 + 1,0)]$$

$$\dot{U}_s = 1,0 + 0,1$$

$$\dot{U}_s = 1,1 \angle 0^\circ$$

2.5.1 Fasores das tensões de saída calculadas

Para os valores calculados correspondentes a estas cinco posições, tomando o sistema referencial de alimentação do ADZ como sendo

$$\dot{U}_{RN} = U \angle 90^\circ \quad \dot{U}_{SN} = U \angle -30^\circ \quad \dot{U}_{TN} = U \angle 150^\circ$$

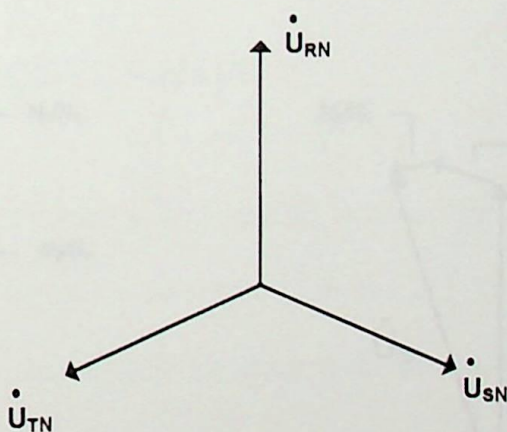


FIGURA 2.6 - SISTEMA REFERENCIAL

tem-se, os diagramas de fasores representados nas figuras 2.7 a 2.9.

- Posições P e Q

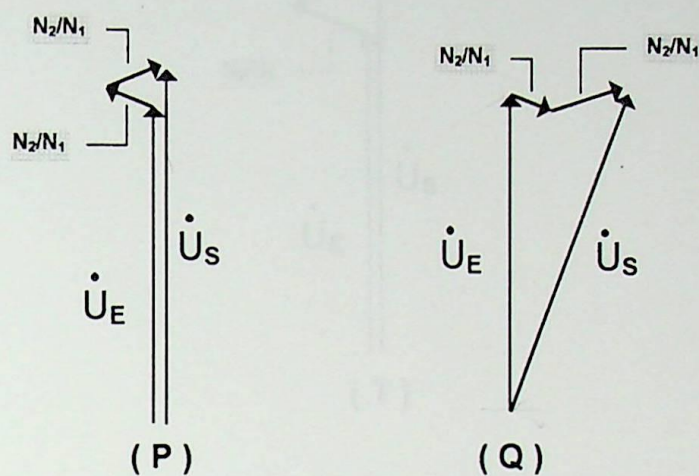


FIGURA 2.7 - FASORES DAS TENSÕES DE SAÍDA, POSIÇÕES (P) E (Q)

- Posições R e S

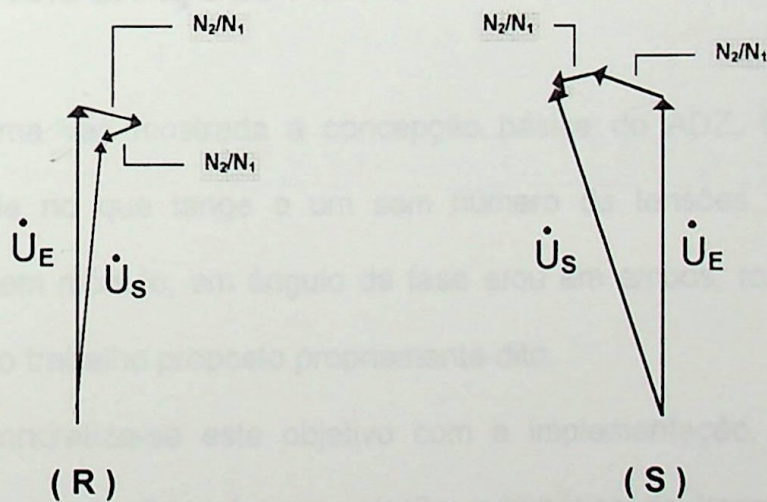


FIGURA 2.8 - FASORES DAS TENSÕES DE SAÍDA, POSIÇÕES (R) E (S)

- Posição 3

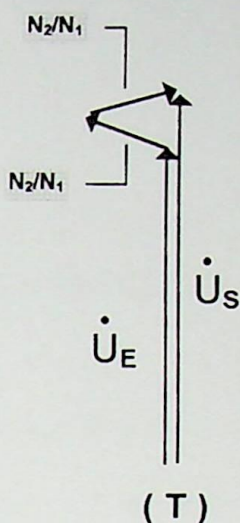


FIGURA 2.9 - FASORES DAS TENSÕES DE SAÍDA, POSIÇÃO (T)

Obs: Os fasores tensão de saída representados , não estão em escala em relação ao fasor tensão de entrada.

2.6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma vez mostrada a concepção básica do ADZ, bem como sua versatilidade no que tange a um sem número de tensões de saída, com variações: em módulo, em ângulo de fase e/ou em ambos, torna-se possível dar início ao trabalho proposto propriamente dito.

Concretiza-se este objetivo com a implementação, já no próximo capítulo, de um "software" para seleção automática de "taps", cujo objetivo principal é automatizar a comutação de "taps" para uma situação desejada, em função de requisitos do sistema elétrico.

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

No capítulo anterior ficou implicitamente mostrado que o ADZ pode operar como um regulador de tensão, como um defasador ou como um regulador/defasador. A operação específica vai depender das necessidades do sistema elétrico em questão.

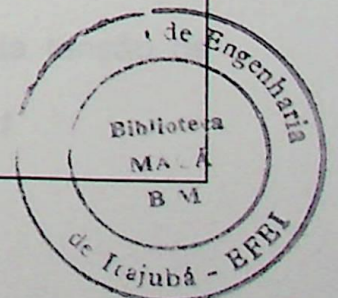
CAPÍTULO 3**SELEÇÃO
AUTOMÁTICA DE "TAPS"**

Este capítulo passa a ser denominado "ADZ - SFT".

Como para o protótipo desenvolvido são possíveis 441 (quatrocentas e quarenta e um) diferentes variações para o fator tensão de saída e estas variações vão depender dos valores de K_1 , K_2 , T_1 e T_2 (vide equação 2.5.)

Atualmente a construção de uma matriz de tensões de saída, que contém todos os valores das variáveis acima, o correspondente valor de

está em anexo. Este material está disponível no Anexo



SELEÇÃO AUTOMÁTICA DE “TAPS”

3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

No capítulo anterior ficou implícitamente mostrado que o ADZ pode operar como um **regulador de tensão**, como um **defasador** ou como um **regulador/defasador**. A operação específica vai depender das necessidades do sistema elétrico onde o mesmo for inserido.

Contudo, e sobretudo, para a operacionalização do ADZ em um sistema elétrico de potência, torna-se importante a comutação automática de “taps”. Entretanto, esta deve ser necessariamente precedida da adequada seleção dos mesmos. Para a consecução deste objetivo é necessário desenvolver um “software” que permita esta busca, bem como a habilitação automática de “taps”, *constituindo-se este desenvolvimento no cerne desta dissertação.*

Nota: Para facilitar referências futuras neste mesmo trabalho, este “software” passa a ser denominado “ADZ - SWT”

Como para o protótipo desenvolvido são possíveis 441 (quatrocentos e quarenta e um) diferentes valores para o fator tensão de saída e estes por sua vez dependem dos valores de: K_1 , K_2 , T_1 e T_2 (vide equação 2-5.) é fundamental a construção de uma matriz de tensões de saída, que contenha para cada valor das variáveis acima, o correspondente valor da tensão de saída, em módulo e ângulo. *Esta matriz é apresentada no Anexo 1*

3.2 DESCRIÇÃO BÁSICA DO ADZ - SWT

Para a apresentação do "software" ADZ - SWT, pelo menos três itens devem ser abordados, a saber:

- Fluxogramas

Objetivo: Apresentar de forma lógica a estrutura do programa.

Diversos fluxogramas, tanto do programa principal, quanto de subrotinas, são apresentados no item 3.3

- Telas de menus

Objetivo: Fornecer ao usuário uma interface amigável.

Diversas telas dos menus desenvolvidos são mostradas e enriquecidas de comentários específicos no item 3.4.

- Programa

Objetivo: Apresentar, em linguagem técnica, a estrutura do programa, de forma a permitir futuras alterações ou expansões que forem julgadas necessárias. A linguagem adotada para elaboração do mesmo foi o Pascal, por permitir a manufatura simples de telas de menus.

Entretanto por se tratar de material estritamente técnico na área de computação, optou-se por apresentá-lo na forma de apêndice, sendo o mesmo encontrado no **Anexo 2**.

3.2.1 Metas e Procedimentos

Para o adequado desenvolvimento e bom desempenho do programa, é necessário, antes de tudo, fixar quais metas devam ou possam ser atingidas, bem como procedimentos a serem desenvolvidos. Estas metas e procedimentos são descritos a seguir:

- ⇒ Gerar, arquivar e imprimir a matriz de tensões;
- ⇒ Pesquisar e selecionar o "tap" mais próximo, para a condição estabelecida;
- ⇒ Proceder a habilitação da comutação automática dos "taps";
- ⇒ Desativar comutadores;
- ⇒ Testar o funcionamento dos comutadores;
- ⇒ Possibilitar comando manual da comutação;
- ⇒ Aquisitar e arquivar medições das grandezas elétricas.

Outras metas e procedimentos podem ser necessários, entretanto os mesmos estariam mais afetos à operacionalização da comutação, objeto de estudo do próximo capítulo.

FIGURA 3.1 - PROGRAMA PRINCIPAL

3.3 FLUXOGRAMAS

A seguir são apresentados os fluxogramas, do programa principal e de suas subrotinas, em forma sequenciada e com simbologia apropriada.

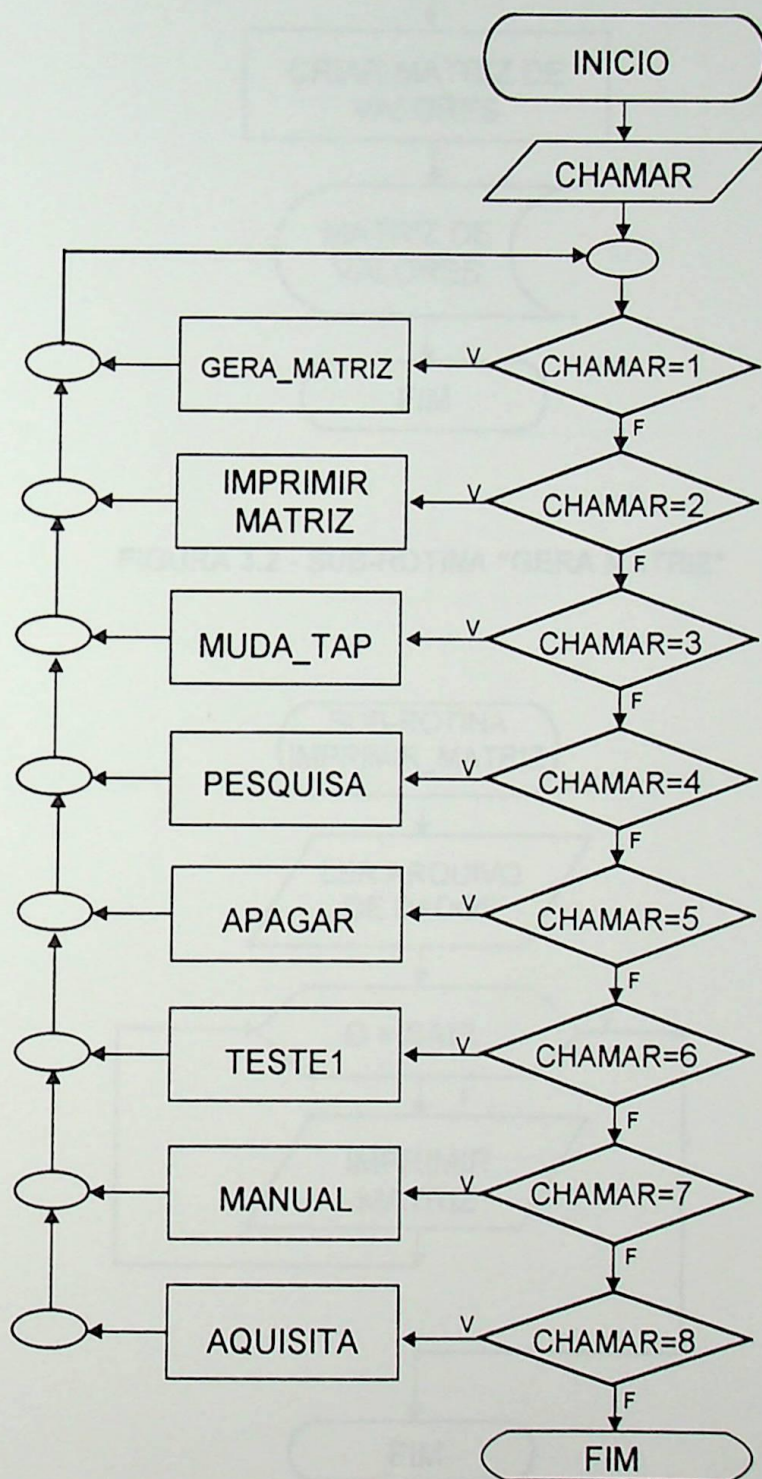


FIGURA 3.1 - PROGRAMA PRINCIPAL

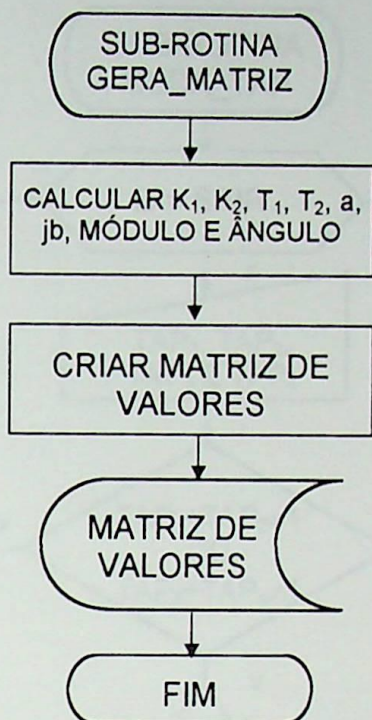


FIGURA 3.2 - SUB-ROTINA "GERA MATRIZ"

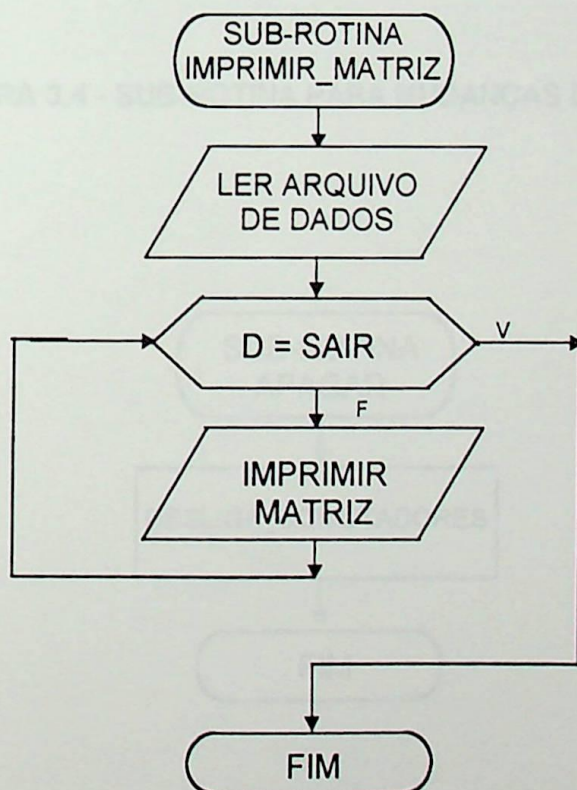


FIGURA 3.3 - SUB-ROTINA "IMPRIME MATRIZ"

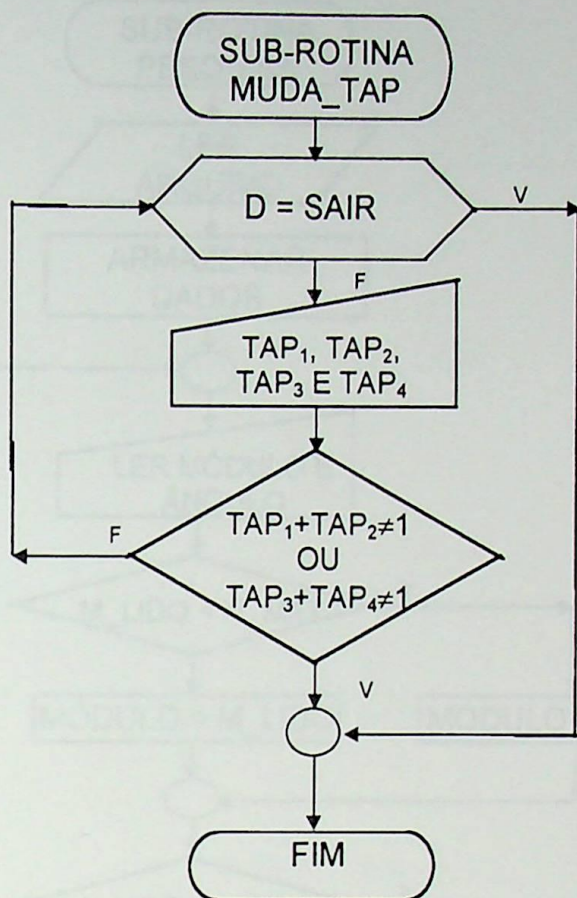


FIGURA 3.4 - SUB-ROTINA PARA MUDANÇAS DE "TAPS"

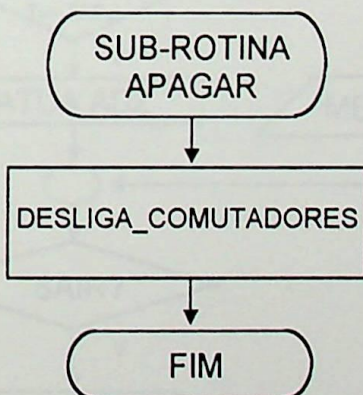


FIGURA 3.5 - SUB-ROTINA PARA DESATIVAR COMUTADORES



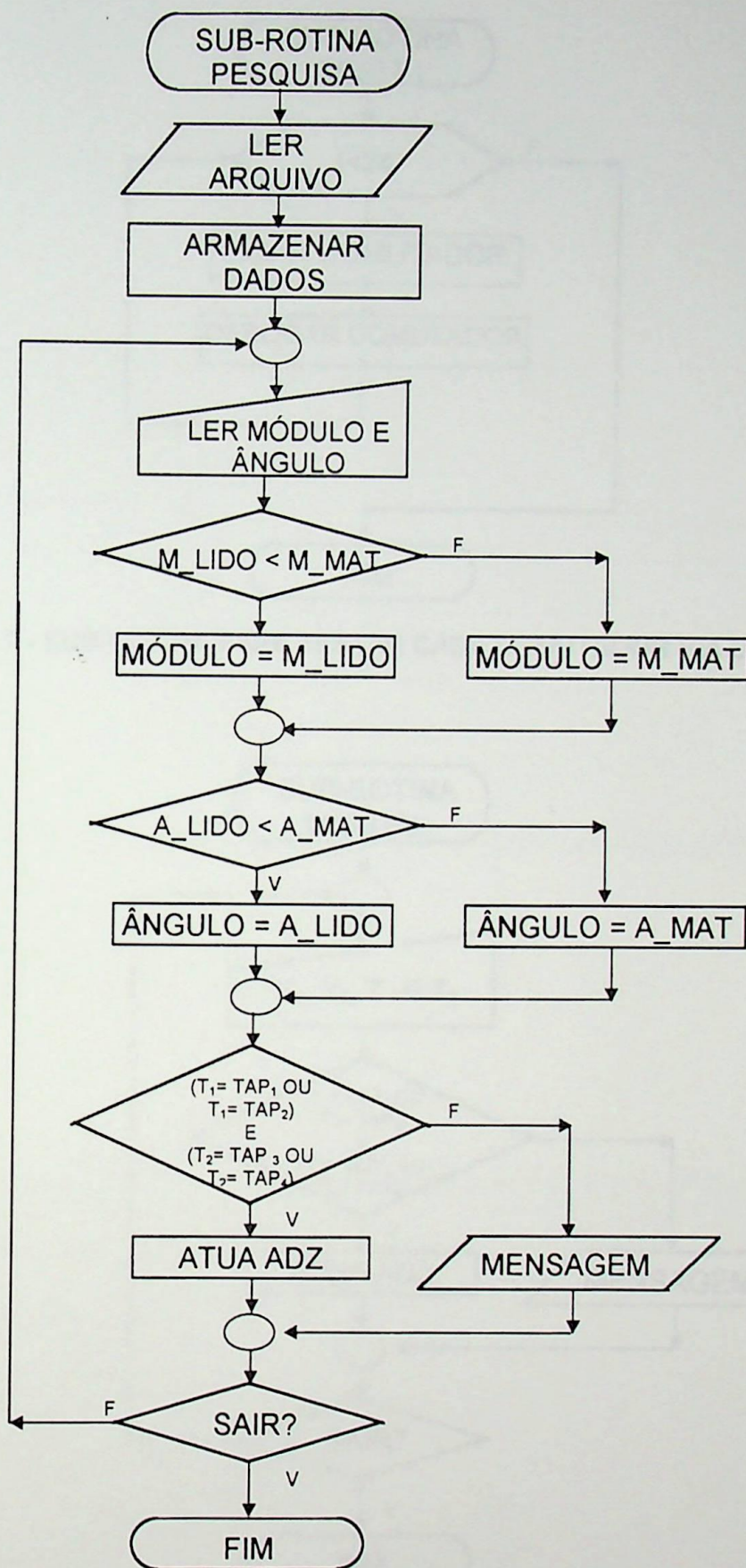


FIGURA 3.6 - SUB-ROTINA PARA SELEÇÃO DE "TAPS", ATRAVÉS DA PESQUISA DO FASOR TENSÃO DE SAÍDA

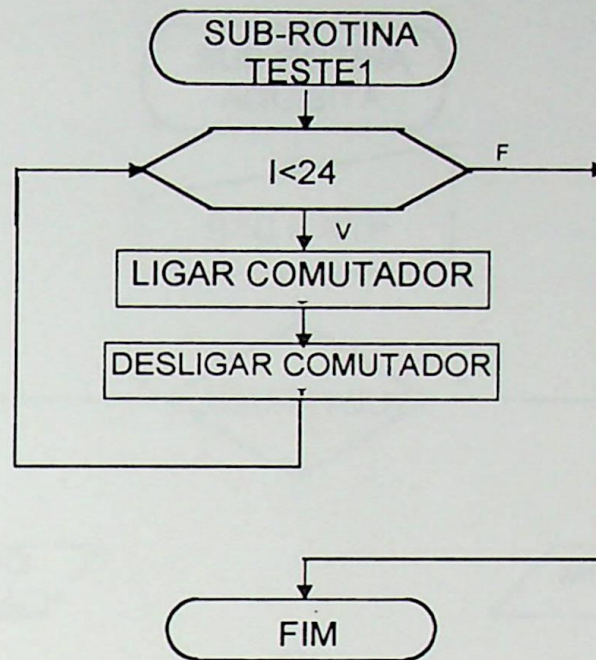


FIGURA 3.7 - SUB-ROTINA PARA TESTAR CADA COMUTADOR VIA USUÁRIO

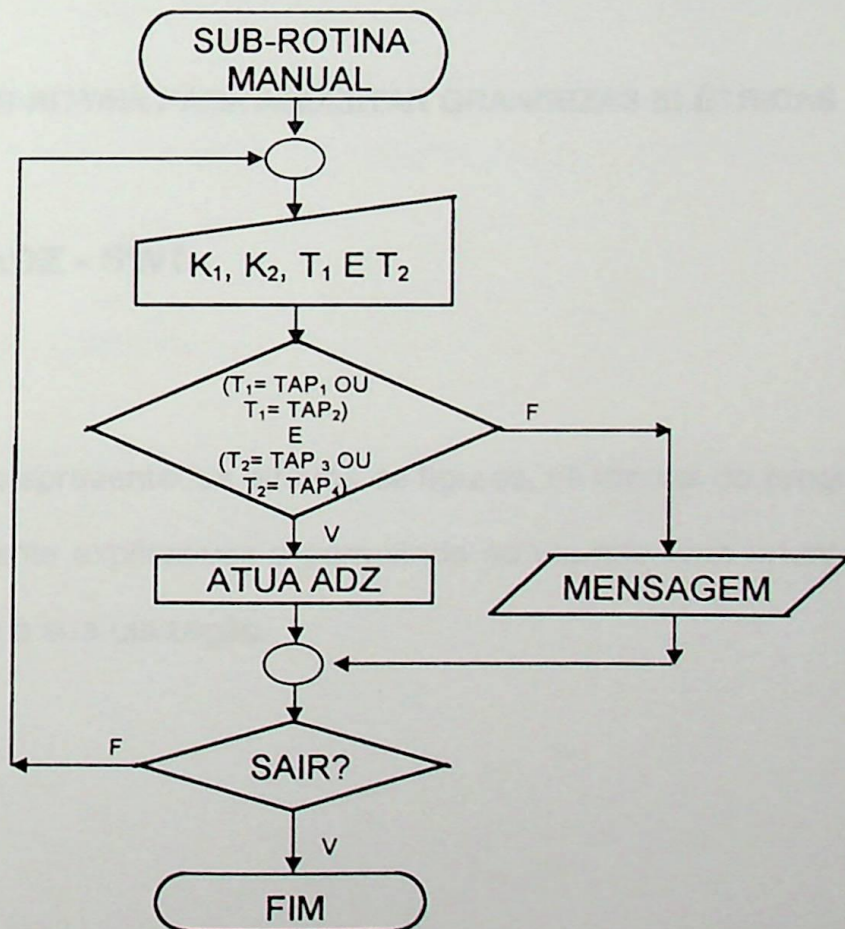


FIGURA 3.8 - SUB-ROTINA PARA HABILITAR OS COMUTADORES VIA USUÁRIO

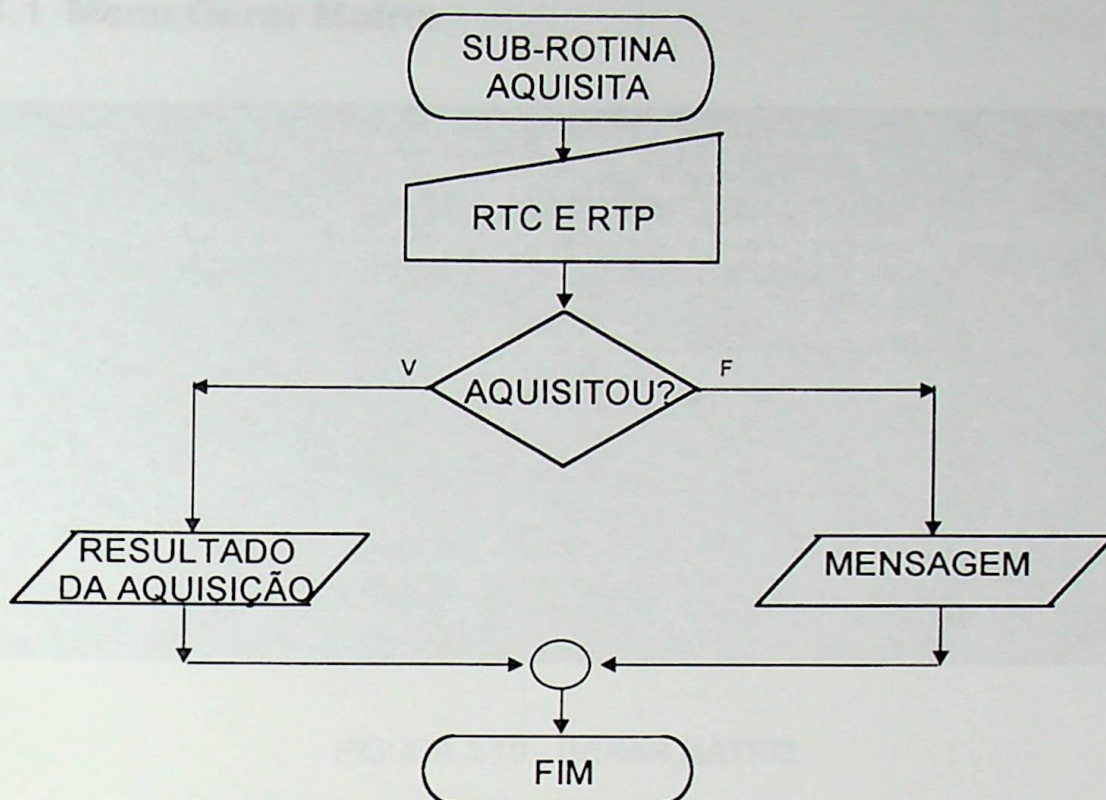


FIGURA 3.9 - SUB-ROTINA PARA AQUISITAR GRANDEZAS ELÉTRICAS

3.4 MENUS DO ADZ - SWT

3.4.2 Menu Imprimir Matriz

A seguir são apresentados através de figuras, os menus do programa principal, sendo bastante explicativos e permitindo ao usuário uma orientação clara e segura quanto à sua utilização.

3.4.1 Menu Gerar Matriz

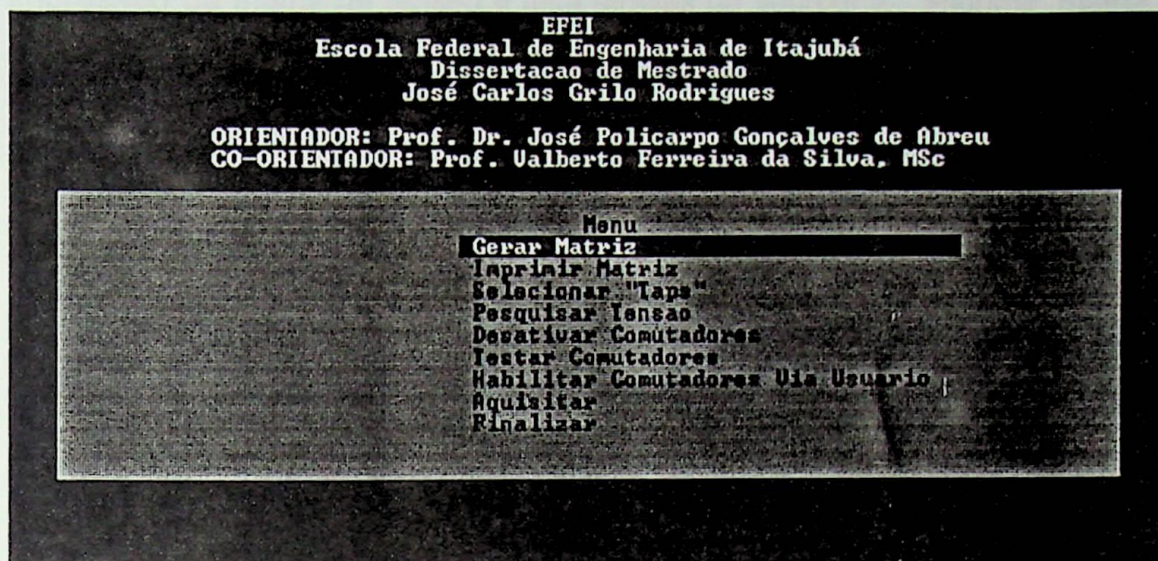


FIGURA 3.10 - GERAR MATRIZ

Através da subrotina " gera_matriz", é gerada uma matriz contendo todas as combinações de "taps", de polaridade e o respectivo valor do fasor tensão de saída, em módulo e ângulo. Em seguida, a matriz é armazenada em um arquivo binário, denominado "adz.dat".

3.4.2 Menu Imprimir Matriz

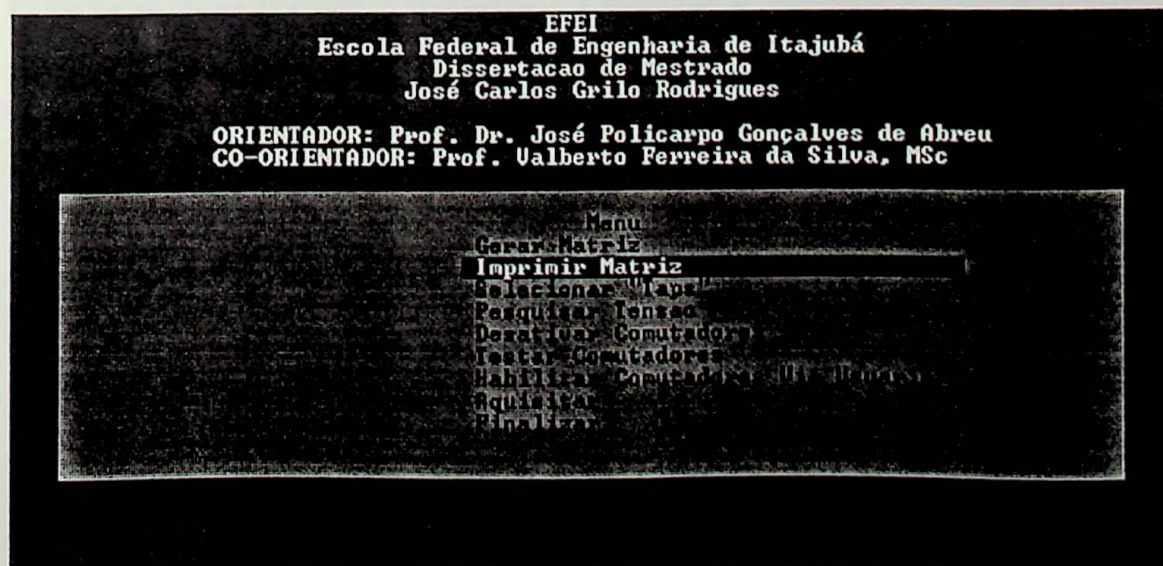


FIGURA 3.11 - IMPRIMIR MATRIZ

Para uma melhor manipulação de dados e valores esperados, a impressão da matriz de tensão é feita através da subrotina "imprimir_matriz". A matriz é lida via arquivo "adz.dat"; sendo os resultados impressos de 10 em 10 linhas, conforme exemplificado na Figura 3.12.

EFEI
Escola Federal de Engenharia de Itajubá
Dissertacao de Mestrado
José Carlos Grilo Rodrigues

ORIENTADOR: Prof. Dr. José Policarpo Gonçalves de Abreu
CO-ORIENTADOR: Prof. Ualberto Ferreira da Silva, MSc

K1	K2	T1	T2	a	jb	modulo	angulo
-1.0000	-1.0000	0.1000	0.1000	1.0100	0.0000	1.0100	0.0000
-1.0000	-1.0000	0.1000	0.2000	1.0150	-0.0087	1.0150	-0.4888
-1.0000	-1.0000	0.1000	0.3000	1.0200	-0.0173	1.0201	-0.9728
-1.0000	-1.0000	0.1000	0.4000	1.0250	-0.0260	1.0253	-1.4519
-1.0000	-1.0000	0.1000	0.5000	1.0300	-0.0346	1.0306	-1.9262
-1.0000	-1.0000	0.1000	0.6000	1.0350	-0.0433	1.0359	-2.3956
-1.0000	-1.0000	0.1000	0.7000	1.0400	-0.0520	1.0413	-2.8602
-1.0000	-1.0000	0.1000	0.8000	1.0450	-0.0606	1.0468	-3.3200
-1.0000	-1.0000	0.1000	0.9000	1.0500	-0.0693	1.0523	-3.7750
-1.0000	-1.0000	0.1000	1.0000	1.0550	-0.0779	1.0579	-4.2252

Tecle seta(p/cima) para voltar e seta(p/baixo) para ver mais.
 Tecle <ESC> para sair.

FIGURA 3.12 - MATRIZ IMPRESSA

3.4.3 Menu Pesquisar Tensão

EFEI
Escola Federal de Engenharia de Itajubá
Dissertacao de Mestrado
José Carlos Grilo Rodrigues

ORIENTADOR: Prof. Dr. José Policarpo Gonçalves de Abreu
CO-ORIENTADOR: Prof. Ualberto Ferreira da Silva, MSc

Menu
Gerar Matriz
Imprimir Matriz
Selecionar Taps
Pesquisar Tensao
Desativar Computadores
Testar Computadores
Habilitar Computadores
Aquisicao
Finalizar

FIGURA 3.13 - PESQUISAR TENSÃO

Nesta opção, através da subrotina "pesquisa", com a introdução pelo usuário de um determinado valor de tensão, em módulo e ângulo, são determinados os "taps" e as polaridades das bobinas auxiliares. A subrotina fornece as polaridades K_1 e K_2 , os "taps" T_1 e T_2 , a tensão de saída em coordenadas polares e retangulares, bem como o valor do erro do módulo e ângulo, quando da pesquisa do valor desejado.

Nota: Após esta seleção, caso o ADZ não possua comutadores ligados em seus "taps", aparecerá a seguinte mensagem **"IMPOSSÍVEL CONTINUAR, POIS O "TAP" SELECIONADO ESTÁ SEM COMUTADOR"**. Os resultados desta operação são mostrados na Figura 3.14

```

EFEI
Escola Federal de Engenharia de Itajubá
Dissertacao de Mestrado
José Carlos Grilo Rodrigues

ORIENTADOR: Prof. Dr. José Policarpo Gonçalves de Abreu
CO-ORIENTADOR: Prof. Valberto Ferreira da Silva, MSc
Digite o modulo da tensao e tecle <ENTER>: 0.9850
Digite o angulo da tensao e tecle <ENTER>: 0.5000

Tap1 I1: 0.10
Tap2 I2: 0.20
Polaridade K1: 1.00
Polaridade K2: 1.00
Tensao em coordenadas polares: <0.9850;0.5000> (V)
Tensao em coordenadas retangulares: 0.9850;0.0000 (V)
Diferença entre os valores desejados e obtidos:
Modulo: 0.0000 [pu]
Angulo: 0.0000 [graus]

IMPOSSIVEL CONTINUAR. POIS O "TAP" SELECIONADO ESTA SEM COMUTADOR
Tecle algo para continuar e <ESC> para sair

```

FIGURA 3.14 - CONDIÇÃO DE COMUTAÇÃO DO ADZ

Calculo da Diferença da Tensão e do Ângulo, entre os Valores Desejados e Obtidos, na Busca do Melhor "tap"

A diferença da tensão e do ângulo, entre os valores desejado e obtido, na busca do "tap" correspondente à tensão de saída desejada, é obtido, através da lógica, mostrada a seguir:

Seja o vetor,

$$\begin{bmatrix} a \pm jb_1 \\ a_2 \pm jb_2 \\ a_3 \pm jb_3 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ a_n \pm jb_n \end{bmatrix}$$

O valor de tensão desejado é $(a_d \pm jb_d)$. Na busca do "tap" adequado, realiza-se a busca, comparando o valor desejado com todos os valores contidos no vetor. Esta busca é mostrada a seguir:

$$\sqrt{(a_1 - a_d)^2 + (b_1 - b_d)^2} = D_1 \quad (3-1)$$

$$\sqrt{(a_2 - a_d)^2 + (b_2 - b_d)^2} = D_2 \quad (3-2)$$

Compara-se, D_1 com D_2 , e o que for menor será comparado com o próximo valor contido no vetor, ou seja:

Se, $D_2 < D_1$, então D_2 será comparado com D_3 , dado por:

$$\sqrt{(a_3 - a_d)^2 + (b_3 - b_d)^2} = D_3 \quad (3-3)$$

e assim por diante.

Estas comparações serão executadas, em relação a todos os valores do vetor, até que se encontre aquele mais próximo do valor desejado.

A diferença é dada por:

Módulo - (Valor obtido - valor desejado), em [p.u.];

Ângulo - (valor obtido - valor desejado), em [graus].

Exemplo Numérico

Seja uma região particular* do L.G. das tensões de saída, mostrada na Figura 3.15. Para uma certa tensão de saída desejada, dada por: $\dot{U}_s = 0,9667 + j 0,0231$, são buscados os "Taps" mais adequados e as diferenças do módulo e do ângulo envolvidas para a escolha efetuada.

* Essa região encontra-se hachurada na Figura 2.5 e ampliada na Figura 3.15.

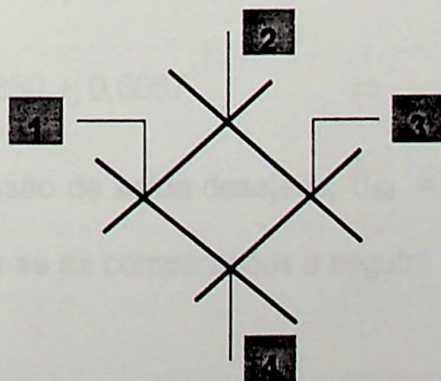


FIGURA 3.15 - LUGAR GEOMÉTRICO DAS TENSÕES DE SAÍDA (PARTICULAR)

Através da Tabela 3.1, são mostradas as características dos pontos marcados na Figura 3.15, os quais são comparados com a tensão de saída desejada, já definida anteriormente.

Pontos	Bob. auxiliar 1		Bob. auxiliar 2		Tensão de Saída			
	"Tap"	K_1	"Tap"	K_2	a	b	U	θ°
1	0,2	+1	0,4	+1	0,9700	0,0173	0,9702	1,0229
2	0,2	+1	0,5	+1	0,9650	0,0260	0,9653	1,5422
3	0,3	+1	0,5	+1	0,9600	0,0173	0,9602	1,0336
4	0,3	+1	0,4	+1	0,9650	0,0087	0,9650	0,5142

TABELA 3.1 - POSIÇÕES E VALORES DAS TENSÕES DE SAÍDA NA REGIÃO PARTICULAR

Do Anexo 1, tem-se:

$$\dot{\bar{U}}_{S1} = 0,9700 + j 0,0173 \quad \Rightarrow \quad (\text{Ponto 1})$$

$$\dot{\bar{U}}_{S2} = 0,9650 + j 0,0260 \quad \Rightarrow \quad (\text{Ponto 2})$$

$$\dot{\bar{U}}_{S3} = 0,9600 + j 0,0173 \quad \Rightarrow \quad (\text{Ponto 3})$$

$$\dot{\bar{U}}_{S4} = 0,9650 + j 0,0087 \quad \Rightarrow \quad (\text{Ponto 4})$$

Para a tensão de saída desejada, $\dot{\bar{U}}_{Sd} = 0,9700 + j 0,0173$, usando-se a equação (3-1) tem-se as comparações a seguir:

- Ponto 1

$$\sqrt{(0,9700 - 0,9667)^2 + (0,0173 - 0,0231)^2} = D_1$$

$$D_1 = 6,67 \cdot 10^{-3}$$

- Ponto 2

$$\sqrt{(0,9650 - 0,9667)^2 + (0,0260 - 0,0231)^2} = D_2$$

$$D_2 = 3,36 \cdot 10^{-3}$$

Destas duas primeiras comparações, tem que $D_2 < D_1$.

Sendo assim, a próxima comparação é entre o ponto 2 e o próximo.

Ponto 3

$$\sqrt{(0,9600 - 0,9667)^2 + (0,0173 - 0,0231)^2} = D_3$$

$$D_3 = 8,86 \cdot 10^{-3}$$

Como $D_2 < D_3$, a próxima comparação é entre o ponto 2 e o ponto 4.

Ponto 4

$$\sqrt{(0,9650 - 0,9667)^2 + (0,0087 - 0,0231)^2} = D_4$$

$$D_4 = 14,5 \cdot 10^{-3}$$

Comparando D_2 e D_4 , vem:

$$D_2 < D_4$$

Através das comparações realizadas anteriormente, pode-se concluir que os "taps" mais adequados, para a tensão de saída desejada, são aqueles correspondentes à tensão, $\hat{U}_{s2} = 0,9650 + j 0,0260$, por ser o valor mais próximo encontrado. Estes "taps" são: $T_1 = 0,2$ e $T_2 = 0,5$, e as diferenças do módulo e do ângulo, entre os valores desejados e obtidos, por ter-se adotado estes "taps", são:



Módulo = 0,0047 [p.u.];

Ângulo: = - 0,1733 [graus]

3.4.4 Menu Desativar Comutadores

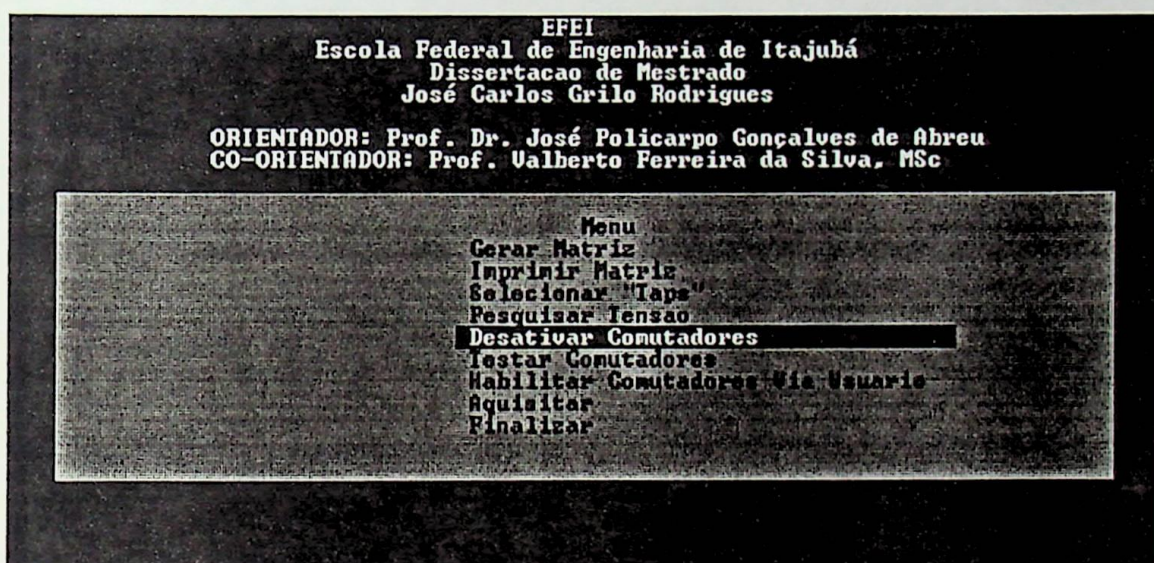


FIGURA 3.16 - DESATIVAR COMUTADORES

Foi introduzida esta opção, visando eliminar a possibilidade de algum comutador estar indevidamente ativado, em face de ruídos ou outros problemas quaisquer. Sempre que se iniciar o programa principal, esta condição é executada.

3.4.5 Menu Testar Comutadores

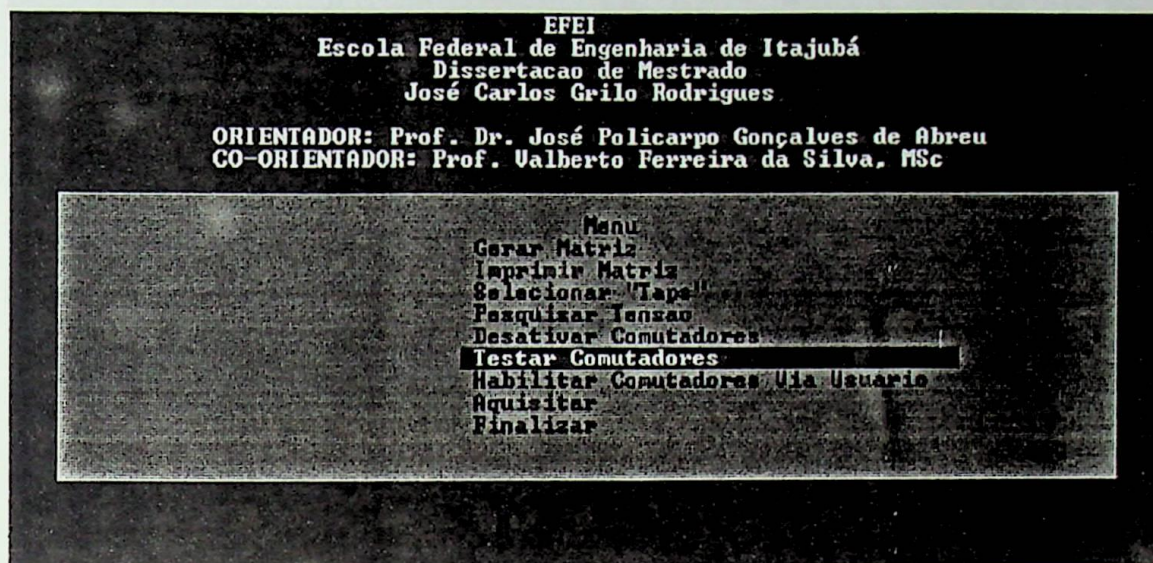


FIGURA 3.17 - TESTAR COMUTADORES

Esta opção, permite testar o funcionamento dos comutadores individualmente, através do usuário. A finalidade deste teste é evitar que o sistema seja energizado com componentes em falha, ou descobrir possíveis falhas com o sistema em operação.

3.4.6 Menu Habilitar Via Usuário

Este menu, mostrado na Figura 3.17 complementado pela Figura 3.18, permite que o usuário informe a polaridade e o "tap", caso deseje obter resultados de comportamento do sistema, em termos de fluxo de potências, para um caso específico qualquer.

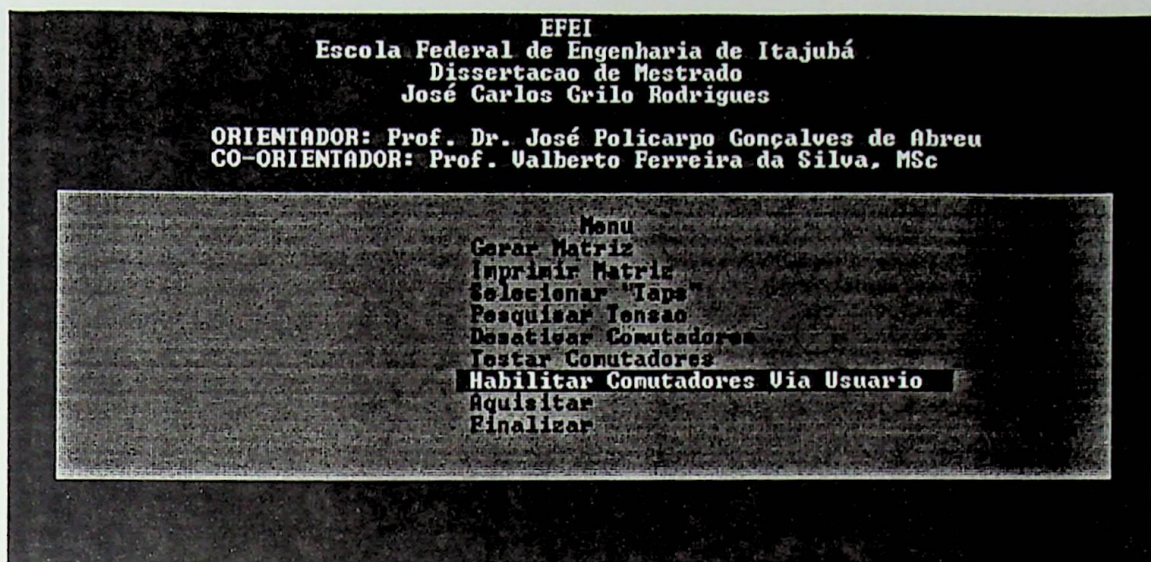


FIGURA 3.18 - HABILITAR VIA USUÁRIO

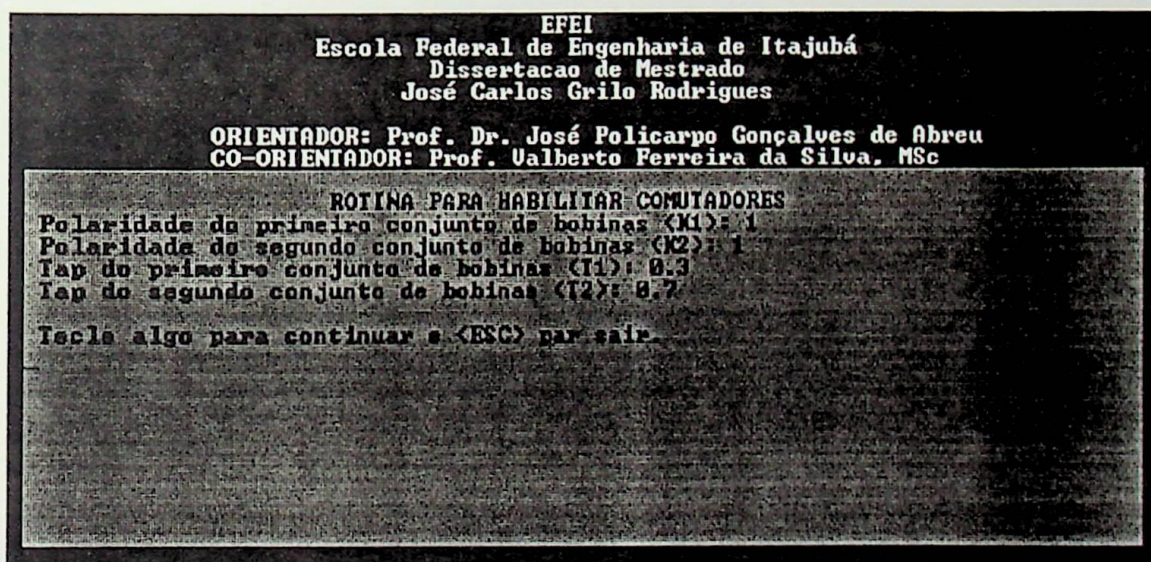


FIGURA 3.19 - POLARIDADE E POSIÇÃO DO "TAP" POR BOBINA

3.4.7 Menu Aquisitar

Nesta opção, através de um sistema de aquisição de dados [3], pode-se medir as grandezas elétricas, de forma a verificar a atuação do ADZ co sistema e servir de realimentação para análise do fluxo de potências("Load Flow").

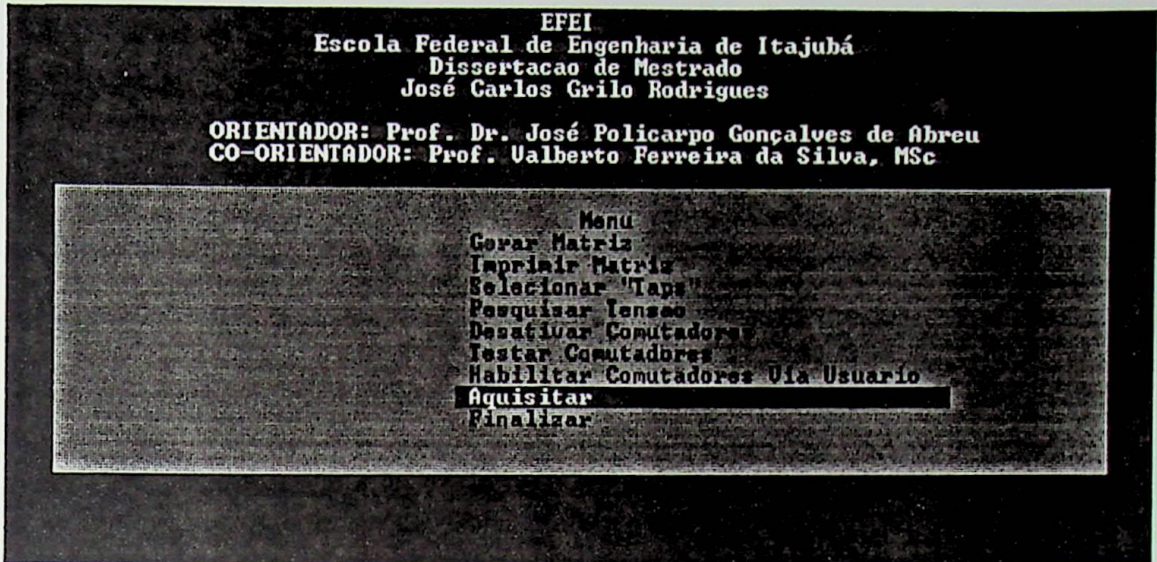


FIGURA 3.20 - AQUISITAR

3.4.8 Menu Finalizar

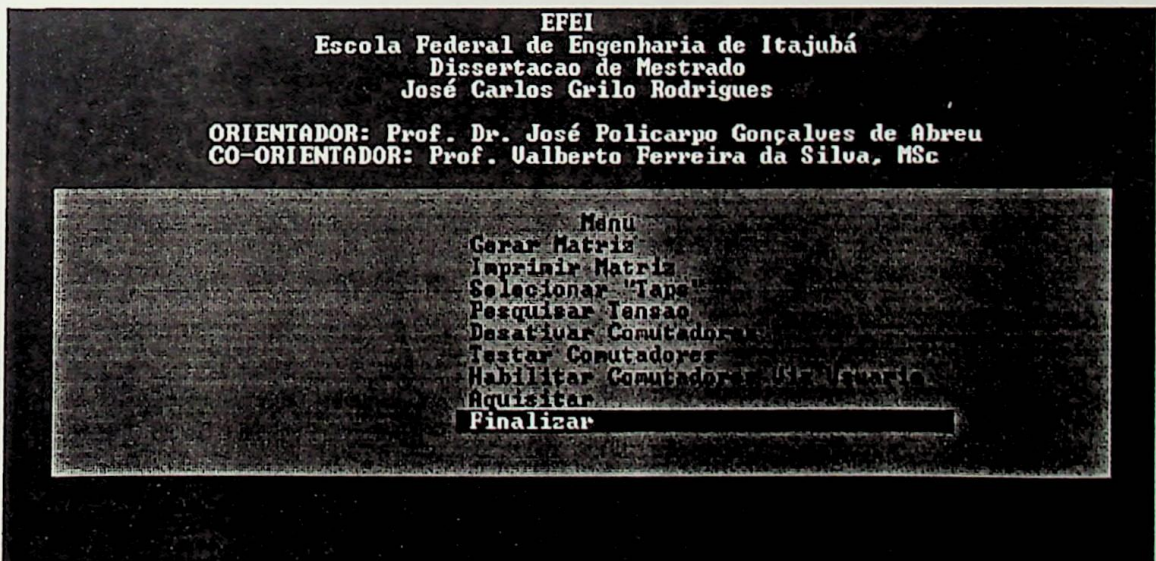


FIGURA 3.21 - FINALIZAR

Esta opção dá ao usuário a condição de finalização das atividades.

3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo foram mostrados o desenvolvimento do “software” ADZ-SWT, através da descrição das metas e procedimentos adotados, e dos respectivos fluxogramas. Ademais, são mostrados os menus e as telas correspondentes.

Mostrou-se, fundamentalmente, que o ADZ - SWT, a partir da informação, fornecida pelo usuário, do fator da tensão de saída desejada, *seja na forma retangular, seja na forma polar*, faz a busca e a seleção do “tap” mais adequado, bem como habilita os comutadores vinculados a esse “tap”. Em continuidade, uma vez habilitados os comutadores, deve-se ativá-los. Este é o assunto do próximo capítulo.



1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

CAPÍTULO 4**COMUTAÇÃO
AUTOMÁTICA DE "TAPS"**

COMUTAÇÃO AUTOMÁTICA DE "TAPS"

4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Neste capítulo mostra-se toda a estratégia para a comutação automática de "taps", tomando como sinal de referência aquele de habilitação fornecido pelo ADZ - SWT. Para tanto, foram utilizadas saídas digitais como interface para comunicação entre um microcomputador e os relés que fazem neste caso o papel de comutadores.

Vale salientar entretanto, que, à nível de pesquisa, desnecessário torna-se trabalhar com os quatrocentos e quarenta e um valores possíveis para \dot{U}_s , o que implicaria no uso de vinte e quatro relés por fase, sendo vinte deles para conexão de "taps", e os outros quatro para definição das polaridades. Optou-se por manter os quatro de polaridade e reduzir a quatro os de conexão de "taps", dois por bobina auxiliar. Nestas condições são mantidas todas as regiões do L.G., mostrado na **figura 2.5**, e o número de valores possíveis de tensão fica reduzido a vinte e cinco, para um total de vinte e quatro relés utilizados.

4.2 BUSCA DO "TAP" DISPONÍVEL

O menu "pesquisar tensão", apresentado no capítulo anterior, entre outras coisas, seleciona o "tap" para a tensão desejada. Entretanto, o mesmo poderia conduzir, neste caso, em que se tem disponíveis somente 2 "taps" por bobina auxiliar, à habilitação de um "tap" não disponível, o que tornaria não factível sua ativação. É importante, portanto, adicionar aos menus já descritos no capítulo anterior um outro, cuja finalidade é a de selecionar um "tap" disponível.

4.2.1 Menu Selecionar "tap" Disponível

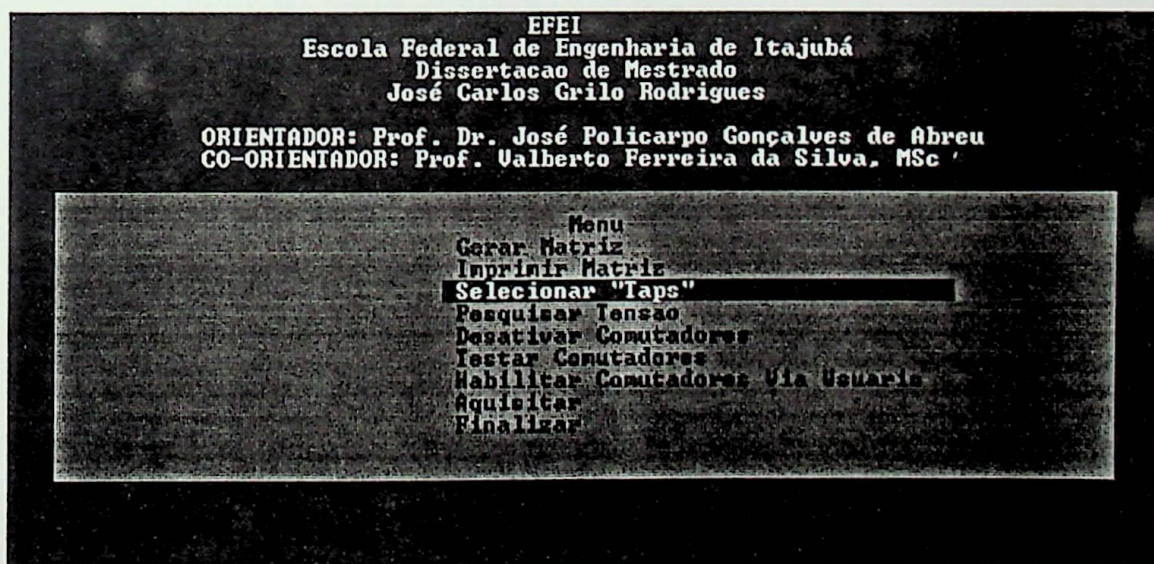


FIGURA 4.1 - SELECIONAR "TAP" DISPONÍVEL

Nesta opção seleciona-se os "taps", em que o ADZ poderá ser ligado.

Caso seja escolhido um "tap", que se encontra sem a presença de comutador, aparece no monitor de vídeo a mensagem **"IMPOSSÍVEL CONTINUAR, POIS O "TAP" SELECIONADO ESTÁ SEM COMUTADOR"**. Estas alterações são mostradas na Figura 4.2.

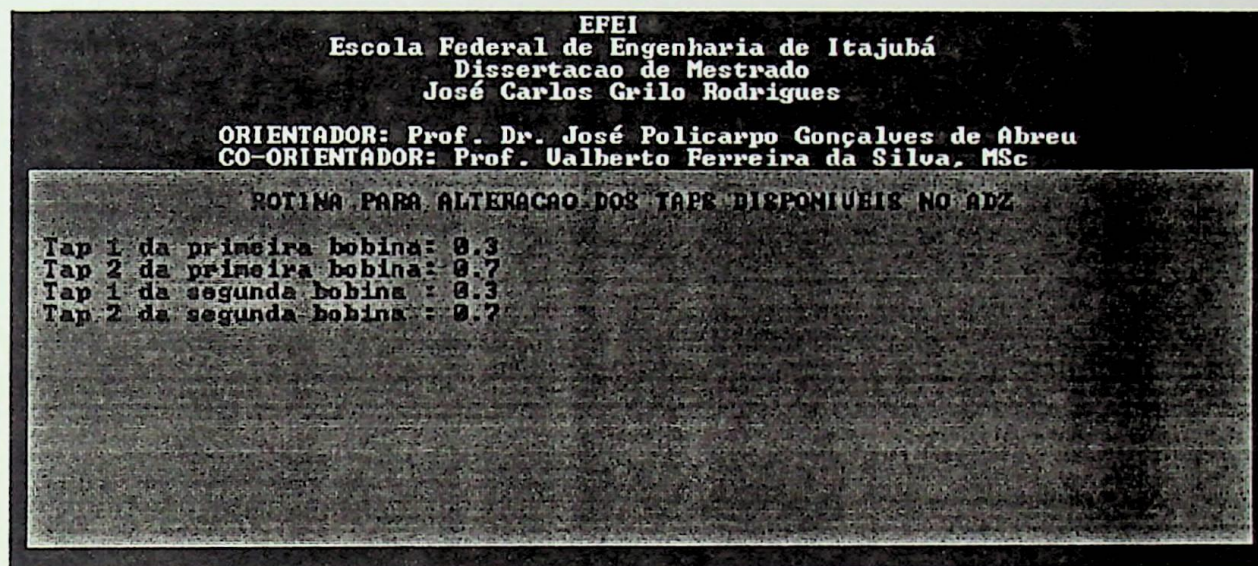


FIGURA 4.2 - ADEQUAÇÃO DOS "TAPS"

Utilizando a opção mostrada na Figura 4.2, imprescindível para atender situações onde tem-se número limitado de comutadores, como no caso deste trabalho, pode-se ajustar os "taps", de acordo com as possíveis ligações existentes para o ADZ. Para a comprovação deste trabalho em laboratório, foram utilizados:

- Dois comutadores, em cada bobina auxiliar, para serem usados como "taps";

- Dois comutadores, em cada bobina auxiliar, para serem usados na definição das polaridades.

4.3 DESCRIÇÃO GERAL DO SISTEMA DE COMANDO

Para melhor compreender e visualizar o comando de ativação dos comutadores, são apresentadas algumas montagens necessárias que viabilizam a interface entre os sinais habilitados pelo ADZ - SWT e a ativação automática de "taps".

O esquema geral de comutação do ADZ, montado em laboratório, é composto dos seguintes equipamentos/componentes.

- Um microcomputador padrão IBM-PC, responsável pelo controle e comando. Neste equipamento está instalado o programa ADZ - SWT e a placa de interface das saídas digitais;

- Um módulo [4] responsável pela adequação das **saídas digitais**. Estas saídas, situam-se nos níveis 0 ou 5 [V];

- Uma placa de interface responsável pela **ativação** dos comutadores. Esta placa contém componentes que tornam possível a ativação dos comutadores;

- Um quadro destinado à **sinalização** dos comutadores. Estas indicações são efetuadas por "LEDs", que mostram o estado operacional de cada comutador.

4.3.1 Esquema Geral de Comutação dos “taps”

Na Figura 4.3, é mostrado o esquema geral de comutação de “taps”, para o caso particular em que se tem somente oito comutadores por fase.

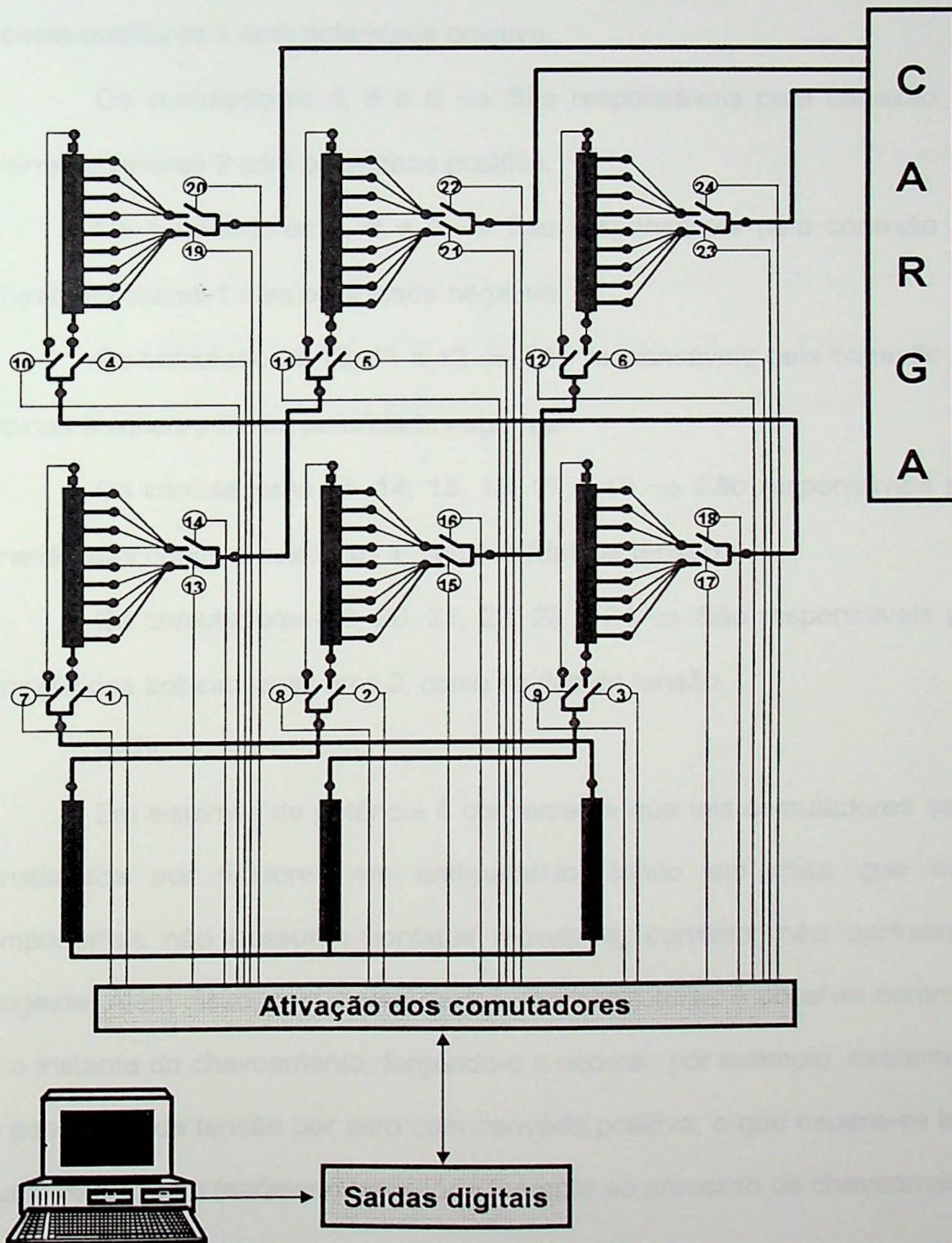


FIGURA 4.3 - ESQUEMA GERAL DE COMUTAÇÃO DOS “TAPS”

Estratégia de Comutação

Os comutadores representados na Figura 4.4, têm as seguintes finalidades:

Os comutadores 1, 2 e 3 \Rightarrow São responsáveis pela conexão das bobinas auxiliares 1 com polaridade positiva.

Os comutadores 4, 5 e 6 \Rightarrow São responsáveis pela conexão das bobinas auxiliares 2 com polaridade positiva.

Os comutadores 7, 8 e 9 \Rightarrow São responsáveis pela conexão das bobinas auxiliares 1 com polaridade negativa.

Os comutadores 10, 11 e 12 \Rightarrow São responsáveis pela conexão das bobinas auxiliares 2 com polaridade negativa.

Os comutadores 13, 14, 15, 16, 17 e 18 \Rightarrow São responsáveis pela conexão das bobinas auxiliares 1, como saídas de tensão.

Os comutadores 19, 20, 21, 22, 23 e 24 \Rightarrow São responsáveis pela conexão das bobinas auxiliares 2, como saídas de tensão.

Nota:

Em sistemas de potência é conveniente que tais comutadores sejam constituídos por tiristores em anti-paralelo, tendo em vista que estes componentes não possuem contatos móveis e, portanto, não apresentam desgaste. Além disso, com o uso destes semicondutores é possível controlar-se o instante do chaveamento, forçando-o a ocorrer, por exemplo, exatamente na passagem da tensão por zero com derivada positiva, o que espera-se levar a uma redução no fenômeno transitório inerente ao processo de chaveamento.

Na utilização dos tiristores em anti-paralelo como chaves eletrônicas, deve-se ter a preocupação em fazer com que o ângulo de disparo (α) seja mantido o mais próximo possível de zero graus, pois desta forma, o conteúdo harmônico introduzido no sistema será o menor possível.

Em particular, para o desenvolvimento deste trabalho, foram utilizados relés, tipo miniatura, uma vez que:

- A quantidade de energia manuseada é bastante pequena;
 - Não faz parte dos objetivos desta dissertação, a análise de fenômenos transitórios;
 - O caso de tais componentes como comutadores não requer o uso de circuitos eletrônicos de disparo e portanto simplifica sua implementação.
- Não obstante, estes elementos atendem aos objetivos deste trabalho.

4.3.2 Ativação dos Relés

Endereçamento dos Sinais

Para a ativação dos relés o ADZ - SWT cria-se uma variável tipo vetor de vinte e quatro posições. Deste vetor são enviadas informações para 3 portas de saída, sendo estas divididas da seguinte maneira:

- As primeiras oito posições do vetor para a porta A;
- As segundas oito posições do vetor para a porta B;
- As terceiras oito posições do vetor para a porta C.

Intertravamento dos Relés

De forma a se evitar o fechamento simultâneo de dois relés, o que resultaria em uma operação incorreta, levando à ocorrência de curto-circuitos, foi previsto um intertravamento comandado pelo ADZ - SWT. Esta operação incorreta é a que resultaria do fechamento simultâneo dos relés indicados a seguir:

Relé 1 com Relé 7	Relé 13 com Relé 14
Relé 2 com Relé 8	Relé 15 com Relé 16
Relé 3 com Relé 9	Relé 17 com Relé 18
Relé 4 com Relé 10	Relé 19 com Relé 20
Relé 5 com Relé 11	Relé 21 com Relé 22
Relé 6 com Relé 12	Relé 23 com Relé 24

Quando constatada pelo ADZ - SWT qualquer das situações anteriores, o vetor contendo os estados operacionais dos relés (0 ou 1), não será enviado às portas digitais de saída, impossibilitando desta forma uma operação incorreta.

Cabe ressaltar que estas condições se referem à situação específica de teste, montada em laboratório, para verificação do desempenho do sistema.

Sistema de Ativação dos Relés

A figura 4.4, mostra as ligações dos diversos equipamentos e componentes, utilizados para a ativação dos relés.

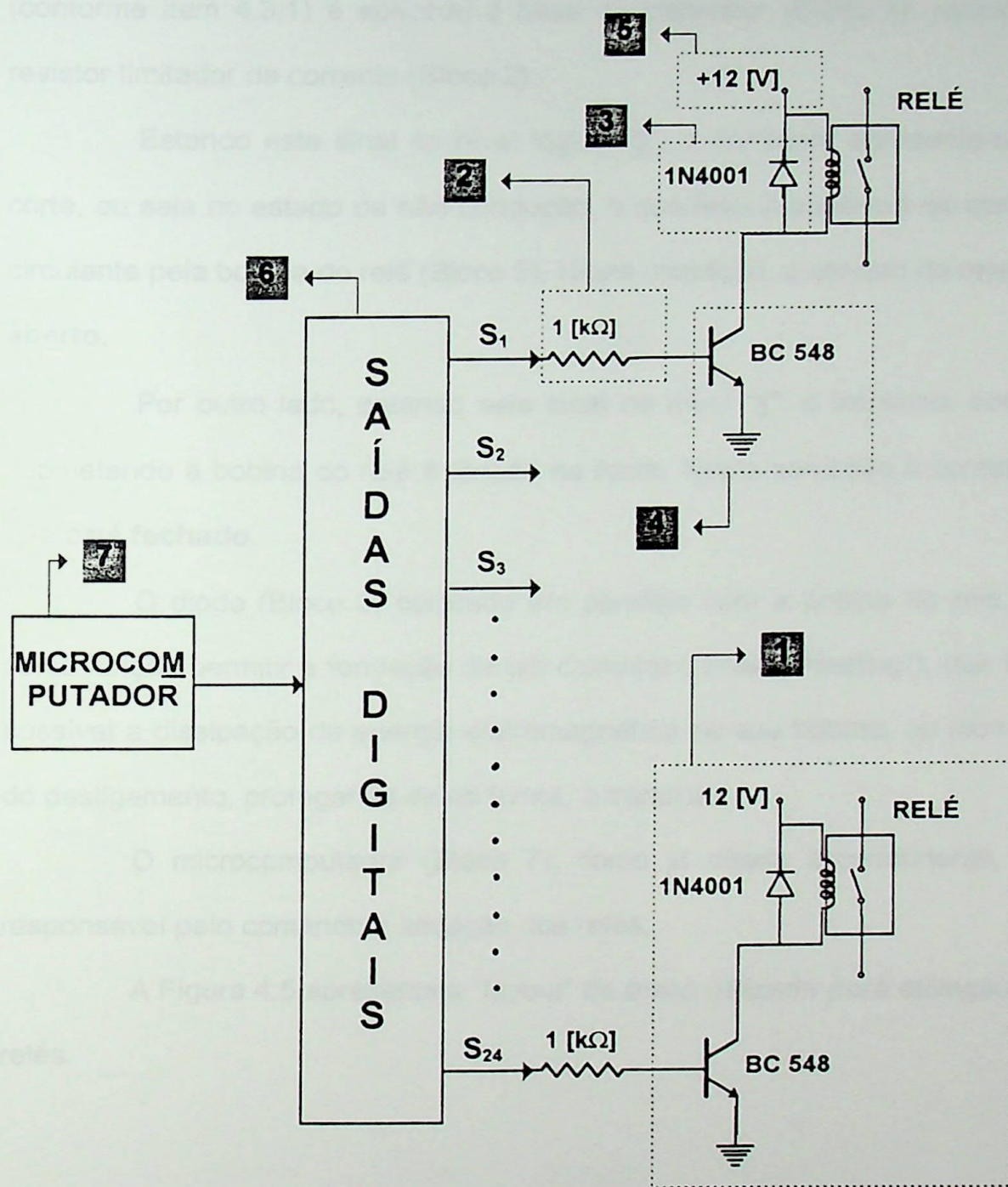
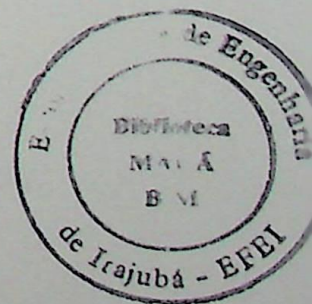


FIGURA 4.4 - CIRCUITO DE ATIVAÇÃO DOS RELÉS



Na Figura 4.4, o sinal de saída TTL, representado pelo bloco 6, proveniente do módulo responsável pela adequação das saídas digitais (conforme item 4.3.1) é aplicado à base do transistor (Bloco 4), através do resistor limitador de corrente (Bloco 2),

Estando este sinal no nível lógico "0", o transistor apresenta-se em corte, ou seja no estado de não condução, o que leva à ausência de corrente circulante pela bobina do relé (Bloco 5). Nesta condição, o contato do relé está **aberto**.

Por outro lado, estando este sinal no nível "1", o transistor conduz, submetendo a bobina do relé à tensão da fonte. Nesta condição o contato do relé está **fechado**.

O diodo (Bloco 3) colocado em paralelo com a bobina do relé, tem como função permitir a formação de um caminho ("Free Wheeling"), que torna possível a dissipação da energia eletromagnética na sua bobina, no momento do desligamento, protegendo desta forma, o transistor.

O microcomputador (Bloco 7), como já citado anteriormente, é o responsável pelo comando e ativação dos relés.

A Figura 4.5 apresenta o "layout" da placa utilizada para ativação dos relés.

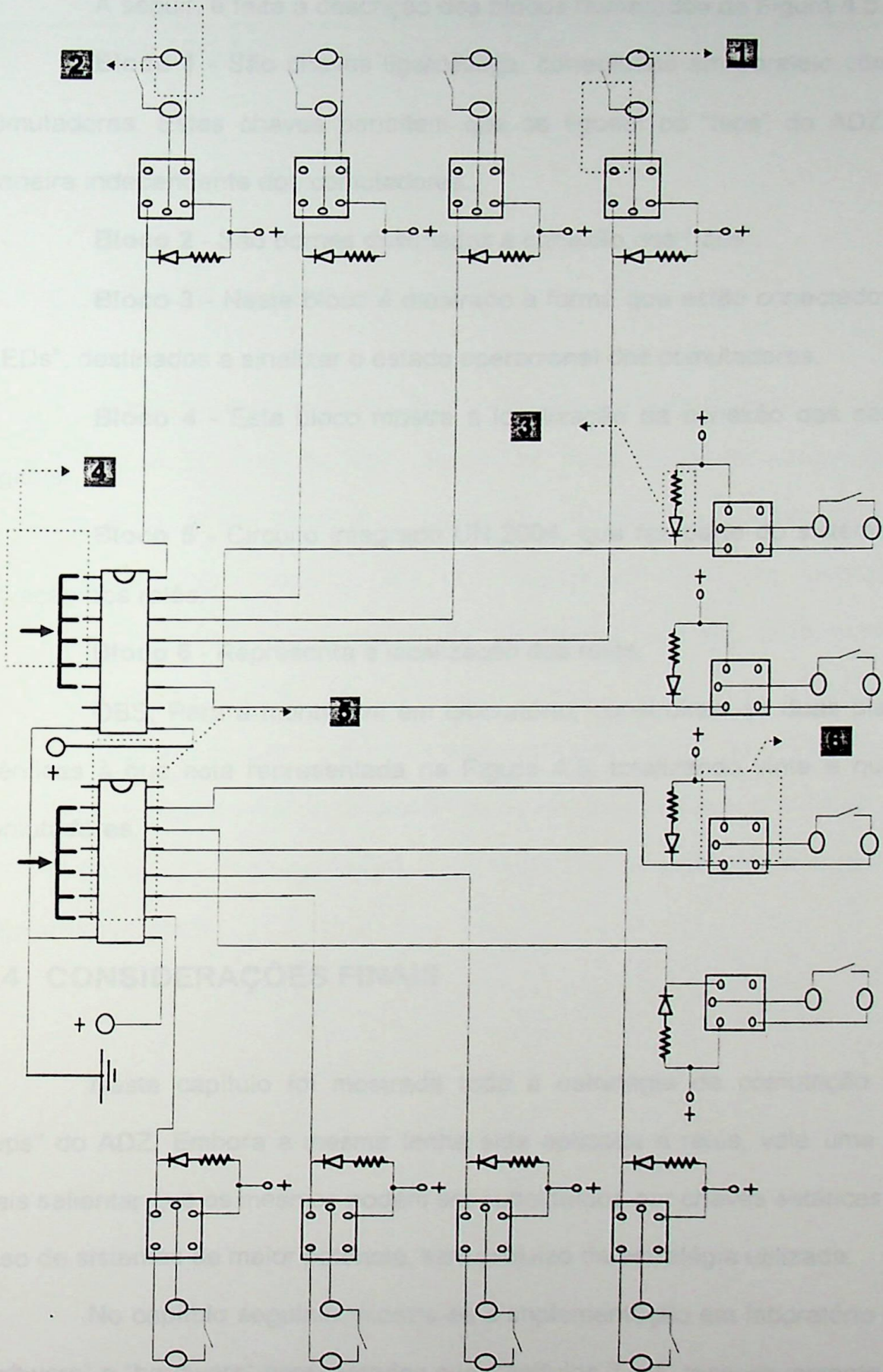


FIGURA 4.5 - "LAYOUT" DA PLACA PARA ATIVAÇÃO DOS RELÉS

A seguir, é feita a descrição dos blocos numerados da Figura 4.5.

Bloco 1 - São chaves liga/desliga, conectadas em paralelo com os comutadores. Estas chaves permitem que se liguem os "taps" do ADZ, de maneira independente dos comutadores.

Bloco 2 - São bornes destinados a conexão dos "taps".

Bloco 3 - Neste bloco é mostrado a forma que estão conectados os "LEDs", destinados a sinalizar o estado operacional dos comutadores.

Bloco 4 - Este bloco mostra a localização da conexão das saídas digitais.

Bloco 5 - Circuito integrado UN 2004, que faz parte do sistema de ativação dos relés.

Bloco 6 - Representa a localização dos relés.

OBS: Para a montagem em laboratório, construíram-se duas placas idênticas à que está representada na Figura 4.5, totalizando vinte e quatro comutadores.

4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo foi mostrada toda a estratégia de comutação dos "taps" do ADZ. Embora a mesma tenha sido aplicada a relés, vale uma vez mais salientar que os mesmos podem ser substituídos por chaves estáticas, no caso de sistemas de maior potência, sem prejuízo da estratégia utilizada.

No capítulo seguinte, mostra-se a implementação em laboratório dos "software" e "hardware" apresentados nos Capítulos 3 e 4, respectivamente.

IMPLEMENTAÇÃO EM LABORATÓRIO

5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

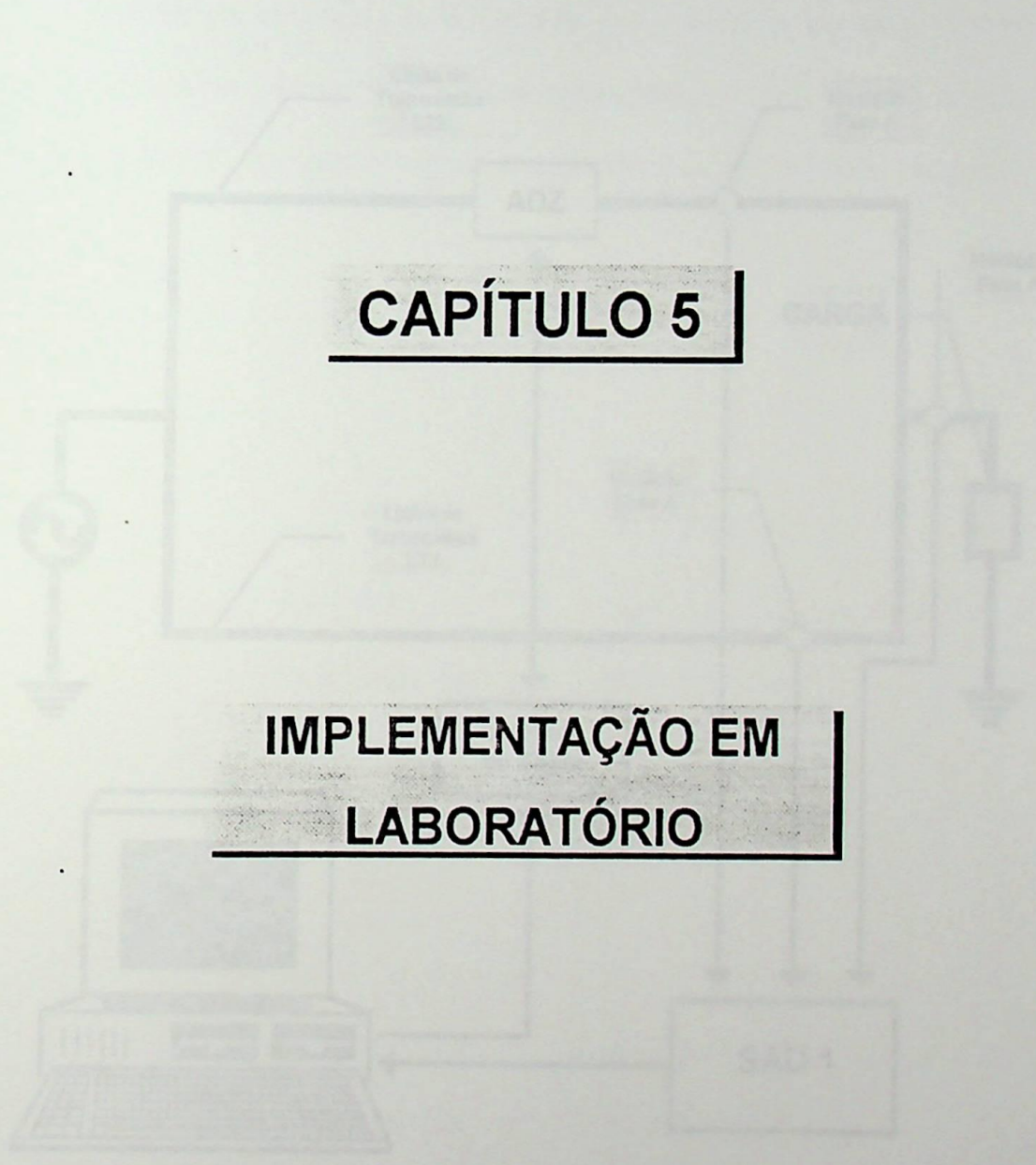
Neste capítulo, é mostrada e verificada a implementação do sistema automático de controle do ADZ, objeto de pesquisa desta dissertação. O funcionamento deste sistema é verificado através de comparações de medições elétricas efetuadas em um sistema simulado em laboratório, composto por duas linhas de transmissão, ligadas em paralelo, sendo uma das linhas, conectada ao ADZ.

Numa primeira fase, o fechamento dos "taps" do ADZ, para a obtenção de alguns valores de tensão de saída, foi realizado através de uma chave liga/desliga (**manualmente**), e em outra fase através de um comutador (**automaticamente**).

5.2 MONTAGEM DA BANCADA DE TESTES

EFEI

Esta bancada foi montada visando obter resultados mais precisos em toda a automatização decorrente nos captores externos. A montagem desta bancada está mostrada na Figura 5.1



CAPÍTULO 5

IMPLEMENTAÇÃO EM LABORATÓRIO

FIGURA 5.1 - BANCADA DE TESTES

5.2 MONTAGEM DA BANCADA DE TESTES

Esta bancada foi montada visando obter resultados que comprovem, toda automatização descrita nos capítulos anteriores. A montagem desta bancada está mostrada na Figura 5.1

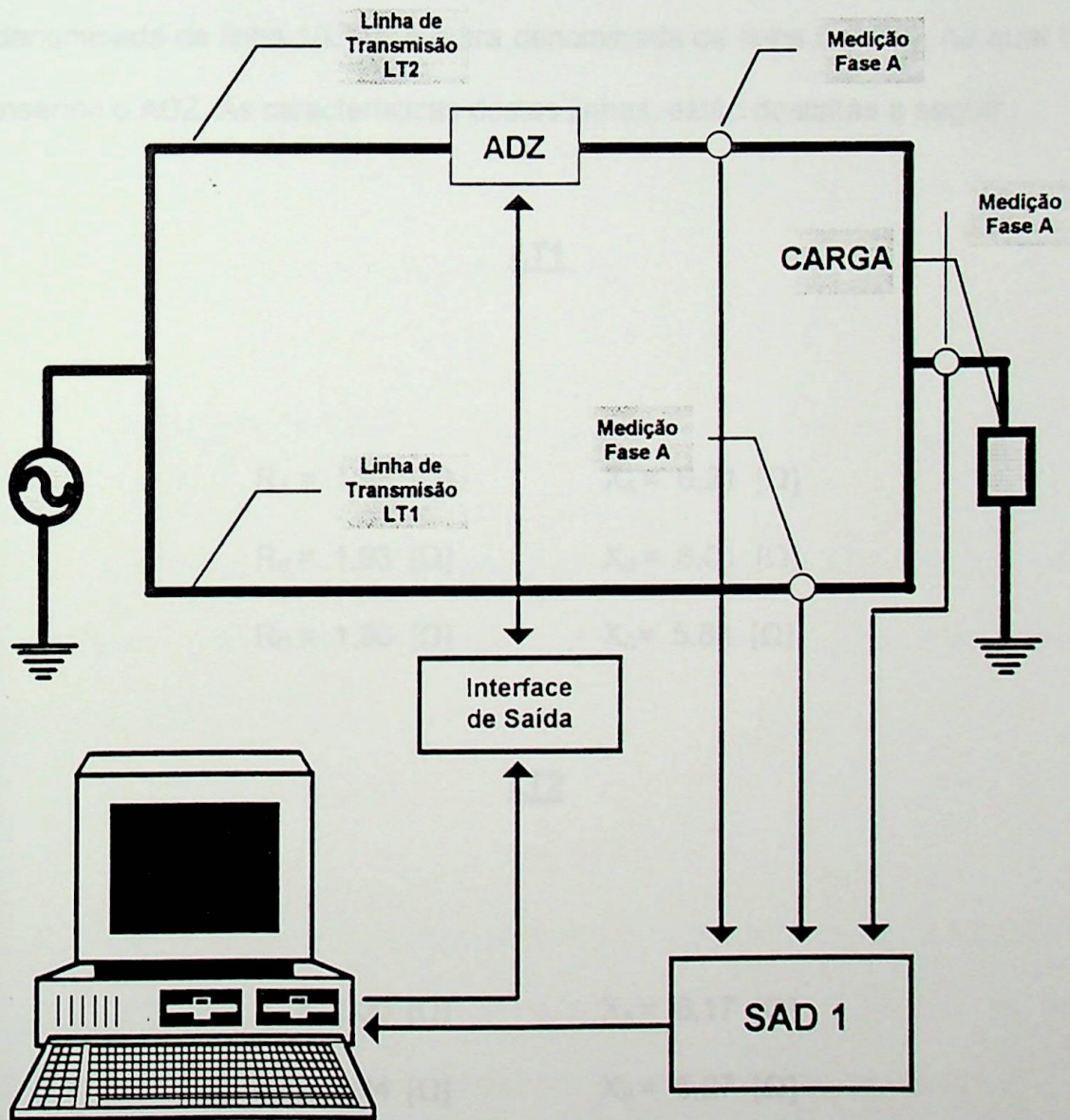


FIGURA 5.1 - BANCADA DE TESTES

5.2.1 - Descrição da Bancada de Testes

A seguir será descrita toda a montagem e os equipamentos utilizados na bancada de testes:

⇒ Linha de Transmissão

Foram montadas duas linhas de transmissão em paralelo, uma sendo denominada de linha 1(LT1), e outra denominada de linha 2 (LT2), na qual foi inserido o ADZ. As características destas linhas, estão descritas a seguir :

LT1

$$R_A = 1,95 \text{ } [\Omega]$$

$$X_A = 6,21 \text{ } [\Omega]$$

$$R_B = 1,93 \text{ } [\Omega]$$

$$X_B = 6,01 \text{ } [\Omega]$$

$$R_C = 1,96 \text{ } [\Omega]$$

$$X_C = 5,84 \text{ } [\Omega]$$

LT2

$$R_A = 2,00 \text{ } [\Omega]$$

$$X_A = 6,17 \text{ } [\Omega]$$

$$R_B = 1,94 \text{ } [\Omega]$$

$$X_B = 5,97 \text{ } [\Omega]$$

$$R_C = 1,92 \text{ } [\Omega]$$

$$X_C = 5,80 \text{ } [\Omega]$$

⇒ Medição das grandezas elétricas

Para medição das grandezas elétricas, utilizou-se um sistema de aquisição de dados, denominado SAD1 [3], já mencionado.

Os pontos de medições indicados na Figura 5.1, foram conectados ao sistema de aquisição da seguinte maneira:

Canal 1 → Ligado na fase A da linha de transmissão (LT1),

Canal 2 → Ligado na fase A da linha de transmissão (LT2), após o ADZ.

Canal 3 → Ligado na fase A da carga.

⇒ Interface de saída

É a ligação entre o microcomputador e os "taps" do ADZ. Os detalhes de montagem e funcionamento desta interface, já foram apresentadas no Capítulo 4.

⇒ Microcomputador

Utilizou-se para medição e controle um microcomputador padrão PC.

Através das fotografias mostradas nas figuras 5.2, 5.3 e 5.4, tem-se mais detalhes da montagem e conexões dos equipamentos na bancada.



FIGURA 5.2 - FOTO GERAL DA MONTAGEM

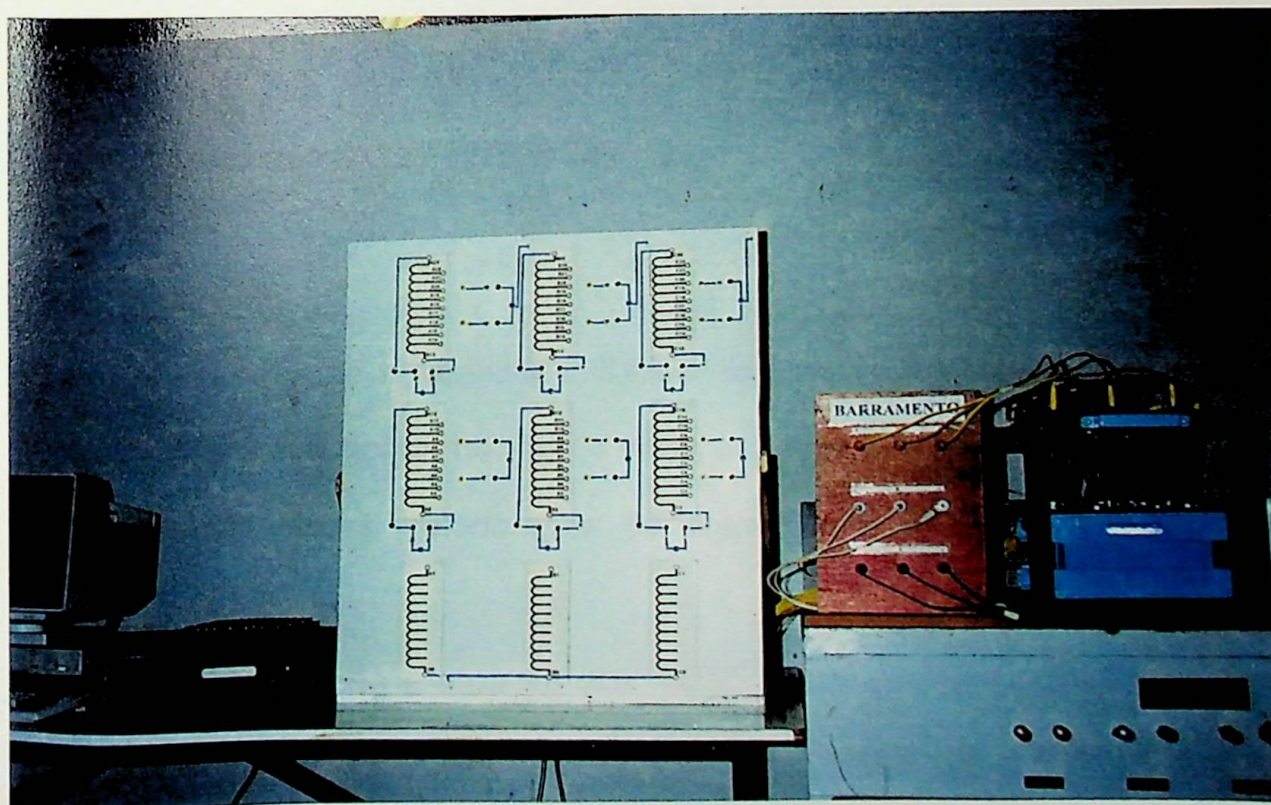


FIGURA 5.3 - FOTO DO PAINEL DE SINALIZAÇÃO DAS CHAVES

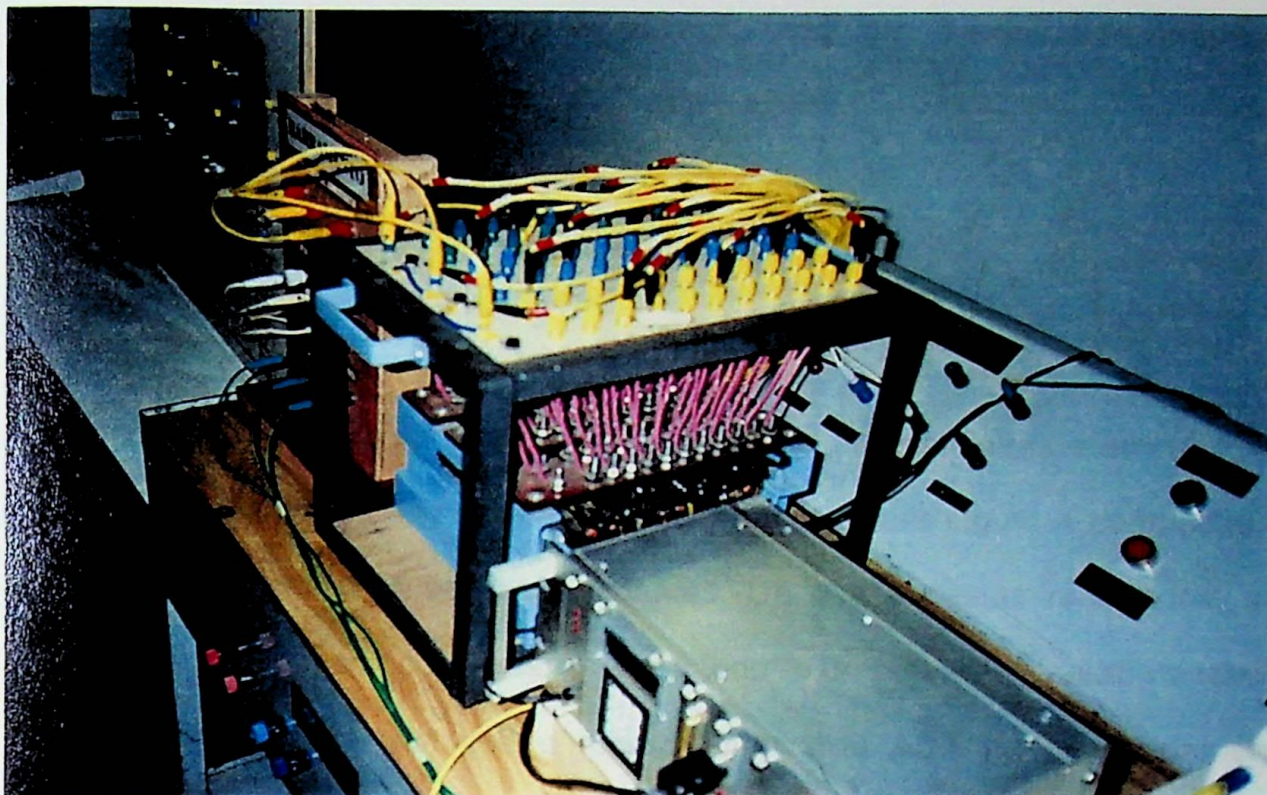


FIGURA 5.4 - FOTO DAS LIGAÇÕES DAS CHAVES AOS "TAPS" DO ADZ

5.3 RESULTADOS OBTIDOS

De forma a verificar o funcionamento do "software" e "hardware", destinados a seleccionar, habilitar e ativar o fechamento dos "taps" do ADZ, são estabelecidas duas metodologias de ensaio, descritas nos itens A e B a seguir:

- A) A Seleção e atuação dos "taps", é efetuada pelo usuário, ou seja, todo o processo de conexão dos "taps" do ADZ é realizado manualmente, ligando-se ou desligando-se chaves que situam-se em paralelo com os comutadores (Figura 4.5).

B) A Seleção, habilitação e ativação dos "taps" é executada através do "software" e do "hardware" desenvolvidos.

5.3.1 Descrição dos Testes

Os testes são realizados, medindo-se as grandezas elétricas, para cada uma das metodologias citadas anteriormente, para algumas condições de "taps" disponíveis nas bobinas auxiliares. De posse destes resultados, são feitas análises comparativas, objetivando comprovar a automatização implementada, uma vez que o funcionamento do ADZ já foi devidamente comprovado em [1].

Na construção do protótipo do ADZ, foram feitas marcações nos "taps" de saída das bobinas principais e auxiliares. Na Figura 5.5 está mostrada, a relação entre as marcações existentes e os correspondentes "taps".



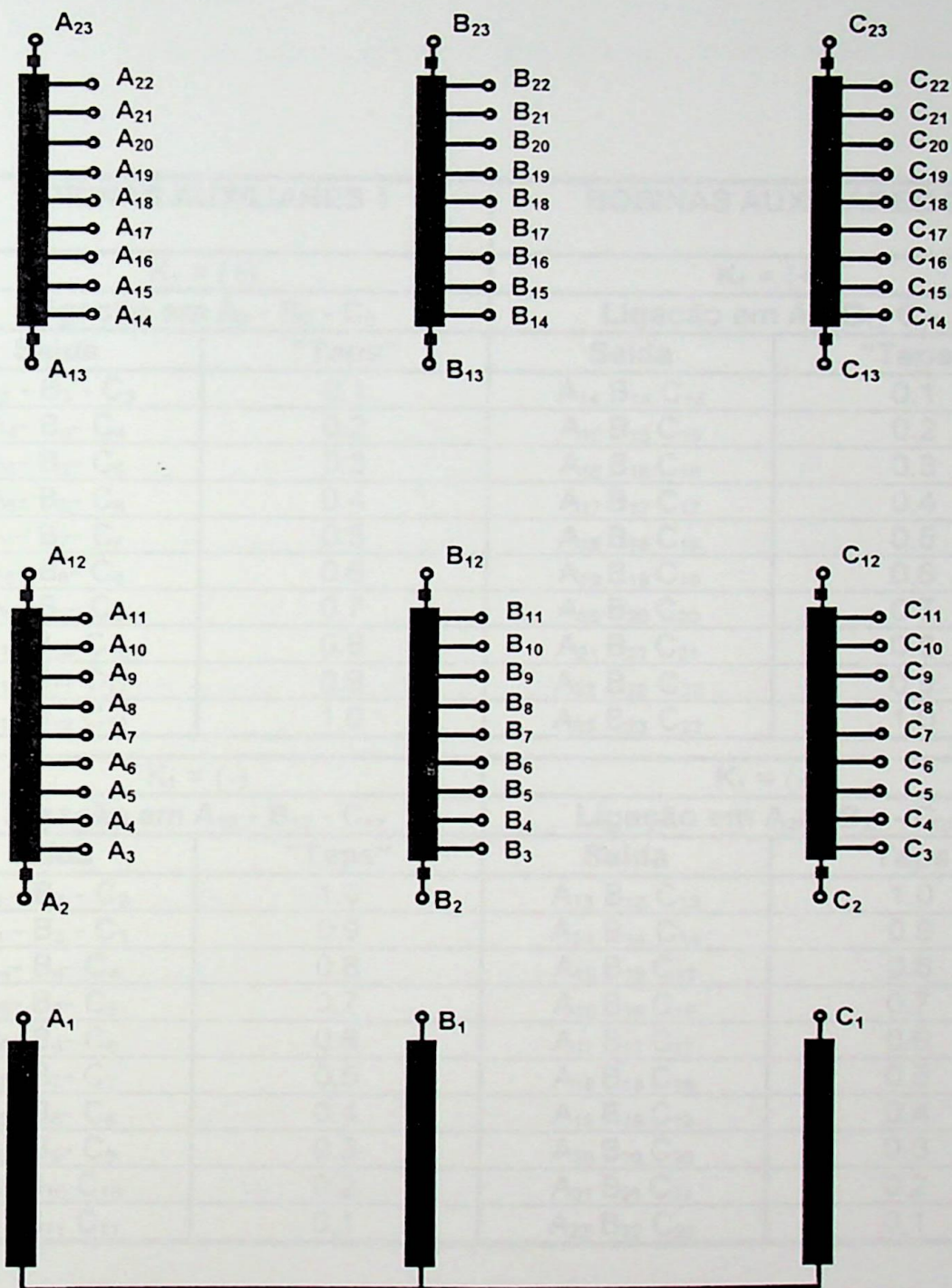


FIGURA 5.5 - RELAÇÃO ENTRE A MARCAÇÃO DAS BOBINAS E OS "TAPS" CORRESPONDENTES

Na Tabela 5.1 está apresentada a relação entre a marcação existente nas bobinas e os "tap's" correspondentes, levando-se em conta a variação da polaridade.

BOBINAS AUXILIARES 1		BOBINAS AUXILIARES 2	
$K_1 = (+)$		$K_1 = (+)$	
Ligação em $A_2 - B_2 - C_2$		Ligação em $A_{13} B_{13} C_{13}$	
Saída	"Taps"	Saída	"Taps"
$A_3 - B_3 - C_3$	0.1	$A_{14} B_{14} C_{14}$	0.1
$A_4 - B_4 - C_4$	0.2	$A_{15} B_{15} C_{15}$	0.2
$A_5 - B_5 - C_5$	0.3	$A_{16} B_{16} C_{16}$	0.3
$A_6 - B_6 - C_6$	0.4	$A_{17} B_{17} C_{17}$	0.4
$A_7 - B_7 - C_7$	0.5	$A_{18} B_{18} C_{18}$	0.5
$A_8 - B_8 - C_8$	0.6	$A_{19} B_{19} C_{19}$	0.6
$A_9 - B_9 - C_9$	0.7	$A_{20} B_{20} C_{20}$	0.7
$A_{10} B_{10} C_{10}$	0.8	$A_{21} B_{21} C_{21}$	0.8
$A_{11} B_{11} C_{11}$	0.9	$A_{22} B_{22} C_{22}$	0.9
$A_{12} B_{12} C_{12}$	1.0	$A_{23} B_{23} C_{23}$	1.0
$K_1 = (-)$		$K_1 = (-)$	
Ligação em $A_{12} - B_{12} - C_{12}$		Ligação em $A_{23} - B_{23} - C_{23}$	
Saída	"Taps"	Saída	"Taps"
$A_2 - B_2 - C_2$	1.0	$A_{13} B_{13} C_{13}$	1.0
$A_3 - B_3 - C_3$	0.9	$A_{14} B_{14} C_{14}$	0.9
$A_4 - B_4 - C_4$	0.8	$A_{15} B_{15} C_{15}$	0.8
$A_5 - B_5 - C_5$	0.7	$A_{16} B_{16} C_{16}$	0.7
$A_6 - B_6 - C_6$	0.6	$A_{17} B_{17} C_{17}$	0.6
$A_7 - B_7 - C_7$	0.5	$A_{18} B_{18} C_{18}$	0.5
$A_8 - B_8 - C_8$	0.4	$A_{19} B_{19} C_{19}$	0.4
$A_9 - B_9 - C_9$	0.3	$A_{20} B_{20} C_{20}$	0.3
$A_{10} B_{10} C_{10}$	0.2	$A_{21} B_{21} C_{21}$	0.2
$A_{11} B_{11} C_{11}$	0.1	$A_{22} B_{22} C_{22}$	0.1

TABELA 5.1 - RELAÇÃO ENTRE MARCAÇÃO E "TAPS" CORRESPONDENTES, CONSIDERANDO VARIAÇÃO DE POLARIDADE

Para melhor compreender a Tabela 5.1, serão descritas algumas ligações características, realizadas no ADZ.

3.3.2 Procedimento das Testes

1 - Quando refere-se à ligação em A_2 , B_2 , C_2 , isto significa que:

- O borne da bobina principal (A_1), é ligado com o borne da bobina auxiliar 1 (B_2);
- O borne da bobina principal (B_1), é ligado com o borne da bobina auxiliar 1 (C_2);
- O borne da bobina principal (C_1), é ligado com o borne da bobina auxiliar 1 (A_2).

2 - Quando refere-se à, ligação em A_{13} , B_{13} , C_{13} , isto significa que:

- Um dos bornes da bobina auxiliar 1 $A_3, A_4 \dots, A_{12}$, é ligado com o borne da bobina auxiliar 2 (B_{13});
- Um dos bornes da bobina auxiliar 1 $B_3, B_4 \dots, B_{12}$, é ligado com o borne da bobina auxiliar 2 (C_{13});
- Um dos bornes da bobina auxiliar 1 $C_3, C_4 \dots, C_{12}$, é ligado com o borne da bobina auxiliar 2 (A_{13}).

As combinações descritas anteriormente, definem as ligações na conexão zig zag, que são efetuadas no ADZ.

5.3.2 Procedimento dos Testes

Para dar início aos testes, devem ser definidos 2 (dois) "taps", para cada uma das bobinas auxiliares, que estarão deste modo, disponíveis para serem ligados aos comutadores.

Escolheram-se, duas combinações de "taps" distintas:

"Taps" 0.2 e 0.8, para as bobinas auxiliares 1 e 2, respectivamente.

"Taps" 0.4 e 0.6, para as bobinas auxiliares 1 e 2, respectivamente.

Condições de Ligações do ADZ

Nas tabelas 5.3 e 5.4, são mostradas as tensões de saída, polaridades e "taps", que serão utilizados para obtenção de dezesseis pontos de medições de grandezas elétricas.

Estas tabelas são preenchidas, utilizando-se a matriz que se encontra no **Anexo 1**, da seguinte maneira:

- Através das combinações dos "taps", obtém-se os fasores tensão de saída considerando todas as variações de polaridades.

Estas tabelas são utilizadas, tanto para os ensaios manuais, como para os realizados automaticamente, definidos a seguir:

1 - Seleção e Ativação Manual dos "taps"

Neste teste são tomadas como base para definição dos fasores tensão de saída e seus respectivos "taps" as tabelas 5.3 e 5.4, permitindo portanto a realização de dezesseis medições das grandezas elétricas.

Nas tabelas 5.5 e 5.6, são apresentados os valores das grandezas elétricas obtidos a partir dos valores de tensão de saída ajustados, medidos através do SAD1 [3], para as condições já definidas, ou seja, variações de "taps" entre (0,2 e 0,8) e (0,4 e 0,6).

2 - Seleção, Habilitação e Atuação Automática dos "TAPS"

Neste teste, também são utilizadas como base para definição dos fasores tensão de saída e seus respectivos "taps", as tabelas 5.3 e 5.4, sendo que os fasores tensão de saída são os dados de entrada do ADZ - SWT, que realiza a seleção e habilitação dos "taps".

A Figura 5.6 mostra, como exemplo, o posicionamento dos comutadores em relação aos "taps" para a combinação de 0.2 e 0.8.

A Tabela 5.2 mostra os estados operacionais dos comutadores. Quando ativados, são representados pelo nível lógico (1) e quando desativados são representados pelo nível lógico (0). Estes estados são relativos às dezesseis medições realizadas.

Nas Tabelas 5.7 e 5.8, são apresentados os valores das grandezas elétricas obtidas, através do SAD1 [3].

Nomenclatura

Todas as tabelas, correspondentes às medições das grandezas elétricas, possuem as seguintes nomenclaturas:

$U_{L1} \Rightarrow$ Tensão na fase **A**, da linha de transmissão 1 (**LT1**);

$U_{L2} \Rightarrow$ Tensão na fase **A**, da linha de transmissão 2 (**LT2**);

$U_C \Rightarrow$ Tensão na fase **A**, da carga;

$I_{L1} \Rightarrow$ Corrente na fase **A**, da linha de transmissão 1 (**LT1**);

$I_{L2} \Rightarrow$ Corrente na fase **A**, da linha de transmissão 2 (**LT2**);

$I_c \Rightarrow$ Corrente na fase **A**, da **carga**;

$FP_{L1} \Rightarrow$ Fator de potência na fase **A**, da linha de transmissão 1 (**LT1**);

$FP_{L2} \Rightarrow$ Fator de potência na fase **A**, da linha de transmissão 2 (**LT2**);

$FP_c \Rightarrow$ Fator de potência na fase **A**, da **carga**;

$P_{L1} \Rightarrow$ Potência ativa na fase **A**, da linha de transmissão 1 (**LT1**);

$P_{L2} \Rightarrow$ Potência ativa na fase **A**, da linha de transmissão 2 (**LT2**);

$P_c \Rightarrow$ Potência ativa na fase **A**, da **carga**;

$Q_{L1} \Rightarrow$ Potência reativa na fase **A**, da linha de transmissão 1 (**LT1**);

$Q_{L2} \Rightarrow$ Potência reativa na fase **A**, da linha de transmissão 2 (**LT2**);

$Q_c \Rightarrow$ Potência reativa na fase **A**, da carga.

5.3.3 Apresentação dos Resultados dos Testes

Conforme já ressaltado, os testes foram realizados comutando-se os “taps” de forma manual, via chaves, ou automática, via ADZ - SWT e relés. A Figura 5.6 apresenta a disposição física das chaves ou relés utilizados, para a combinação específica de “taps” 0,2 e 0,8. A tabela 5.2 apresenta o estado operacional das chaves ou relés (0 - desativado / 1 - ativado), para esta mesma combinação de “taps”.

As identificações de medidas 1 a 16 presentes nas tabelas 5.2 a 5.8, referem-se aos 16 valores possíveis de tensão de saída em módulo e ângulo para combinações de “taps” 0,2 e 0,8 ou 0,4 e 0,6.

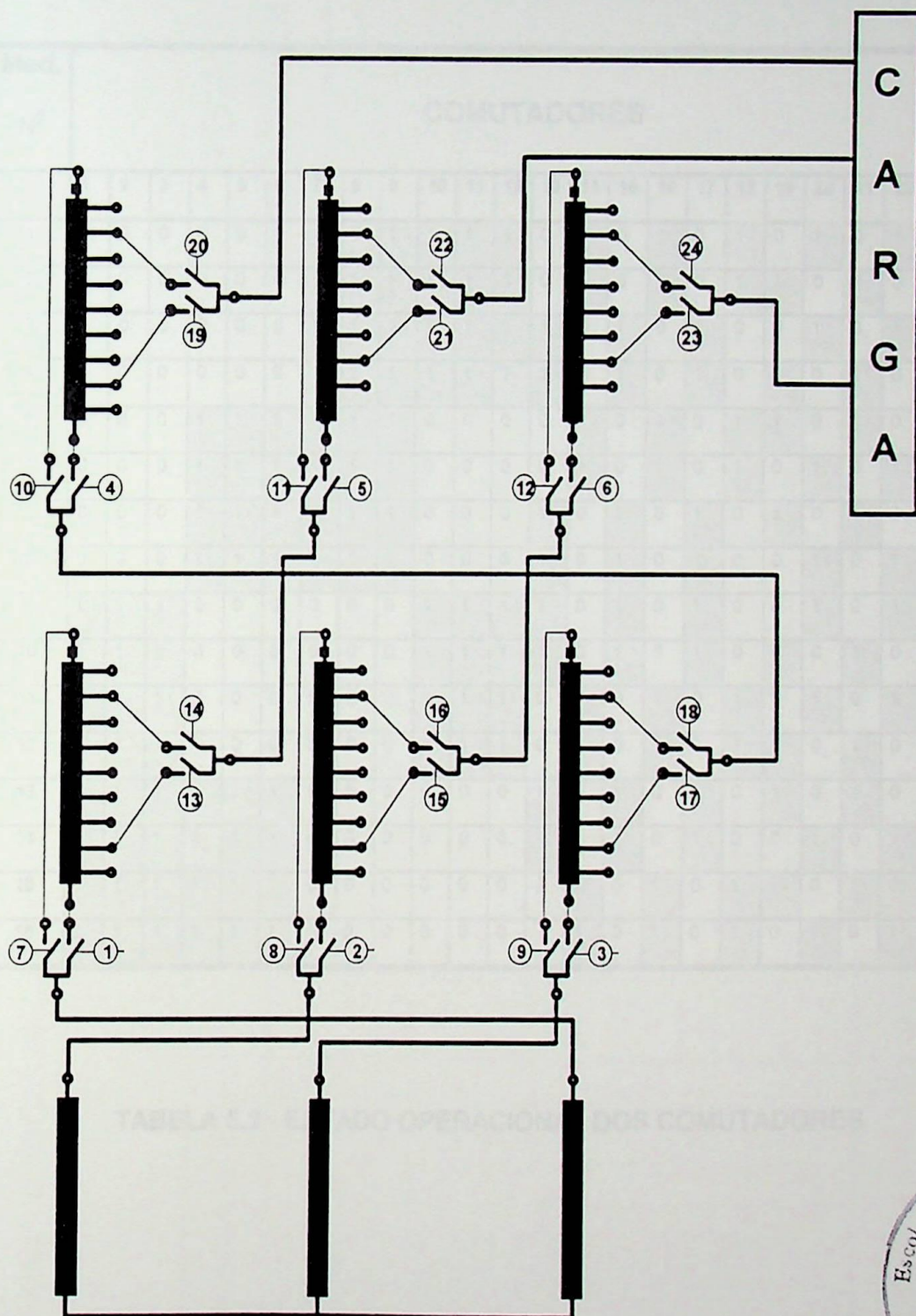


FIGURA 5.6 - POSICIONAMENTO DAS CHAVES OU RELÉS EM RELAÇÃO AOS "TAPS"



Med. Nº	COMUTADORES																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
2	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
3	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
4	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
5	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
6	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
7	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
8	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
9	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
10	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
11	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
12	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
13	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
14	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
15	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
16	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0

TABELA 5.2 - ESTADO OPERACIONAL DOS COMUTADORES

TABELA 5.3 - TENSÕES DE SAÍDA OBTIDAS ATRAVÉS DA COMBINAÇÃO DOS "TAPS", 0.2 E 0.8 PARA CADA BOBINA AUXILIAR.

Medida Nº	Tensões de saída		Polaridade		"TAPS" bobinas auxiliares 1			"TAPS" bobinas auxiliares 2		
	Módulo	Ângulo	K ₁	K ₂	A	B	C	A	B	C
1	1,0200	0	-1	-1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
2	1,0513	-2,833	-1	-1	0,2	0,2	0,2	0,8	0,8	0,8
3	1,0513	2,833	-1	-1	0,8	0,8	0,8	0,2	0,2	0,2
4	1,0800	0	-1	-1	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
5	1,0006	1,9838	-1	+1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
6	0,9739	5,1017	-1	+1	0,2	0,2	0,2	0,8	0,8	0,8
7	1,0336	4,8060	-1	+1	0,8	0,8	0,8	0,2	0,2	0,2
8	1,0096	7,8887	-1	+1	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
9	1,0006	-1,9839	+1	-1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
10	1,0336	-4,8060	+1	-1	0,2	0,2	0,2	0,8	0,8	0,8
11	0,9739	-5,1017	+1	-1	0,8	0,8	0,8	0,2	0,2	0,2
12	1,0096	-7,8887	+1	-1	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
13	0,9800	0	+1	+1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
14	0,9514	3,1307	+1	+1	0,2	0,2	0,2	0,8	0,8	0,8
15	0,9514	-3,1307	+1	+1	0,8	0,8	0,8	0,2	0,2	0,2
16	0,9200	0	+1	+1	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

TABELA 5.3 - POSSIBILIDADES DE LIGAÇÕES DOS "TAPS" DO ADZ, - 0.2 E 0.8

TABELA 5.4 - TENSÕES DE SAÍDA OBTIDAS ATRAVÉS DA COMBINAÇÃO DOS "TAPS", 0,4 E 0,6 DE CADA BOBINA AUXILIAR.

Medida Nº	Tensões de saída		Polaridade		"TAPS" bobinas auxiliares 1			"TAPS" bobinas auxiliares 2		
	Módulo	Ângulo	K ₁	K ₂	A	B	C	A	B	C
1	1,0400	0	-1	-1	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,4
2	1,0501	-0,9450	-1	-1	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	0,6
3	1,0501	0,9450	-1	-1	0,6	0,6	0,6	0,2	0,2	0,4
4	1,0600	0	-1	-1	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,6
5	1,0024	3,9631	-1	+1	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,4
6	0,9938	4,9992	-1	+1	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	0,6
7	1,0137	4,9007	-1	+1	0,6	0,6	0,6	0,2	0,2	0,4
8	1,0054	5,9329	-1	+1	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,6
9	1,0024	-3,9631	+1	-1	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,4
10	1,0137	-4,9007	+1	-1	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	0,6
11	0,9938	-4,9992	+1	-1	0,6	0,6	0,6	0,2	0,2	0,4
12	1,0054	-5,9329	+1	-1	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,6
13	0,9600	0	+1	+1	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,4
14	0,9502	1,0445	+1	+1	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	0,6
15	0,9502	-1,0445	+1	+1	0,6	0,6	0,6	0,2	0,2	0,4
16	0,9400	0	+1	+1	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,6

TABELA 5.4 - POSSIBILIDADES DE LIGAÇÕES DOS "TAPS" DO ADZ, - 0,4 E 0,6

TABELA 5.5 - RESULTADOS DAS MEDIÇÕES DAS GRANDEZAS ELÉTRICAS
(Seleção e Ativação Manual)

"Taps" 0.2 e 0.8

MED	U _{L1} [V]	U _{L2} [V]	U _C [V]	I _{L1} [A]	I _{L2} [A]	I _C [A]	FP _{L1}	FP _{L2}	FP _C	P _{L1} [W]	P _{L2} [W]	P _C [W]	Q _{L1} [VAR]	Q _{L2} [VAR]	Q _C [VAR]
1	126,449	128,770	123,898	0,594	0,891	1,470	0,928	0,783	0,860	69,650	89,766	156,721	27,842	71,315	92,680
2	126,756	133,100	126,133	0,942	1,087	1,498	0,973	0,352	0,861	116,279	50,885	162,635	-27,249	135,405	96,101
3	126,509	132,483	125,713	0,130	1,436	1,493	-0,033	0,877	0,861	-0,542	166,927	161,597	16,186	91,216	95,359
4	126,408	136,041	127,412	0,475	1,440	1,515	0,760	0,641	0,861	45,608	125,554	166,148	-38,943	150,363	98,028
5	126,688	126,453	122,854	0,600	0,970	1,458	0,513	0,962	0,860	39,016	118,020	154,096	65,178	33,398	91,165
6	126,648	122,837	120,980	0,958	1,330	1,434	-0,058	0,994	0,860	-7,078	162,448	149,236	121,102	-16,956	88,323
7	126,831	130,503	124,812	0,492	1,570	1,482	-0,506	0,961	0,860	-31,577	196,978	159,184	53,657	56,235	94,080
8	126,690	127,119	122,893	1,060	1,910	1,457	-0,579	0,999	0,861	-77,802	242,609	154,095	109,380	9,748	91,073
9	126,647	126,627	122,957	0,964	0,586	1,459	0,953	0,548	0,860	116,461	40,638	154,326	36,655	61,954	91,391
10	127,285	131,590	125,609	1,299	0,989	1,492	0,993	0,022	0,860	164,207	2,838	161,197	-19,157	129,997	95,335
11	127,561	124,377	122,251	1,541	0,524	1,450	0,968	-0,491	0,860	190,272	-31,989	152,470	49,168	56,541	90,263
12	127,144	128,622	123,937	1,852	1,127	1,471	0,999	-0,469	0,860	235,238	-68,026	156,766	-7,457	127,922	92,828
13	127,451	124,680	122,386	0,901	0,577	1,451	0,758	0,950	0,860	86,993	68,339	152,738	74,839	22,065	90,351
14	127,060	120,490	120,096	1,077	0,957	1,422	0,297	0,962	0,860	40,664	110,919	146,880	130,580	-31,343	87,045
15	126,999	120,897	120,339	1,414	0,125	1,426	0,878	-0,375	0,859	157,642	-5,691	147,438	85,983	13,226	87,546
16	126,596	116,400	117,941	1,423	0,485	1,395	0,619	0,621	0,860	111,531	35,036	141,481	141,321	-43,991	83,864

TABELA 5.5 - GRANDEZAS ELÉTRICAS - SELEÇÃO E ATIVAÇÃO MANUAL DOS "TAPS"

TABELA 5.6 - RESULTADOS DAS MEDIÇÕES DAS GRANDEZAS ELÉTRICAS
(Seleção e Ativação Manual

"Taps" 0.4 e 0.6

MED	$U_{L1}[V]$	$U_{L2}[V]$	$U_c[V]$	$I_{L1}[A]$	$I_{L2}[A]$	$I_c[A]$	FP_{L1}	FP_{L2}	FP_c	$P_{L1}[W]$	$P_{L2}[W]$	$P_c[W]$	$Q_{L1}[VAR]$	$Q_{L2}[VAR]$	$Q_c[VAR]$
1	127,327	132,138	125,975	0,497	1,082	1,503	0,995	0,720	0,860	62,994	102,970	162,855	5,454	99,073	96,384
2	127,288	133,396	126,561	0,627	1,122	1,511	0,986	0,597	0,860	78,641	89,435	164,407	-13,021	119,923	97,417
3	127,066	133,059	126,275	0,310	1,246	1,506	0,995	0,773	0,860	39,198	128,128	163,624	1,251	105,037	96,770
4	126,959	134,212	126,787	0,452	1,264	1,513	0,952	0,674	0,860	54,660	114,377	164,940	-17,091	125,142	97,628
5	127,149	126,984	123,304	0,636	1,276	1,469	0,001	0,989	0,860	0,089	160,347	155,821	80,816	23,212	92,181
6	127,172	125,844	122,700	0,793	1,398	1,461	-0,155	0,999	0,860	-15,602	175,668	154,174	99,494	6,838	91,325
7	126,956	128,133	123,712	0,632	1,476	1,474	-0,297	0,986	0,860	-23,859	186,466	156,845	76,562	31,281	92,833
8	127,234	127,267	123,372	0,815	1,597	1,469	-0,381	0,997	0,860	-39,479	202,604	155,828	95,751	15,337	92,322
9	126,945	127,304	123,419	1,247	0,642	1,469	0,990	0,044	0,860	156,658	3,582	155,927	22,294	81,423	92,419
10	127,137	128,955	124,271	1,359	0,816	1,480	1,000	-0,087	0,860	172,703	-9,105	158,087	3,753	104,646	93,817
11	127,184	126,532	123,131	1,439	0,655	1,466	0,989	-0,248	0,859	181,078	-20,579	155,082	26,487	80,039	92,074
12	127,289	128,173	123,913	1,545	0,847	1,475	0,999	-0,299	0,860	196,466	-32,413	157,220	7,706	103,485	93,078
13	127,366	122,139	121,121	1,074	0,473	1,440	0,698	0,996	0,860	95,400	57,602	149,964	97,954	-1,064	88,968
14	127,294	120,753	120,390	1,110	0,617	1,431	0,565	0,964	0,860	79,833	71,769	148,126	116,524	-19,276	87,903
15	127,423	121,021	120,617	1,234	0,277	1,434	0,759	0,977	0,859	119,340	32,752	148,651	102,387	-4,835	88,254
16	127,258	119,531	119,799	1,251	0,439	1,423	0,652	0,890	0,859	103,762	46,651	146,559	120,667	-23,350	86,998

TABELA 5.6 - GRANDEZAS ELÉTRICAS - SELEÇÃO E ATIVAÇÃO MANUAL DOS "TAPS"

TABELA 5.7 - RESULTADOS DAS MEDIÇÕES DAS GRANDEZAS ELÉTRICAS
(Seleção e ativação Automática)

"Taps" 0.2 e 0.8

MED	U _{L1} [V]	U _{L2} [V]	U _c [V]	I _{L1} [A]	I _{L2} [A]	I _c [A]	FP _{L1}	FP _{L2}	FP _c	P _{L1} [W]	P _{L2} [W]	P _c [W]	Q _{L1} [VAR]	Q _{L2} [VAR]	Q _c [VAR]
1	126,480	128,820	123,920	0,592	0,892	1,469	0,930	0,781	0,860	69,642	89,733	156,635	27,328	71,741	92,587
2	126,629	132,993	126,005	0,944	1,088	1,495	0,972	0,349	0,861	116,169	50,542	162,075	-27,739	135,558	95,716
3	126,914	132,940	126,120	0,128	1,438	1,495	-0,028	0,876	0,861	-0,459	167,553	162,340	15,948	92,023	95,787
4	126,922	136,626	127,942	0,477	1,445	1,518	0,757	0,641	0,861	45,854	126,547	167,277	-39,447	151,511	98,493
5	127,500	127,302	123,636	0,601	0,976	1,464	0,514	0,962	0,861	39,379	119,526	155,829	65,654	33,770	91,968
6	127,429	123,646	121,720	0,960	1,336	1,440	-0,059	0,994	0,861	-7,229	164,231	150,880	122,098	-17,084	89,144
7	127,178	130,934	125,185	0,492	1,573	1,482	-0,510	0,962	0,861	-31,896	198,079	159,764	53,661	56,3920	94,082
8	127,234	127,711	123,396	1,063	1,915	1,460	-0,578	0,999	0,861	-78,205	244,341	155,171	110,236	9,5720	91,438
9	127,294	127,285	123,586	0,969	0,589	1,462	0,955	0,544	0,861	117,742	40,788	155,579	36,339	62,716	91,756
10	127,257	131,541	125,554	1,302	0,990	1,487	0,992	0,019	0,861	164,385	2,442	160,656	-19,757	130,114	94,825
11	127,418	124,183	122,077	1,539	0,526	1,443	0,969	-0,494	0,860	189,985	-32,268	151,572	48,252	56,608	89,593
12	127,182	128,595	123,924	1,854	1,131	1,466	0,999	-0,471	0,861	235,525	-68,464	156,361	-8,152	128,175	92,237
13	127,459	124,744	122,413	0,896	0,576	1,446	0,761	0,948	0,861	86,899	68,151	152,361	73,912	22,533	89,969
14	127,673	121,173	120,702	1,073	0,958	1,425	0,300	0,963	0,861	41,072	111,816	147,993	130,645	-31,057	87,404
15	127,614	121,495	120,920	1,417	0,129	1,427	0,880	-0,38	0,860	159,234	-5,951	148,442	85,598	13,832	87,731
16	127,706	117,471	118,965	1,427	0,485	1,403	0,622	0,623	0,860	113,365	35,501	143,575	142,603	-44,349	84,309

TABELA 5.7 - GRANDEZAS ELÉTRICAS - SELEÇÃO E ATIVAÇÃO DOS "TAPS", ATRAVÉS DO ADZ - SWT



TABELA 5.8 - RESULTADO DAS MEDIÇÕES DAS GRANDEZAS ELÉTRICAS
(Seleção e ativação Automática)

"Taps" 0.4 e 0.6

MED	$U_{L1}[V]$	$U_{L2}[V]$	$U_c[V]$	$i_{L1}[A]$	$i_{L2}[A]$	$I_c[A]$	FP_{L1}	FP_{L2}	FP_c	$P_{L1}[W]$	$P_{L2}[W]$	$P_c[W]$	$Q_{L1}[VAR]$	$Q_{L2}[VAR]$	$Q_c[VAR]$
1	127,192	132,016	125,851	0,496	1,079	1,498	0,996	0,719	0,860	62,869	102,429	162,174	5,060	98,980	95,981
2	127,018	133,166	126,314	0,625	1,118	1,504	0,985	0,596	0,861	78,256	88,801	163,481	-13,385	119,462	96,565
3	127,019	133,025	126,238	0,309	1,243	1,502	0,997	0,773	0,860	39,092	127,728	163,115	1,031	104,871	96,419
4	126,662	133,937	126,508	0,452	1,259	1,505	0,951	0,673	0,861	54,402	113,556	163,855	-17,502	124,644	96,723
5	126,727	126,612	122,924	0,629	1,270	1,460	0,000	0,989	0,860	0,017	158,999	154,374	79,703	23,246	91,270
6	126,731	125,439	122,292	0,787	1,391	1,452	-0,157	0,999	0,860	-15,648	174,241	152,734	98,478	6,690	90,338
7	126,829	128,061	123,616	0,627	1,471	1,468	-0,297	0,986	0,861	-23,599	185,664	156,206	75,806	31,356	92,295
8	126,871	126,958	123,045	0,809	1,587	1,461	-0,380	0,997	0,860	-39,028	200,899	154,667	94,859	15,211	91,498
9	126,923	127,273	123,396	1,247	0,641	1,465	0,990	0,039	0,860	156,696	3,165	155,478	21,957	81,379	92,078
10	126,909	128,730	124,057	1,356	0,814	1,473	1,000	-0,089	0,860	172,057	-9,320	157,186	3,336	104,200	92,964
11	127,067	126,384	122,994	1,440	0,656	1,460	0,990	-0,254	0,860	181,088	-21,063	154,411	25,898	79,962	91,376
12	126,766	127,649	123,413	1,545	0,851	1,465	0,999	-0,306	0,860	195,607	-33,288	155,425	7,038	103,241	92,076
13	126,824	121,636	120,603	1,065	0,470	1,430	0,699	0,997	0,860	94,405	56,941	148,297	96,597	-0,970	87,831
14	126,756	120,280	119,899	1,101	0,613	1,421	0,566	0,964	0,860	79,007	71,036	146,505	115,039	-19,040	86,757
15	127,074	120,698	120,278	1,227	0,273	1,425	0,760	0,980	0,860	118,554	32,265	147,360	101,189	-4,674	87,363
16	126,933	119,232	119,490	1,244	0,436	1,415	0,653	0,889	0,860	103,130	46,247	145,411	119,561	-23,282	86,100

TABELA 5.8 - GRANDEZAS ELÉTRICAS - SELEÇÃO E ATIVAÇÃO DOS "TAPS", ATRAVÉS DO ADZ - SWT

5.3.4 Análise dos resultados

Foram realizadas medições para ambas as condições de operação do ADZ, ou seja, sendo o fechamento dos "taps" realizado manualmente pelo usuário ou automaticamente através do ADZ - SWT.

Observando-se as tabelas 5.5 e 5.7, pode-se verificar que, para ambas as formas de fechamento dos "taps", as leituras para uma mesma condição de módulo e ângulo são iguais, salvo pequenas diferenças devidas à não simultaneidade das leituras. Estes comentários são também válidos para os resultados mostrados nas tabelas 5.6 e 5.8.

5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A correta operação do ADZ-SWT fica comprovado, uma vez que os resultados assim obtidos são compatíveis com aqueles adquiridos através do fechamento manual.

A utilização do programa torna bem mais confortável, rápida e segura a comutação dos "taps", viabilizando inclusive, a operação totalmente automática do ADZ, na qual os parâmetros de entrada poderão ser fornecidos, por exemplo através de um fluxo de carga.

Conforme pode ser observado nos valores obtidos em condições semelhantes de operação, a implementação do sistema automático de governo do "PHASOR CONTROLLER" mostrou-se satisfatória.

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

ANEXO 6**CONCLUSÕES E SUGESTÕES**

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Sendo o ADZ um equipamento versátil no que tange ao número de tensões de saída, com variações em módulo, em ângulo de fase e/ou em ambos, desenvolveu-se este trabalho visando a automatização otimizada da escolha e do fechamento de "taps".

A utilização de vinte e quatro comutadores (relés), que permitem a utilização simultânea de apenas dois "taps" de cada bobina auxiliar, simplificou o "hardware" necessário, sem no entanto prejudicar a validade e aplicação do sistema desenvolvido, visto que o ADZ - SWT está apto a trabalhar com todos os "taps" disponíveis no ADZ, possibilitando desta forma a obtenção de qualquer valor tensão de saída permitido pelo ADZ.

Ficou transparente a interação entre o capítulo 3 e o capítulo 4, na busca de uma condição ideal de um fator tensão de saída. Através do ADZ - SWT (Capítulo 3), é gerada uma matriz (Anexo 1) contendo 441 (quatrocentos e quarenta e um) valores de fatores tensão de saída. Nesta matriz é apresentada, para cada fator tensão de saída sua respectiva polaridade e "taps" a serem fechados nas bobinas auxiliares do ADZ. Com estas informações torna-se fácil a localização dos comutadores em relação aos "taps", na obtenção fator de saída.

Pôde-se observar que a utilização do ADZ controlado automaticamente propicia:

- Melhoria da distribuição de potências ativa e reativa, ou ambas, em uma simulação de um sistema elétrico;

- Redução do desequilíbrio apresentado entre as fases de um sistema elétrico polifásico, através da medição dos níveis de tensão na entrada do ADZ, e escolha automática dos "taps" adequados, de forma a obter, na saída do mesmo, níveis de tensão predefinidos.

O ADZ - SWT, poderá ser complementado com um programa de fluxo de carga, obtendo-se assim uma realimentação das condições de um sistema operando em tempo real.

Para uma melhor confiabilidade do sistema e para que se alcance uma adequada estratégia de controle, poderão ser implementados, como chaves eletrônicas, tiristores operando ligados em anti-paralelo. Estes elementos seriam os responsáveis pela comutação de "taps". Para isto, devem ser tomados cuidados, principalmente no que tange à análise de custos e à poluição do sistema elétrico com componentes harmônicas.

- [9] - ARRILAGA, J. and DUKE, R. M. A Static Alternative to the Transformer On-load Tap-changer, IEEE Transactions, Vol. PAS-99, N° 1 Jan/Feb. 1980, pp. 73-78
- [10] - A. MARET Partition of Power Between two Sides of a Closed Ring System by Means of Quadrature Regulating Transformers, Brown Boveri, Rev. 1938 25 (3) 43-49
- [11] - BENGIIMIN, M. N. Reuglating Transformer Model for Use in Load Flow - Analysis, IEEE PAS-104, N° 5 pp. 1102/1108 - 1985
- [12] - HAND, Z. X. Phase Shifting and Power Flow Control, IEEE PAS-101, N° 10 pp. 2790/3795 - 1982



EFEI

ANEXO I - MATRIZ DAS TENSÕES

ANEXO I**MATRIZ DAS TENSÕES
DE SAÍDA DO ADZ**

ANEXO I - MATRIZ DAS TENSÕES DE SAÍDA DO "ADZ"

EFEI
Escola Federal de Engenharia de Itajubá
Dissertação de Mestrado
José Carlos Grilo Rodrigues

ORIENTADOR: Prof. Dr. José Policarpo Gonçalves de Abreu
CO-ORIENTADOR: Prof. Valberto Ferreira da Silva, MSc

K1	K2	T1	T2	a	jb	módulo	ângulo
-1.0000	-1.0000	0.1000	0.1000	1.0100	0.0000	1.0100	0.0000
-1.0000	-1.0000	0.1000	0.2000	1.0150	-0.0087	1.0150	-0.4888
-1.0000	-1.0000	0.1000	0.3000	1.0200	-0.0173	1.0201	-0.9728
-1.0000	-1.0000	0.1000	0.4000	1.0250	-0.0260	1.0253	-1.4519
-1.0000	-1.0000	0.1000	0.5000	1.0300	-0.0346	1.0306	-1.9262
-1.0000	-1.0000	0.1000	0.6000	1.0350	-0.0433	1.0359	-2.3956
-1.0000	-1.0000	0.1000	0.7000	1.0400	-0.0520	1.0413	-2.8602
-1.0000	-1.0000	0.1000	0.8000	1.0450	-0.0606	1.0468	-3.3200
-1.0000	-1.0000	0.1000	0.9000	1.0500	-0.0693	1.0523	-3.7750
-1.0000	-1.0000	0.1000	1.0000	1.0550	-0.0779	1.0579	-4.2252
-1.0000	-1.0000	0.2000	0.1000	1.0150	0.0087	1.0150	0.4888
-1.0000	-1.0000	0.2000	0.2000	1.0200	0.0000	1.0200	0.0000
-1.0000	-1.0000	0.2000	0.3000	1.0250	-0.0087	1.0250	-0.4841
-1.0000	-1.0000	0.2000	0.4000	1.0300	-0.0173	1.0301	-0.9634
-1.0000	-1.0000	0.2000	0.5000	1.0350	-0.0260	1.0353	-1.4379
-1.0000	-1.0000	0.2000	0.6000	1.0400	-0.0346	1.0406	-1.9077
-1.0000	-1.0000	0.2000	0.7000	1.0450	-0.0433	1.0459	-2.3727
-1.0000	-1.0000	0.2000	0.8000	1.0500	-0.0520	1.0513	-2.8330
-1.0000	-1.0000	0.2000	0.9000	1.0550	-0.0606	1.0567	-3.2886
-1.0000	-1.0000	0.2000	1.0000	1.0600	-0.0693	1.0623	-3.7394
-1.0000	-1.0000	0.3000	0.1000	1.0200	0.0173	1.0201	0.9728
-1.0000	-1.0000	0.3000	0.2000	1.0250	0.0087	1.0250	0.4841
-1.0000	-1.0000	0.3000	0.3000	1.0300	0.0000	1.0300	0.0000
-1.0000	-1.0000	0.3000	0.4000	1.0350	-0.0087	1.0350	-0.4794
-1.0000	-1.0000	0.3000	0.5000	1.0400	-0.0173	1.0401	-0.9541
-1.0000	-1.0000	0.3000	0.6000	1.0450	-0.0260	1.0453	-1.4242
-1.0000	-1.0000	0.3000	0.7000	1.0500	-0.0346	1.0506	-1.8895
-1.0000	-1.0000	0.3000	0.8000	1.0550	-0.0433	1.0559	-2.3503
-1.0000	-1.0000	0.3000	0.9000	1.0600	-0.0520	1.0613	-2.8063
-1.0000	-1.0000	0.3000	1.0000	1.0650	-0.0606	1.0667	-3.2578
-1.0000	-1.0000	0.4000	0.1000	1.0250	0.0260	1.0253	1.4519
-1.0000	-1.0000	0.4000	0.2000	1.0300	0.0173	1.0301	0.9634
-1.0000	-1.0000	0.4000	0.3000	1.0350	0.0087	1.0350	0.4794
-1.0000	-1.0000	0.4000	0.4000	1.0400	0.0000	1.0400	0.0000
-1.0000	-1.0000	0.4000	0.5000	1.0450	-0.0087	1.0450	-0.4748
-1.0000	-1.0000	0.4000	0.6000	1.0500	-0.0173	1.0501	-0.9450
-1.0000	-1.0000	0.4000	0.7000	1.0550	-0.0260	1.0553	-1.4107
-1.0000	-1.0000	0.4000	0.8000	1.0600	-0.0346	1.0606	-1.8717
-1.0000	-1.0000	0.4000	0.9000	1.0650	-0.0433	1.0659	-2.3282
-1.0000	-1.0000	0.4000	1.0000	1.0700	-0.0520	1.0713	-2.7801

K1	K2	T1	T2	a	jb	módulo	ângulo
-1.0000	-1.0000	0.5000	0.1000	1.0300	0.0346	1.0306	1.9262
-1.0000	-1.0000	0.5000	0.2000	1.0350	0.0260	1.0353	1.4379
-1.0000	-1.0000	0.5000	0.3000	1.0400	0.0173	1.0401	0.9541
-1.0000	-1.0000	0.5000	0.4000	1.0450	0.0087	1.0450	0.4748
-1.0000	-1.0000	0.5000	0.5000	1.0500	0.0000	1.0500	0.0000
-1.0000	-1.0000	0.5000	0.6000	1.0550	-0.0087	1.0550	-0.4703
-1.0000	-1.0000	0.5000	0.7000	1.0600	-0.0173	1.0601	-0.9361
-1.0000	-1.0000	0.5000	0.8000	1.0650	-0.0260	1.0653	-1.3974
-1.0000	-1.0000	0.5000	0.9000	1.0700	-0.0346	1.0706	-1.8542
-1.0000	-1.0000	0.5000	1.0000	1.0750	-0.0433	1.0759	-2.3066
-1.0000	-1.0000	0.6000	0.1000	1.0350	0.0433	1.0359	2.3956
-1.0000	-1.0000	0.6000	0.2000	1.0400	0.0346	1.0406	1.9077
-1.0000	-1.0000	0.6000	0.3000	1.0450	0.0260	1.0453	1.4242
-1.0000	-1.0000	0.6000	0.4000	1.0500	0.0173	1.0501	0.9450
-1.0000	-1.0000	0.6000	0.5000	1.0550	0.0087	1.0550	0.4703
-1.0000	-1.0000	0.6000	0.6000	1.0600	0.0000	1.0600	0.0000
-1.0000	-1.0000	0.6000	0.7000	1.0650	-0.0087	1.0650	-0.4659
-1.0000	-1.0000	0.6000	0.8000	1.0700	-0.0173	1.0701	-0.9274
-1.0000	-1.0000	0.6000	0.9000	1.0750	-0.0260	1.0753	-1.3844
-1.0000	-1.0000	0.6000	1.0000	1.0800	-0.0346	1.0806	-1.8371
-1.0000	-1.0000	0.7000	0.1000	1.0400	0.0520	1.0413	2.8602
-1.0000	-1.0000	0.7000	0.2000	1.0450	0.0433	1.0459	2.3727
-1.0000	-1.0000	0.7000	0.3000	1.0500	0.0346	1.0506	1.8895
-1.0000	-1.0000	0.7000	0.4000	1.0550	0.0260	1.0553	1.4107
-1.0000	-1.0000	0.7000	0.5000	1.0600	0.0173	1.0601	0.9361
-1.0000	-1.0000	0.7000	0.6000	1.0650	0.0087	1.0650	0.4659
-1.0000	-1.0000	0.7000	0.7000	1.0700	0.0000	1.0700	0.0000
-1.0000	-1.0000	0.7000	0.8000	1.0750	-0.0087	1.0750	-0.4616
-1.0000	-1.0000	0.7000	0.9000	1.0800	-0.0173	1.0801	-0.9188
-1.0000	-1.0000	0.7000	1.0000	1.0850	-0.0260	1.0853	-1.3717
-1.0000	-1.0000	0.8000	0.1000	1.0450	0.0606	1.0468	3.3200
-1.0000	-1.0000	0.8000	0.2000	1.0500	0.0520	1.0513	2.8330
-1.0000	-1.0000	0.8000	0.3000	1.0550	0.0433	1.0559	2.3503
-1.0000	-1.0000	0.8000	0.4000	1.0600	0.0346	1.0606	1.8717
-1.0000	-1.0000	0.8000	0.5000	1.0650	0.0260	1.0653	1.3974
-1.0000	-1.0000	0.8000	0.6000	1.0700	0.0173	1.0701	0.9274
-1.0000	-1.0000	0.8000	0.7000	1.0750	0.0087	1.0750	0.4616
-1.0000	-1.0000	0.8000	0.8000	1.0800	0.0000	1.0800	0.0000
-1.0000	-1.0000	0.8000	0.9000	1.0850	-0.0087	1.0850	-0.4573
-1.0000	-1.0000	0.8000	1.0000	1.0900	-0.0173	1.0901	-0.9103

K1	K2	T1	T2	a	jb	módulo	ângulo
-1.0000	-1.0000	0.9000	0.1000	1.0500	0.0693	1.0523	3.7750
-1.0000	-1.0000	0.9000	0.2000	1.0550	0.0606	1.0567	3.2886
-1.0000	-1.0000	0.9000	0.3000	1.0600	0.0520	1.0613	2.8063
-1.0000	-1.0000	0.9000	0.4000	1.0650	0.0433	1.0659	2.3282
-1.0000	-1.0000	0.9000	0.5000	1.0700	0.0346	1.0706	1.8542
-1.0000	-1.0000	0.9000	0.6000	1.0750	0.0260	1.0753	1.3844
-1.0000	-1.0000	0.9000	0.7000	1.0800	0.0173	1.0801	0.9188
-1.0000	-1.0000	0.9000	0.8000	1.0850	0.0087	1.0850	0.4573
-1.0000	-1.0000	0.9000	0.9000	1.0900	0.0000	1.0900	0.0000
-1.0000	-1.0000	0.9000	1.0000	1.0950	-0.0087	1.0950	-0.4531
-1.0000	-1.0000	1.0000	0.1000	1.0550	0.0779	1.0579	4.2252
-1.0000	-1.0000	1.0000	0.2000	1.0600	0.0693	1.0623	3.7394
-1.0000	-1.0000	1.0000	0.3000	1.0650	0.0606	1.0667	3.2578
-1.0000	-1.0000	1.0000	0.4000	1.0700	0.0520	1.0713	2.7801
-1.0000	-1.0000	1.0000	0.5000	1.0750	0.0433	1.0759	2.3066
-1.0000	-1.0000	1.0000	0.6000	1.0800	0.0346	1.0806	1.8371
-1.0000	-1.0000	1.0000	0.7000	1.0850	0.0260	1.0853	1.3717
-1.0000	-1.0000	1.0000	0.8000	1.0900	0.0173	1.0901	0.9103
-1.0000	-1.0000	1.0000	0.9000	1.0950	0.0087	1.0950	0.4531
-1.0000	-1.0000	1.0000	1.0000	1.1000	0.0000	1.1000	0.0000
-1.0000	1.0000	0.1000	0.1000	1.0000	0.0173	1.0001	0.9923
-1.0000	1.0000	0.1000	0.2000	0.9950	0.0260	0.9953	1.4957
-1.0000	1.0000	0.1000	0.3000	0.9900	0.0346	0.9906	2.0040
-1.0000	1.0000	0.1000	0.4000	0.9850	0.0433	0.9860	2.5171
-1.0000	1.0000	0.1000	0.5000	0.9800	0.0520	0.9814	3.0350
-1.0000	1.0000	0.1000	0.6000	0.9750	0.0606	0.9769	3.5577
-1.0000	1.0000	0.1000	0.7000	0.9700	0.0693	0.9725	4.0853
-1.0000	1.0000	0.1000	0.8000	0.9650	0.0779	0.9681	4.6176
-1.0000	1.0000	0.1000	0.9000	0.9600	0.0866	0.9639	5.1546
-1.0000	1.0000	0.1000	1.0000	0.9550	0.0953	0.9597	5.6963
-1.0000	1.0000	0.2000	0.1000	1.0050	0.0260	1.0053	1.4808
-1.0000	1.0000	0.2000	0.2000	1.0000	0.0346	1.0006	1.9839
-1.0000	1.0000	0.2000	0.3000	0.9950	0.0433	0.9959	2.4918
-1.0000	1.0000	0.2000	0.4000	0.9900	0.0520	0.9914	3.0044
-1.0000	1.0000	0.2000	0.5000	0.9850	0.0606	0.9869	3.5217
-1.0000	1.0000	0.2000	0.6000	0.9800	0.0693	0.9824	4.0437
-1.0000	1.0000	0.2000	0.7000	0.9750	0.0779	0.9781	4.5704
-1.0000	1.0000	0.2000	0.8000	0.9700	0.0866	0.9739	5.1017
-1.0000	1.0000	0.2000	0.9000	0.9650	0.0953	0.9697	5.6377
-1.0000	1.0000	0.2000	1.0000	0.9600	0.1039	0.9656	6.1782



K1	K2	T1	T2	a	jb	módulo	ângulo
-1.0000	1.0000	0.3000	0.1000	1.0100	0.0346	1.0106	1.9643
-1.0000	1.0000	0.3000	0.2000	1.0050	0.0433	1.0059	2.4670
-1.0000	1.0000	0.3000	0.3000	1.0000	0.0520	1.0013	2.9744
-1.0000	1.0000	0.3000	0.4000	0.9950	0.0606	0.9968	3.4864
-1.0000	1.0000	0.3000	0.5000	0.9900	0.0693	0.9924	4.0030
-1.0000	1.0000	0.3000	0.6000	0.9850	0.0779	0.9881	4.5242
-1.0000	1.0000	0.3000	0.7000	0.9800	0.0866	0.9838	5.0500
-1.0000	1.0000	0.3000	0.8000	0.9750	0.0953	0.9796	5.5802
-1.0000	1.0000	0.3000	0.9000	0.9700	0.1039	0.9756	6.1150
-1.0000	1.0000	0.3000	1.0000	0.9650	0.1126	0.9715	6.6542
-1.0000	1.0000	0.4000	0.1000	1.0150	0.0433	1.0159	2.4428
-1.0000	1.0000	0.4000	0.2000	1.0100	0.0520	1.0113	2.9450
-1.0000	1.0000	0.4000	0.3000	1.0050	0.0606	1.0068	3.4518
-1.0000	1.0000	0.4000	0.4000	1.0000	0.0693	1.0024	3.9631
-1.0000	1.0000	0.4000	0.5000	0.9950	0.0779	0.9980	4.4789
-1.0000	1.0000	0.4000	0.6000	0.9900	0.0866	0.9938	4.9992
-1.0000	1.0000	0.4000	0.7000	0.9850	0.0953	0.9896	5.5239
-1.0000	1.0000	0.4000	0.8000	0.9800	0.1039	0.9855	6.0531
-1.0000	1.0000	0.4000	0.9000	0.9750	0.1126	0.9815	6.5866
-1.0000	1.0000	0.4000	1.0000	0.9700	0.1212	0.9775	7.1244
-1.0000	1.0000	0.5000	0.1000	1.0200	0.0520	1.0213	2.9162
-1.0000	1.0000	0.5000	0.2000	1.0150	0.0606	1.0168	3.4179
-1.0000	1.0000	0.5000	0.3000	1.0100	0.0693	1.0124	3.9240
-1.0000	1.0000	0.5000	0.4000	1.0050	0.0779	1.0080	4.4345
-1.0000	1.0000	0.5000	0.5000	1.0000	0.0866	1.0037	4.9495
-1.0000	1.0000	0.5000	0.6000	0.9950	0.0953	0.9995	5.4688
-1.0000	1.0000	0.5000	0.7000	0.9900	0.1039	0.9954	5.9924
-1.0000	1.0000	0.5000	0.8000	0.9850	0.1126	0.9914	6.5203
-1.0000	1.0000	0.5000	0.9000	0.9800	0.1212	0.9875	7.0525
-1.0000	1.0000	0.5000	1.0000	0.9750	0.1299	0.9836	7.5889
-1.0000	1.0000	0.6000	0.1000	1.0250	0.0606	1.0268	3.3846
-1.0000	1.0000	0.6000	0.2000	1.0200	0.0693	1.0224	3.8857
-1.0000	1.0000	0.6000	0.3000	1.0150	0.0779	1.0180	4.3910
-1.0000	1.0000	0.6000	0.4000	1.0100	0.0866	1.0137	4.9007
-1.0000	1.0000	0.6000	0.5000	1.0050	0.0953	1.0095	5.4147
-1.0000	1.0000	0.6000	0.6000	1.0000	0.1039	1.0054	5.9329
-1.0000	1.0000	0.6000	0.7000	0.9950	0.1126	1.0013	6.4553
-1.0000	1.0000	0.6000	0.8000	0.9900	0.1212	0.9974	6.9819
-1.0000	1.0000	0.6000	0.9000	0.9850	0.1299	0.9935	7.5127
-1.0000	1.0000	0.6000	1.0000	0.9800	0.1386	0.9897	8.0476

K1	K2	T1	T2	a	jb	módulo	ângulo
-1.0000	1.0000	0.7000	0.1000	1.0300	0.0693	1.0323	3.8480
-1.0000	1.0000	0.7000	0.2000	1.0250	0.0779	1.0280	4.3483
-1.0000	1.0000	0.7000	0.3000	1.0200	0.0866	1.0237	4.8529
-1.0000	1.0000	0.7000	0.4000	1.0150	0.0953	1.0195	5.3616
-1.0000	1.0000	0.7000	0.5000	1.0100	0.1039	1.0153	5.8746
-1.0000	1.0000	0.7000	0.6000	1.0050	0.1126	1.0113	6.3916
-1.0000	1.0000	0.7000	0.7000	1.0000	0.1212	1.0073	6.9128
-1.0000	1.0000	0.7000	0.8000	0.9950	0.1299	1.0034	7.4381
-1.0000	1.0000	0.7000	0.9000	0.9900	0.1386	0.9996	7.9673
-1.0000	1.0000	0.7000	1.0000	0.9850	0.1472	0.9959	8.5006
-1.0000	1.0000	0.8000	0.1000	1.0350	0.0779	1.0379	4.3065
-1.0000	1.0000	0.8000	0.2000	1.0300	0.0866	1.0336	4.8060
-1.0000	1.0000	0.8000	0.3000	1.0250	0.0953	1.0294	5.3096
-1.0000	1.0000	0.8000	0.4000	1.0200	0.1039	1.0253	5.8174
-1.0000	1.0000	0.8000	0.5000	1.0150	0.1126	1.0212	6.3292
-1.0000	1.0000	0.8000	0.6000	1.0100	0.1212	1.0173	6.8450
-1.0000	1.0000	0.8000	0.7000	1.0050	0.1299	1.0134	7.3649
-1.0000	1.0000	0.8000	0.8000	1.0000	0.1386	1.0096	7.8887
-1.0000	1.0000	0.8000	0.9000	0.9950	0.1472	1.0058	8.4164
-1.0000	1.0000	0.8000	1.0000	0.9900	0.1559	1.0022	8.9480
-1.0000	1.0000	0.9000	0.1000	1.0400	0.0866	1.0436	4.7600
-1.0000	1.0000	0.9000	0.2000	1.0350	0.0953	1.0394	5.2586
-1.0000	1.0000	0.9000	0.3000	1.0300	0.1039	1.0352	5.7613
-1.0000	1.0000	0.9000	0.4000	1.0250	0.1126	1.0312	6.2679
-1.0000	1.0000	0.9000	0.5000	1.0200	0.1212	1.0272	6.7785
-1.0000	1.0000	0.9000	0.6000	1.0150	0.1299	1.0233	7.2931
-1.0000	1.0000	0.9000	0.7000	1.0100	0.1386	1.0195	7.8115
-1.0000	1.0000	0.9000	0.8000	1.0050	0.1472	1.0157	8.3338
-1.0000	1.0000	0.9000	0.9000	1.0000	0.1559	1.0121	8.8600
-1.0000	1.0000	0.9000	1.0000	0.9950	0.1645	1.0085	9.3898
-1.0000	1.0000	1.0000	0.1000	1.0450	0.0953	1.0493	5.2086
-1.0000	1.0000	1.0000	0.2000	1.0400	0.1039	1.0452	5.7062
-1.0000	1.0000	1.0000	0.3000	1.0350	0.1126	1.0411	6.2078
-1.0000	1.0000	1.0000	0.4000	1.0300	0.1212	1.0371	6.7133
-1.0000	1.0000	1.0000	0.5000	1.0250	0.1299	1.0332	7.2227
-1.0000	1.0000	1.0000	0.6000	1.0200	0.1386	1.0294	7.7359
-1.0000	1.0000	1.0000	0.7000	1.0150	0.1472	1.0256	8.2529
-1.0000	1.0000	1.0000	0.8000	1.0100	0.1559	1.0220	8.7736
-1.0000	1.0000	1.0000	0.9000	1.0050	0.1645	1.0184	9.2981
-1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.1732	1.0149	9.8261

K1	K2	T1	T2	a	jb	módulo	ângulo
1.0000	-1.0000	0.1000	0.1000	1.0000	-0.0173	1.0001	-0.9923
1.0000	-1.0000	0.1000	0.2000	1.0050	-0.0260	1.0053	-1.4808
1.0000	-1.0000	0.1000	0.3000	1.0100	-0.0346	1.0106	-1.9643
1.0000	-1.0000	0.1000	0.4000	1.0150	-0.0433	1.0159	-2.4428
1.0000	-1.0000	0.1000	0.5000	1.0200	-0.0520	1.0213	-2.9162
1.0000	-1.0000	0.1000	0.6000	1.0250	-0.0606	1.0268	-3.3846
1.0000	-1.0000	0.1000	0.7000	1.0300	-0.0693	1.0323	-3.8480
1.0000	-1.0000	0.1000	0.8000	1.0350	-0.0779	1.0379	-4.3065
1.0000	-1.0000	0.1000	0.9000	1.0400	-0.0866	1.0436	-4.7600
1.0000	-1.0000	0.1000	1.0000	1.0450	-0.0953	1.0493	-5.2086
1.0000	-1.0000	0.2000	0.1000	0.9950	-0.0260	0.9953	-1.4957
1.0000	-1.0000	0.2000	0.2000	1.0000	-0.0346	1.0006	-1.9839
1.0000	-1.0000	0.2000	0.3000	1.0050	-0.0433	1.0059	-2.4670
1.0000	-1.0000	0.2000	0.4000	1.0100	-0.0520	1.0113	-2.9450
1.0000	-1.0000	0.2000	0.5000	1.0150	-0.0606	1.0168	-3.4179
1.0000	-1.0000	0.2000	0.6000	1.0200	-0.0693	1.0224	-3.8857
1.0000	-1.0000	0.2000	0.7000	1.0250	-0.0779	1.0280	-4.3483
1.0000	-1.0000	0.2000	0.8000	1.0300	-0.0866	1.0336	-4.8060
1.0000	-1.0000	0.2000	0.9000	1.0350	-0.0953	1.0394	-5.2586
1.0000	-1.0000	0.2000	1.0000	1.0400	-0.1039	1.0452	-5.7062
1.0000	-1.0000	0.3000	0.1000	0.9900	-0.0346	0.9906	-2.0040
1.0000	-1.0000	0.3000	0.2000	0.9950	-0.0433	0.9959	-2.4918
1.0000	-1.0000	0.3000	0.3000	1.0000	-0.0520	1.0013	-2.9744
1.0000	-1.0000	0.3000	0.4000	1.0050	-0.0606	1.0068	-3.4518
1.0000	-1.0000	0.3000	0.5000	1.0100	-0.0693	1.0124	-3.9240
1.0000	-1.0000	0.3000	0.6000	1.0150	-0.0779	1.0180	-4.3910
1.0000	-1.0000	0.3000	0.7000	1.0200	-0.0866	1.0237	-4.8529
1.0000	-1.0000	0.3000	0.8000	1.0250	-0.0953	1.0294	-5.3096
1.0000	-1.0000	0.3000	0.9000	1.0300	-0.1039	1.0352	-5.7613
1.0000	-1.0000	0.3000	1.0000	1.0350	-0.1126	1.0411	-6.2078
1.0000	-1.0000	0.4000	0.1000	0.9850	-0.0433	0.9860	-2.5171
1.0000	-1.0000	0.4000	0.2000	0.9900	-0.0520	0.9914	-3.0044
1.0000	-1.0000	0.4000	0.3000	0.9950	-0.0606	0.9968	-3.4864
1.0000	-1.0000	0.4000	0.4000	1.0000	-0.0693	1.0024	-3.9631
1.0000	-1.0000	0.4000	0.5000	1.0050	-0.0779	1.0080	-4.4345
1.0000	-1.0000	0.4000	0.6000	1.0100	-0.0866	1.0137	-4.9007
1.0000	-1.0000	0.4000	0.7000	1.0150	-0.0953	1.0195	-5.3616
1.0000	-1.0000	0.4000	0.8000	1.0200	-0.1039	1.0253	-5.8174
1.0000	-1.0000	0.4000	0.9000	1.0250	-0.1126	1.0312	-6.2679
1.0000	-1.0000	0.4000	1.0000	1.0300	-0.1212	1.0371	-6.7133

K1	K2	T1	T2	a	jb	módulo	ângulo
1.0000	-1.0000	0.5000	0.1000	0.9800	-0.0520	0.9814	-3.0350
1.0000	-1.0000	0.5000	0.2000	0.9850	-0.0606	0.9869	-3.5217
1.0000	-1.0000	0.5000	0.3000	0.9900	-0.0693	0.9924	-4.0030
1.0000	-1.0000	0.5000	0.4000	0.9950	-0.0779	0.9980	-4.4789
1.0000	-1.0000	0.5000	0.5000	1.0000	-0.0866	1.0037	-4.9495
1.0000	-1.0000	0.5000	0.6000	1.0050	-0.0953	1.0095	-5.4147
1.0000	-1.0000	0.5000	0.7000	1.0100	-0.1039	1.0153	-5.8746
1.0000	-1.0000	0.5000	0.8000	1.0150	-0.1126	1.0212	-6.3292
1.0000	-1.0000	0.5000	0.9000	1.0200	-0.1212	1.0272	-6.7785
1.0000	-1.0000	0.5000	1.0000	1.0250	-0.1299	1.0332	-7.2227
1.0000	-1.0000	0.6000	0.1000	0.9750	-0.0606	0.9769	-3.5577
1.0000	-1.0000	0.6000	0.2000	0.9800	-0.0693	0.9824	-4.0437
1.0000	-1.0000	0.6000	0.3000	0.9850	-0.0779	0.9881	-4.5242
1.0000	-1.0000	0.6000	0.4000	0.9900	-0.0866	0.9938	-4.9992
1.0000	-1.0000	0.6000	0.5000	0.9950	-0.0953	0.9995	-5.4688
1.0000	-1.0000	0.6000	0.6000	1.0000	-0.1039	1.0054	-5.9329
1.0000	-1.0000	0.6000	0.7000	1.0050	-0.1126	1.0113	-6.3916
1.0000	-1.0000	0.6000	0.8000	1.0100	-0.1212	1.0173	-6.8450
1.0000	-1.0000	0.6000	0.9000	1.0150	-0.1299	1.0233	-7.2931
1.0000	-1.0000	0.6000	1.0000	1.0200	-0.1386	1.0294	-7.7359
1.0000	-1.0000	0.7000	0.1000	0.9700	-0.0693	0.9725	-4.0853
1.0000	-1.0000	0.7000	0.2000	0.9750	-0.0779	0.9781	-4.5704
1.0000	-1.0000	0.7000	0.3000	0.9800	-0.0866	0.9838	-5.0500
1.0000	-1.0000	0.7000	0.4000	0.9850	-0.0953	0.9896	-5.5239
1.0000	-1.0000	0.7000	0.5000	0.9900	-0.1039	0.9954	-5.9924
1.0000	-1.0000	0.7000	0.6000	0.9950	-0.1126	1.0013	-6.4553
1.0000	-1.0000	0.7000	0.7000	1.0000	-0.1212	1.0073	-6.9128
1.0000	-1.0000	0.7000	0.8000	1.0050	-0.1299	1.0134	-7.3649
1.0000	-1.0000	0.7000	0.9000	1.0100	-0.1386	1.0195	-7.8115
1.0000	-1.0000	0.7000	1.0000	1.0150	-0.1472	1.0256	-8.2529
1.0000	-1.0000	0.8000	0.1000	0.9650	-0.0779	0.9681	-4.6176
1.0000	-1.0000	0.8000	0.2000	0.9700	-0.0866	0.9739	-5.1017
1.0000	-1.0000	0.8000	0.3000	0.9750	-0.0953	0.9796	-5.5802
1.0000	-1.0000	0.8000	0.4000	0.9800	-0.1039	0.9855	-6.0531
1.0000	-1.0000	0.8000	0.5000	0.9850	-0.1126	0.9914	-6.5203
1.0000	-1.0000	0.8000	0.6000	0.9900	-0.1212	0.9974	-6.9819
1.0000	-1.0000	0.8000	0.7000	0.9950	-0.1299	1.0034	-7.4381
1.0000	-1.0000	0.8000	0.8000	1.0000	-0.1386	1.0096	-7.8887
1.0000	-1.0000	0.8000	0.9000	1.0050	-0.1472	1.0157	-8.3338
1.0000	-1.0000	0.8000	1.0000	1.0100	-0.1559	1.0220	-8.7736

K1	K2	T1	T2	a	jb	módulo	ângulo
1.0000	-1.0000	0.9000	0.1000	0.9600	-0.0866	0.9639	-5.1546
1.0000	-1.0000	0.9000	0.2000	0.9650	-0.0953	0.9697	-5.6377
1.0000	-1.0000	0.9000	0.3000	0.9700	-0.1039	0.9756	-6.1150
1.0000	-1.0000	0.9000	0.4000	0.9750	-0.1126	0.9815	-6.5866
1.0000	-1.0000	0.9000	0.5000	0.9800	-0.1212	0.9875	-7.0525
1.0000	-1.0000	0.9000	0.6000	0.9850	-0.1299	0.9935	-7.5127
1.0000	-1.0000	0.9000	0.7000	0.9900	-0.1386	0.9996	-7.9673
1.0000	-1.0000	0.9000	0.8000	0.9950	-0.1472	1.0058	-8.4164
1.0000	-1.0000	0.9000	0.9000	1.0000	-0.1559	1.0121	-8.8600
1.0000	-1.0000	0.9000	1.0000	1.0050	-0.1645	1.0184	-9.2981
1.0000	-1.0000	1.0000	0.1000	0.9550	-0.0953	0.9597	-5.6963
1.0000	-1.0000	1.0000	0.2000	0.9600	-0.1039	0.9656	-6.1782
1.0000	-1.0000	1.0000	0.3000	0.9650	-0.1126	0.9715	-6.6542
1.0000	-1.0000	1.0000	0.4000	0.9700	-0.1212	0.9775	-7.1244
1.0000	-1.0000	1.0000	0.5000	0.9750	-0.1299	0.9836	-7.5889
1.0000	-1.0000	1.0000	0.6000	0.9800	-0.1386	0.9897	-8.0476
1.0000	-1.0000	1.0000	0.7000	0.9850	-0.1472	0.9959	-8.5006
1.0000	-1.0000	1.0000	0.8000	0.9900	-0.1559	1.0022	-8.9480
1.0000	-1.0000	1.0000	0.9000	0.9950	-0.1645	1.0085	-9.3898
1.0000	-1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	-0.1732	1.0149	-9.8261
1.0000	1.0000	0.1000	0.1000	0.9900	0.0000	0.9900	0.0000
1.0000	1.0000	0.1000	0.2000	0.9850	0.0087	0.9850	0.5037
1.0000	1.0000	0.1000	0.3000	0.9800	0.0173	0.9802	1.0125
1.0000	1.0000	0.1000	0.4000	0.9750	0.0260	0.9753	1.5264
1.0000	1.0000	0.1000	0.5000	0.9700	0.0346	0.9706	2.0452
1.0000	1.0000	0.1000	0.6000	0.9650	0.0433	0.9660	2.5692
1.0000	1.0000	0.1000	0.7000	0.9600	0.0520	0.9614	3.0981
1.0000	1.0000	0.1000	0.8000	0.9550	0.0606	0.9569	3.6321
1.0000	1.0000	0.1000	0.9000	0.9500	0.0693	0.9525	4.1710
1.0000	1.0000	0.1000	1.0000	0.9450	0.0779	0.9482	4.7149
1.0000	1.0000	0.2000	0.1000	0.9850	-0.0087	0.9850	-0.5037
1.0000	1.0000	0.2000	0.2000	0.9800	0.0000	0.9800	0.0000
1.0000	1.0000	0.2000	0.3000	0.9750	0.0087	0.9750	0.5089
1.0000	1.0000	0.2000	0.4000	0.9700	0.0173	0.9702	1.0229
1.0000	1.0000	0.2000	0.5000	0.9650	0.0260	0.9653	1.5422
1.0000	1.0000	0.2000	0.6000	0.9600	0.0346	0.9606	2.0665
1.0000	1.0000	0.2000	0.7000	0.9550	0.0433	0.9560	2.5960
1.0000	1.0000	0.2000	0.8000	0.9500	0.0520	0.9514	3.1307
1.0000	1.0000	0.2000	0.9000	0.9450	0.0606	0.9469	3.6704
1.0000	1.0000	0.2000	1.0000	0.9400	0.0693	0.9425	4.2152



K1	K2	T1	T2	a	jb	módulo	ângulo
1.0000	1.0000	0.3000	0.1000	0.9800	-0.0173	0.9802	-1.0125
1.0000	1.0000	0.3000	0.2000	0.9750	-0.0087	0.9750	-0.5089
1.0000	1.0000	0.3000	0.3000	0.9700	0.0000	0.9700	0.0000
1.0000	1.0000	0.3000	0.4000	0.9650	0.0087	0.9650	0.5142
1.0000	1.0000	0.3000	0.5000	0.9600	0.0173	0.9602	1.0336
1.0000	1.0000	0.3000	0.6000	0.9550	0.0260	0.9554	1.5583
1.0000	1.0000	0.3000	0.7000	0.9500	0.0346	0.9506	2.0883
1.0000	1.0000	0.3000	0.8000	0.9450	0.0433	0.9460	2.6235
1.0000	1.0000	0.3000	0.9000	0.9400	0.0520	0.9414	3.1639
1.0000	1.0000	0.3000	1.0000	0.9350	0.0606	0.9370	3.7095
1.0000	1.0000	0.4000	0.1000	0.9750	-0.0260	0.9753	-1.5264
1.0000	1.0000	0.4000	0.2000	0.9700	-0.0173	0.9702	-1.0229
1.0000	1.0000	0.4000	0.3000	0.9650	-0.0087	0.9650	-0.5142
1.0000	1.0000	0.4000	0.4000	0.9600	0.0000	0.9600	0.0000
1.0000	1.0000	0.4000	0.5000	0.9550	0.0087	0.9550	0.5195
1.0000	1.0000	0.4000	0.6000	0.9500	0.0173	0.9502	1.0445
1.0000	1.0000	0.4000	0.7000	0.9450	0.0260	0.9454	1.5748
1.0000	1.0000	0.4000	0.8000	0.9400	0.0346	0.9406	2.1105
1.0000	1.0000	0.4000	0.9000	0.9350	0.0433	0.9360	2.6515
1.0000	1.0000	0.4000	1.0000	0.9300	0.0520	0.9315	3.1978
1.0000	1.0000	0.5000	0.1000	0.9700	-0.0346	0.9706	-2.0452
1.0000	1.0000	0.5000	0.2000	0.9650	-0.0260	0.9653	-1.5422
1.0000	1.0000	0.5000	0.3000	0.9600	-0.0173	0.9602	-1.0336
1.0000	1.0000	0.5000	0.4000	0.9550	-0.0087	0.9550	-0.5195
1.0000	1.0000	0.5000	0.5000	0.9500	0.0000	0.9500	0.0000
1.0000	1.0000	0.5000	0.6000	0.9450	0.0087	0.9450	0.5250
1.0000	1.0000	0.5000	0.7000	0.9400	0.0173	0.9402	1.0556
1.0000	1.0000	0.5000	0.8000	0.9350	0.0260	0.9354	1.5916
1.0000	1.0000	0.5000	0.9000	0.9300	0.0346	0.9306	2.1331
1.0000	1.0000	0.5000	1.0000	0.9250	0.0433	0.9260	2.6801
1.0000	1.0000	0.6000	0.1000	0.9650	-0.0433	0.9660	-2.5692
1.0000	1.0000	0.6000	0.2000	0.9600	-0.0346	0.9606	-2.0665
1.0000	1.0000	0.6000	0.3000	0.9550	-0.0260	0.9554	-1.5583
1.0000	1.0000	0.6000	0.4000	0.9500	-0.0173	0.9502	-1.0445
1.0000	1.0000	0.6000	0.5000	0.9450	-0.0087	0.9450	-0.5250
1.0000	1.0000	0.6000	0.6000	0.9400	0.0000	0.9400	0.0000
1.0000	1.0000	0.6000	0.7000	0.9350	0.0087	0.9350	0.5307
1.0000	1.0000	0.6000	0.8000	0.9300	0.0173	0.9302	1.0669
1.0000	1.0000	0.6000	0.9000	0.9250	0.0260	0.9254	1.6088
1.0000	1.0000	0.6000	1.0000	0.9200	0.0346	0.9207	2.1563

K1	K2	T1	T2	a	jb	módulo	ângulo
1.0000	1.0000	0.7000	0.1000	0.9600	-0.0520	0.9614	-3.0981
1.0000	1.0000	0.7000	0.2000	0.9550	-0.0433	0.9560	-2.5960
1.0000	1.0000	0.7000	0.3000	0.9500	-0.0346	0.9506	-2.0883
1.0000	1.0000	0.7000	0.4000	0.9450	-0.0260	0.9454	-1.5748
1.0000	1.0000	0.7000	0.5000	0.9400	-0.0173	0.9402	-1.0556
1.0000	1.0000	0.7000	0.6000	0.9350	-0.0087	0.9350	-0.5307
1.0000	1.0000	0.7000	0.7000	0.9300	0.0000	0.9300	0.0000
1.0000	1.0000	0.7000	0.8000	0.9250	0.0087	0.9250	0.5364
1.0000	1.0000	0.7000	0.9000	0.9200	0.0173	0.9202	1.0785
1.0000	1.0000	0.7000	1.0000	0.9150	0.0260	0.9154	1.6264
1.0000	1.0000	0.8000	0.1000	0.9550	-0.0606	0.9569	-3.6321
1.0000	1.0000	0.8000	0.2000	0.9500	-0.0520	0.9514	-3.1307
1.0000	1.0000	0.8000	0.3000	0.9450	-0.0433	0.9460	-2.6235
1.0000	1.0000	0.8000	0.4000	0.9400	-0.0346	0.9406	-2.1105
1.0000	1.0000	0.8000	0.5000	0.9350	-0.0260	0.9354	-1.5916
1.0000	1.0000	0.8000	0.6000	0.9300	-0.0173	0.9302	-1.0669
1.0000	1.0000	0.8000	0.7000	0.9250	-0.0087	0.9250	-0.5364
1.0000	1.0000	0.8000	0.8000	0.9200	0.0000	0.9200	0.0000
1.0000	1.0000	0.8000	0.9000	0.9150	0.0087	0.9150	0.5423
1.0000	1.0000	0.8000	1.0000	0.9100	0.0173	0.9102	1.0904
1.0000	1.0000	0.9000	0.1000	0.9500	-0.0693	0.9525	-4.1710
1.0000	1.0000	0.9000	0.2000	0.9450	-0.0606	0.9469	-3.6704
1.0000	1.0000	0.9000	0.3000	0.9400	-0.0520	0.9414	-3.1639
1.0000	1.0000	0.9000	0.4000	0.9350	-0.0433	0.9360	-2.6515
1.0000	1.0000	0.9000	0.5000	0.9300	-0.0346	0.9306	-2.1331
1.0000	1.0000	0.9000	0.6000	0.9250	-0.0260	0.9254	-1.6088
1.0000	1.0000	0.9000	0.7000	0.9200	-0.0173	0.9202	-1.0785
1.0000	1.0000	0.9000	0.8000	0.9150	-0.0087	0.9150	-0.5423
1.0000	1.0000	0.9000	0.9000	0.9100	0.0000	0.9100	0.0000
1.0000	1.0000	0.9000	1.0000	0.9050	0.0087	0.9050	0.5483
1.0000	1.0000	1.0000	0.1000	0.9450	-0.0779	0.9482	-4.7149
1.0000	1.0000	1.0000	0.2000	0.9400	-0.0693	0.9425	-4.2152
1.0000	1.0000	1.0000	0.3000	0.9350	-0.0606	0.9370	-3.7095
1.0000	1.0000	1.0000	0.4000	0.9300	-0.0520	0.9315	-3.1978
1.0000	1.0000	1.0000	0.5000	0.9250	-0.0433	0.9260	-2.6801
1.0000	1.0000	1.0000	0.6000	0.9200	-0.0346	0.9207	-2.1563
1.0000	1.0000	1.0000	0.7000	0.9150	-0.0260	0.9154	-1.6264
1.0000	1.0000	1.0000	0.8000	0.9100	-0.0173	0.9102	-1.0904
1.0000	1.0000	1.0000	0.9000	0.9050	-0.0087	0.9050	-0.5483
1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9000	0.0000	0.9000	0.0000

K1	K2	T1	T2	a	jb	módulo	ângulo
1.0000	0.0000	0.1000	0.0000	1.0050	0.0087	1.0050	0.4937
1.0000	0.0000	0.2000	0.0000	1.0100	0.0173	1.0101	0.9824
1.0000	0.0000	0.3000	0.0000	1.0150	0.0260	1.0153	1.4662
1.0000	0.0000	0.4000	0.0000	1.0200	0.0346	1.0206	1.9451
1.0000	0.0000	0.5000	0.0000	1.0250	0.0433	1.0259	2.4190
1.0000	0.0000	0.6000	0.0000	1.0300	0.0520	1.0313	2.8879
1.0000	0.0000	0.7000	0.0000	1.0350	0.0606	1.0368	3.3520
1.0000	0.0000	0.8000	0.0000	1.0400	0.0693	1.0423	3.8111
1.0000	0.0000	0.9000	0.0000	1.0450	0.0779	1.0479	4.2654
1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	1.0500	0.0866	1.0536	4.7149
1.0000	0.0000	0.1000	0.0000	0.9950	-0.0087	0.9950	-0.4987
1.0000	0.0000	0.2000	0.0000	0.9900	-0.0173	0.9902	-1.0023
1.0000	0.0000	0.3000	0.0000	0.9850	-0.0260	0.9853	-1.5109
1.0000	0.0000	0.4000	0.0000	0.9800	-0.0346	0.9806	-2.0244
1.0000	0.0000	0.5000	0.0000	0.9750	-0.0433	0.9760	-2.5428
1.0000	0.0000	0.6000	0.0000	0.9700	-0.0520	0.9714	-3.0662
1.0000	0.0000	0.7000	0.0000	0.9650	-0.0606	0.9669	-3.5945
1.0000	0.0000	0.8000	0.0000	0.9600	-0.0693	0.9625	-4.1277
1.0000	0.0000	0.9000	0.0000	0.9550	-0.0779	0.9582	-4.6657
1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.9500	-0.0866	0.9539	-5.2086
0.0000	-1.0000	0.0000	0.1000	1.0050	-0.0087	1.0050	-0.4937
0.0000	-1.0000	0.0000	0.2000	1.0100	-0.0173	1.0101	-0.9824
0.0000	-1.0000	0.0000	0.3000	1.0150	-0.0260	1.0153	-1.4662
0.0000	-1.0000	0.0000	0.4000	1.0200	-0.0346	1.0206	-1.9451
0.0000	-1.0000	0.0000	0.5000	1.0250	-0.0433	1.0259	-2.4190
0.0000	-1.0000	0.0000	0.6000	1.0300	-0.0520	1.0313	-2.8879
0.0000	-1.0000	0.0000	0.7000	1.0350	-0.0606	1.0368	-3.3520
0.0000	-1.0000	0.0000	0.8000	1.0400	-0.0693	1.0423	-3.8111
0.0000	-1.0000	0.0000	0.9000	1.0450	-0.0779	1.0479	-4.2654
0.0000	-1.0000	0.0000	1.0000	1.0500	-0.0866	1.0536	-4.7149
0.0000	1.0000	0.0000	0.1000	0.9950	0.0087	0.9950	0.4987
0.0000	1.0000	0.0000	0.2000	0.9900	0.0173	0.9902	1.0023
0.0000	1.0000	0.0000	0.3000	0.9850	0.0260	0.9853	1.5109
0.0000	1.0000	0.0000	0.4000	0.9800	0.0346	0.9806	2.0244
0.0000	1.0000	0.0000	0.5000	0.9750	0.0433	0.9760	2.5428
0.0000	1.0000	0.0000	0.6000	0.9700	0.0520	0.9714	3.0662
0.0000	1.0000	0.0000	0.7000	0.9650	0.0606	0.9669	3.5945
0.0000	1.0000	0.0000	0.8000	0.9600	0.0693	0.9625	4.1277
0.0000	1.0000	0.0000	0.9000	0.9550	0.0779	0.9582	4.6657
0.0000	1.0000	0.0000	1.0000	0.9500	0.0866	0.9539	5.2086
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000

PROGRAMA DE

Programa de

USLS

TYPE

VAR

Arrivo -

1991 -

PROCEDURA

1991 -

1991 -

1991 -

1991 -

1991 -

1991 -

1991 -

1991 -

1991 -

ANEXO II

**LISTAGEM DO
PROGRAMA PRINCIPAL**

ANEXO II - LISTAGEM DO PROGRAMA PRINCIPAL

```
PROGRAM ADZ_SWT;
```

```
{+++++}
{
  Programa para a automatizacao de um "Phasor Controller"
}
{
  PORGRAMADORES: Alexsandre Leite Ferreira
                  Adriano Matos Pinheiro
}
{+++++}
```

```
USES
```

```
  Crt,dos,Graph,le_jman,relas,BgiDriv,BgiFont;
```

```
TYPE
```

```
  matriz = ARRAY[1..500,1..8] OF REAL;
```

```
  vetor = ARRAY[1..24] OF BYTE;
```

```
VAR
```

```
Arquivo : FILE OF REAL; { Arquivo binario e matriz contendo o Tap, a }
  mat : matriz;        { polaridade,e correspondente tensao. }
  vet : vetor;
  Arq1: Text;
  Escolha: ARRAY[1..20] OF STRING;
```

```
tecla,c,op : CHAR;      { Variaveis de execucao }
l,atual,atual_aux,d,n,chamar,EE : INTEGER;
tap1,tap2,tap3,tap4 : REAL;
```

```
PROCEDURE Efei(X,Y,M : integer);
```

```
var A : real;
```

```
  I,J : integer;
```

```
  Ri,Re : ArcCoordsType;
```

```
  Pattern : FillPatternType;
```

```
begin
```

```
  GetFillPattern(Pattern);
```

```
  SetFillPattern(Pattern,White);
```

```
  { DESENHA A "ENGRENAGEM" }
```

```
  SetColor(White);
```

```
  Circle(X,Y,Round(3.2*M));
```

```
  A:=360/32;
```

```
  Arc(X,Y,0,Round(A),Round(4.1*M));
```

```
  GetArcCoords(Ri);
```

```
  repeat
```

```
    Arc(X,Y,Round(A),Round(A+360/16),Round(5*M));
```

```
    GetArcCoords(Re);
```

```
    Line(Ri.Xend,Ri.Yend,Re.Xstart,Re.Ystart);
```

```
    A:=A+360/16;
```

```
    Arc(X,Y,Round(A),Round(A+360/16),Round(4.1*M));
```

```
    GetArcCoords(Ri);
```

```
    Line(Re.Xend,Re.Yend,Ri.Xstart,Ri.Ystart);
```

```
    A:=A+360/16;
```

```
  until A>360/16*15;
```

```
  { DESENHA O "E" }
```

```

I:=Round(2.25*M);
J:=Round(0.9*M);
MoveTo(X+I,Y+I);
LineTo(X-I,Y+I);
LineTo(X-I,Y-I);
LineTo(X+I,Y-I);
LineTo(X+I,Y-I+J);
LineTo(X-I+J,Y-I+J);
LineTo(X-I+J,Y-I+2*J);
LineTo(X+I-J,Y-I+2*J);
LineTo(X+I-J,Y-I+3*J);
LineTo(X-I+J,Y-I+3*J);
LineTo(X-I+J,Y-I+4*J);
LineTo(X+I,Y-I+4*J);
LineTo(X+I,Y-I+5*J);
FloodFill(X,Round(Y+3.6*M),White);
FloodFill(X,Y,White);
SetFillPattern(Pattern,LightBlue);
FloodFill(X-I-1,Y,White);
FloodFill(X+I+1,Y,White);
FloodFill(X,Y-I-1,White);
FloodFill(X,Y+I+1,White);
{ DESENHA O RAI0 }
SetFillPattern(Pattern,Red);
SetColor(Red);
MoveTo(X+Round(1.516438344*M),Y-Round(4.55416455*M));
LineTo(X-I,Y+I);
LineTo(X-Round(0.193333333*M),Y-I+3*J+1);
LineTo(X-I+Round(1.5*M),Y-I+3*J+1);
LineTo(X+Round(2.339927257*M),Y-Round(4.191030951*M));
LineTo(X+Round(1.516438344*M),Y-Round(4.55416455*M));
MoveTo(X+Round(0.193333333*M),Y-I+2*J-1);
LineTo(X+I,Y-I);
LineTo(X-Round(1.560786206*M),Y+Round(3.918981221*M));
LineTo(X-Round(1.389684611*M),Y+Round(3.943055080*M));
LineTo(X-Round(1.920951276*M),Y+Round(4.398857374*M));
LineTo(X-Round(1.787292050*M),Y+Round(3.711736416*M));
LineTo(X-Round(1.681797166*M),Y+Round(3.848579888*M));
LineTo(X+I-Round(1.6*M),Y-I+2*J-1);
LineTo(X+Round(0.193333333*M),Y-I+2*J-1);
FloodFill(X+Round(1.516438344*M),Y-Round(4*M),Red);
FloodFill(X+Round(0.5*M),Y-I+2*J-2,Red);
end;

```

```

{-----}
PROCEDURE Ring;
var i:byte;
begin
for i:=1 to 5 do
begin
sound(1500);
delay(40);
sound(2000);
delay(40);
end;
nosound;
end;
{-----}

```

```
PROCEDURE Tela1;
```

```
var
```

```
  Gd,Gm,x,y,x1,y1 :integer;
  Ch,c             : Char;
  h,m,s,s100,s_antes : word;
  conta           : byte;
```

```
begin
```

```
  ClrScr;
  Gd:=detect;
  InitGraph(gd,gm,"");
  if GraphResult <> grok then Halt(1);
  SetColor(15);           {Moldura da Tela}
  rectangle(0,0,GetMaxX,GetMaxY);
  Setfillstyle(SolidFill,LightBlue);
  bar(0,0,GetMaxX,GetMaxY);
  rectangle(0,0,GetMaxX,GetMaxY);
  rectangle(4,4,GetMaxX-4,GetMaxY-4);
  SetColor(15);
  SetTextStyle(TriplexFont,HorizDir,9);
```

```
  EFEI(320,100,15);
  SetColor(Black);
  SetColor(14);
  SetTextStyle(3,HorizDir,3);
  OutTextXy(60,180,'          PROGRAMA          ');
  OutTextXy(60,218,'          PARA          ');
  OutTextXy(60,250,'          AUTOMATIZACAO          ');
  OutTextXy(60,285,'          DE UM "PHASER CONTROLLER"          ');
  SetTextStyle(0,HorizDir,1);
  SETCOLOR(15);
  OutTextXy(50,375,'          DISSERTACAO DE MESTRADO          ');
  OutTextXy(50,400,'MESTRANDO:   Jos, Carlos Grilo Rodrigues          ');
  OutTextXy(50,425,'ORIENTADOR:   Prof. Dr. Jos, Policarpo Gonçalves de Abreu');
  OutTextXY(50,450,'CO-ORIENTADOR: Prof. Valberto Ferreira da Silva, MSc.   ');
```

```
{
  GetTime(h,m,s,s100);
  s_antes:=s;
  c:=#255;
  conta:=0;
  repeat
    s_antes:=s;
    GetTime(h,m,s,s100);
    if s<>s_antes then
      begin
        conta:=conta+1;
        { ring;
          end;
          if keypressed then c:=readkey;
          until (c<>#255) or (conta=5);
        }
      }
  CloseGraph;
end;
```

```
PROCEDURE SetCursorType(CursorType:byte);
```

```
var Registro : registers;
```

```
begin
```

```
  Registro.AX:=$1 shl 8;
```

```

if CursorType=0 then
  Registro.CH:=$20
else
  Registro.CX:=(8-CursorType) shl 8 + 7;
Intr($10,Registro);
end;
{-----}

PROCEDURE gera_matriz;

{-----}
{
  Subrotina para gerar a matriz contendo todas as combinacoes de tap
  e polaridade e o respectivo valor de tensao. A matriz e armazenada em
  um arquivo binario.
}
{-----}

VAR
  i,j,k,l : INTEGER; { Variaveis de execucao }
  s : CHAR;          { K1 e K2 -> polaridades }
  K1,K2,T1,T2,A,B : REAL; { T1 e T2 -> tap }
  { Variaveis de calculo }

BEGIN
{ Gera os valores de K1, K2, T1, T2 e tensao correspondente. }

n:=0;
FOR i:=1 TO 2 DO
  FOR j:=1 TO 2 DO
    FOR k:=1 TO 10 DO
      FOR l:=1 TO 10 DO BEGIN
        IF ( i=1 ) THEN K1:=-1
          ELSE K1:=+1;
        IF ( j=1 ) THEN K2:=-1
          ELSE K2:=+1;
        T1:=k/10.0;
        T2:=l/10.0;
        A:=(1-0.05*(T1*K1+T2*K2));
        B:=-0.0866*(T1*K1-T2*K2);
        n:=n+1;
        mat[n,1]:=K1;
        mat[n,2]:=K2;
        mat[n,3]:=T1;
        mat[n,4]:=T2;
        mat[n,5]:=A;
        mat[n,6]:=B;
        mat[n,7]:=Sqrt(Sqr(A)+Sqr(B));
        mat[n,8]:=Arctan(B/A)*180/pi;
        END;

K1:=-1;

WHILE ( K1<2 ) DO BEGIN

FOR i:=1 TO 10 DO BEGIN
  T1:=i/10.0;
  A:=1-0.05*(T1*K1);

```

```

B:=-0.0866*(T1*K1);
n:=n+1;
mat[n,1]:=K1;
mat[n,2]:=0;
mat[n,3]:=T1;
mat[n,4]:=0;
mat[n,5]:=A;
mat[n,6]:=B;
mat[n,7]:=Sqrt(Sqr(A)+Sqr(B));
mat[n,8]:=Arctan(B/A)*180/pi;
END;

K1:=K1+2;
END;

K2:=-1;

WHILE ( K2<2 ) DO BEGIN

FOR i:=1 TO 10 DO BEGIN
T2:=i/10.0;
A:=1-0.05*(T2*K2);
B:=-0.0866*(-T2*K2);
n:=n+1;
mat[n,1]:=0;
mat[n,2]:=K2;
mat[n,3]:=0;
mat[n,4]:=T2;
mat[n,5]:=A;
mat[n,6]:=B;
mat[n,7]:=Sqrt(Sqr(A)+Sqr(B));
mat[n,8]:=Arctan(B/A)*180/pi;
END;

K2:=K2+2;
END;

FOR i:=1 TO 4 DO
mat[n+1,i]:=0;

mat[n+1,5]:=1.0;
mat[n+1,6]:=0.0;
mat[n+1,7]:=1.0;
mat[n+1,8]:=0.0;
i:=1;
k:=1;

{ Guarda a matriz em um arquivo binario de nome escolhido pelo usuario.      }
Window (2,8,79,24);
TextBackground(7);
TextColor(Black);
ClrScr;
SetCursorType(0);
Writeln;
GotoXY(23,2);
Writeln('Aguarde! Criando arquivo de dados...');
Writeln;
Assign(Arquivo,'adz.dat');
Rewrite(Arquivo);
FOR i:=1 TO n+1 DO
FOR k:=1 TO 8 DO
Write(Arquivo,mat[i,k]);

```



```

Close(Arquivo);
Window (16,21,60,23);
TextBackground (Black);
ClrScr;
window(18,20,62,22);
TextBackground(Blue);
TextColor(White);
ClrScr;
GotoXY(3,2);
writeln('Tecla algo para voltar ao Menu Principal. ');
s:=Readkey;
Window (2,8,79,24);
TextBackground(Blue);
TextColor(Black);
ClrScr;
END;

```

```
PROCEDURE imprimir_matriz;
```

```

{-----}
{
{ Subrotina para imprimir a matriz de dados. Esta matriz e lida via arquivo
{ binario previamente criado, de nome: 'adz.dat'.
{
{-----}

```

```

VAR
  Arquivo : FILE OF REAL; { Arquivo binario da matriz de dados }
  inicio, fim : INTEGER;   { Variaveis de execucao }
  i,j,d : INTEGER;
  c : CHAR;
BEGIN
  { Le o arquivo e armazena os dados na variavel tipo matriz. }

  Assign(Arquivo,'adz.dat');
  Reset(Arquivo);
  i:=1;
  Window (2,8,79,24);
  TextBackground(7);
  TextColor(Black);
  ClrScr;
  While not eof (Arquivo) DO BEGIN

    FOR j:=1 TO 8 DO
      Read(Arquivo,mat[i,j]);

    i:=i+1;
  END;

  Close(Arquivo);

  { Imprime a matriz a cada dez linhas e aguarda comando do usuario. }

  inicio:=1;
  fim:=10;
  d:=0;

  Repeat

```

```

ClrScr;
GotoXY(18,2);
Writeln('ROTINA PARA IMPRESSAO DA MATRIZ DE DADOS');
IF (inicio=441) THEN BEGIN
    GotoXY(1,4);
    Writeln('Impressao da ultima linha: ',inicio:4);
    Writeln;
    Write(' K1 K2 T1 T2 a jb');
    Writeln(' modulo angulo');
    Writeln;
    i:=inicio;
    FOR j:=1 TO 8 DO
        Write(mat[i,j]:9:4);
    Writeln;
    END

ELSE BEGIN
    GotoXY(1,4);
    Writeln('Impressao da linha',inicio:4,' ate a linha',fim:4);
    Writeln;
    Write(' K1 K2 T1 T2 a jb');
    Writeln(' modulo angulo');
    Writeln;
    FOR i:=inicio TO fim DO BEGIN
        FOR j:=1 TO 8 DO
            Write(mat[i,j]:9:4);
        Writeln;
    END;
    END;

Writeln;
Writeln('Tecla seta(p/cima) para voltar e seta(p/baixo) para ver mais. ');
Writeln('Tecla <ESC> para sair. ');
Writeln;
c:=Readkey;
d:=Ord(c);
IF (d=72) THEN BEGIN
    inicio:=inicio-10;
    fim:=fim-10;
    END;
IF (d=80) THEN BEGIN
    inicio:=inicio+10;
    fim:=fim+10;
    END;
Until (d=72) AND (d=80) OR (d=27);
Window (2,8,79,24);
TextBackground(blue);
TextColor(Black);
ClrScr;
END;

PROCEDURE Sair;

BEGIN

Window(1,1,80,25);
TextBackground(0);
ClrScr;
SetCursorType(2);
Halt(1);

```

```

END;

PROCEDURE Muda_tap;
VAR
  c : CHAR;
  d : INTEGER;

BEGIN
  REPEAT
    setCursorType(2);
    Window (2,8,79,24);
    TextBackground(7);
    TextColor(Black);
    ClrScr;
    GotoXY(15,2);
    Writeln('ROTINA PARA ALTERACAO DOS TAPS DISPONIVEIS NO ADZ');
    Writeln;
    Write(' Tap 1 da primeira bobina: ');
    Readln(tap1);
    Write(' Tap 2 da primeira bobina: ');
    Readln(tap2);
    Write(' Tap 1 da segunda bobina : ');
    Readln(tap3);
    Write(' Tap 2 da segunda bobina : ');
    Readln(tap4);
    Writeln;
    IF ((tap1+tap2)<>1) or ((tap3+tap4)<>1)
    THEN BEGIN
      Write(' PARA OS "TAPS" SELECIONADOS E NECESSARIO A UTILIZACAO DE
4 RELES POR FASE ');
      Writeln('NO ADZ');
      Writeln('TECLE <ENTER> PARA CONFIRMAR TAIS VALORES E <ESC> PARA
SELECIONAR NOVOS "TAPS" ');
      c:=Readkey;
      d:=Ord(c);
      END
    ELSE d:= 13;
      Until(d=13);
      Window (2,8,79,24);
      TextBackground(blue);
      TextColor(Black);
      ClrScr;
    End;

```

```

PROCEDURE pesquisa;

```

```

{-----}
{
{ Subrotina para determinar os tap's e as polaridades de uma determina-
{ da tensao ( modulo e angulo ) lida via terminal. Esta subrotina fornece
{ as polaridades K1 e K2, os tap's K1 e K2, a tensao em coordenadas polares
{ e retangulares bem como o erro envolvido na pesquisa.
{
{-----}

```

```

VAR
  Arquivo : FILE OF REAL; { Arquivo binario da matriz de dados }
  dif1,dif2,an,an1 : REAL; { Variaveis de execucao }
  rl,imag,m,e1,e2 : REAL;

```

```

k,ind,i,j,d : INTEGER;
op,c : CHAR;

BEGIN

{ Le o arquivo e armazena os dados na variavel tipo matriz. }

Assign(Arquivo,'adz.dat');
Reset(Arquivo);
i:=1;

While not eof (Arquivo) DO BEGIN

FOR j:=1 TO 8 DO
  Read(Arquivo,mat[i,j]);

i:=i+1;
END;

Close(Arquivo);

{ Le uma tensao, em coordenadas polares, fornecida pelo usuario }
Window (2,8,79,24);
TextBackground(7);
TextColor(Black);
ClrScr;
setCursorType(2);
Repeat
ClrScr;
GotoXY(15,2);
WriteLn('ROTINA PARA PESQUISA DE TENSAO ');
WriteLn;
Write(' Coordenadas da tensao: Retangular ou Polar (R/P)? <ENTER> ');
ReadLn(op);
op:=UpCase(op);
IF op ='R'
THEN
BEGIN

Write(' Digite a parte real da tensao e tecle <ENTER>: ');
ReadLn(rl);
Write(' Digite a parte imaginaria da tensao e tecle <ENTER>: ');
ReadLn(imag);
m:=SQRT(SQR(rl) + SQR(imag));
IF rl=0 THEN an:=90
ELSE an:=arctan(imag/rl)*180/pi;
e1:=0;
e2:=0;
ind:=1;
END
ELSE
BEGIN

Write(' Digite o modulo da tensao e tecle <ENTER>: ');
ReadLn(m);
Write(' Digite o angulo da tensao e tecle <ENTER>: ');
ReadLn(an);
an1:=an*pi/180;
rl:=m*cos(an1);
imag:=m*sin(an1);
e1:=0;
e2:=0;

```

```

ind:=1;
END;

{ Faz a pesquisa dos tap's e polaridades correspondentes da tensao lida      }
{ via terminal                                                                }

j:=1;

FOR i:=1 TO 440 DO
  IF ((SQRT(SQR(rl-mat[i+1,5])+SQR(imag-mat[i+1,6]))) < (SQRT(SQR(rl-
mat[ind,5])+SQR(imag-mat[ind,6])))) then Begin

      ind:=i+1;
      dif1:=mat[ind,7]-m;
      dif2:=mat[ind,8]-an;
      e1:=dif1;
      e2:=dif2;
      END;

{ Imprime o(s) resultado(s) da pesquisa                                     }

Writeln;
Writeln(' Tap1 T1: ',mat[ind,3]:5:2);
Writeln(' Tap2 T2: ',mat[ind,4]:5:2);
Writeln(' Polaridade K1: ',mat[ind,1]:5:2);
Writeln(' Polaridade K2: ',mat[ind,2]:5:2);
Write(' Tensao em coordenadas polares: (' ,mat[ind,7]:6:4,',');
Writeln(mat[ind,8]:6:4,' [V]');
Write(' Tensao em coordenadas retangulares: ',mat[ind,5]:6:4,'+j');
Writeln(mat[ind,6]:6:4,' [V]');
Writeln(' Diferenca entre os valores desejados e obtidos :');
Writeln(' Modulo: ',e1:6:4,' [pu]');
Writeln(' Angulo: ',e2:6:4,' [graus]');
Writeln;
  IF ((mat[ind,3]=tap1) or (mat[ind,3]=tap2)) And ((mat[ind,4]=tap3) or
(mat[ind,4]=tap4))
  THEN BEGIN
    k:=ind;
    if mat[k,1] = -1 then begin
      for i:=1 to 3 do
        vet[i]:=0;
      for j:=4 to 6 do
        vet[j]:=1;
      if mat[k,3] = tap1 then begin
        for i:=13 to 15 do
          vet[i]:=0;
        for j:=16 to 18 do
          vet[j]:=1;
        end
      else
        if mat[k,3]=tap2 then begin
          for i:=13 to 15 do
            vet[i]:=1;
          for j:=16 to 18 do
            vet[j]:=0;
          end;
        end
      else begin
        for i:=1 to 3 do
          vet[i]:=1;
        for j:=4 to 6 do
          vet[j]:=0;

```



```

if mat[k,3] = tap1 then begin
  for i:=13 to 15 do
    vet[i]:=1;
  for j:=16 to 18 do
    vet[j]:=0;
  end
else
  if mat[k,3]=tap2 then begin
    for i:=13 to 15 do
      vet[i]:=0;
    for j:=16 to 18 do
      vet[j]:=1;
    end;
  end;
  if mat[k,2] = -1 then begin
    for i:=7 to 9 do
      vet[i]:=0;
    for j:=10 to 12 do
      vet[j]:=1;
    if mat[k,4] = tap3 then begin
      for i:=19 to 21 do
        vet[i]:=0;
      for j:=22 to 24 do
        vet[j]:=1;
      end
    else
      if mat[k,4]=tap4 then begin
        for i:=19 to 21 do
          vet[i]:=1;
        for j:=22 to 24 do
          vet[j]:=0;
        end;
      end
    else begin
      for i:=7 to 9 do
        vet[i]:=1;
      for j:=10 to 12 do
        vet[j]:=0;
      if mat[k,4] = tap3 then begin
        for i:=19 to 21 do
          vet[i]:=1;
        for j:=22 to 24 do
          vet[j]:=0;
        end
      else
        if mat[k,4]=tap4 then begin
          for i:=19 to 21 do
            vet[i]:=0;
          for j:=22 to 24 do
            vet[j]:=1;
          end;
        end;
      end;
    iniciar_ppi;
    atua_reles(vet);
  END
  ELSE BEGIN
    Writeln(' IMPOSSIVEL CONTINUAR, POIS O "TAP" SELECIONADO ESTA SEM
COMUTADOR ');
    Writeln;
    End;
    Writeln(' Tecle algo para continuar e <ESC> para sair. ');
    c:=Readkey;

```

```

d:=Ord(c);
Until(d=27);
Window (2,8,79,24);
TextBackground(blue);
TextColor(Black);
ClrScr;
END;

```

```
PROCEDURE aquisita;
```

```
VAR
```

```

mode,d,dia,mes,ano,hora,min : integer;
vetor1      : array[1..18] of real;
rtp,rtc     : real;
i           : byte;
c           : char;
nome        : String;
a,b,e,f,h,m,s,s100 :word;

```

```
BEGIN
```

```

{   inicio_jman(A,B,C,D,E);
    A -> 0=serial1   1=serial2
    B -> 9600
    C -> rtp  (real)
    D -> rtc  (real)
    E -> se voltou 0=ok se voltou 1=erro (integer)

```

```
  get_gra(vetor);
```

```
    vetor real18
```

```

    1=Ua   2=Ub   3=Uc
    4=Ia   5=Ib   6=Ic
    7=FPa  8=FPb  9=FPc
    10=Pa  11=Pb  12=Pc
    13=Qa  14=Qb  15=Qc
    16=Sa  17=Sb  18=Sc

```

```
}
```

```
Window (2,8,79,24);
```

```
TextBackground(7);
```

```
TextColor(Black);
```

```
ClrScr;
```

```
setCursorType(2);
```

```
Write(' Digite a relacao do TP:');
```

```
readln(rtp);
```

```
Write(' Digite a relacao do TC:');
```

```
readln(rtc);
```

```
Write (' Digite o nome do arquivo de dados (*.TXT): ');
```

```
Readln (nome);
```

```
Writeln;
```

```
GetTime ( h,m,s,s100 );
```

```
GetDate ( a,b,e,f );
```

```
hora:=h;
```

```
min:=m;
```

```
dia:=e;
```

```
mes:=b;
```

```
ano:=a;
```

```
Assign(Arq1,nome);
```

```
Rewrite(Arq1);
```

```
Writeln(Arq1, ' Data: ',dia:2,'/',mes:2,'/',ano:2);
```

```
Writeln(Arq1, ' Hora: ',hora:2,':',min:2);
```

```

Write(Arq1,' UL1 UL2 UC I1 I2 IC FP1 FP2 FPC ');
Writeln(Arq1,' P1 P2 PC Q1 Q2 QC S1 S2 SC');
Repeat
inicio_jman(0,9600,rtp,rtc,mode);
IF mode = 1 THEN
BEGIN
SetCursorType(0);
Writeln (' EXISTE ALGUM PROBLEMA DE COMUNICACAO ENTRE O
APARELHO DE AQUISIÇÃO DE DADOS E O MICRO COMPUTADOR ');
Write (' TECLE <ESC>, CORRIJA E TORNE A EXECUTAR. ');
c:=Readkey;
d:=Ord(c);
END
ELSE
BEGIN
setCursorType(2);
get_gra( vetor1);
FOR i:=1 TO 18 DO
Write(Arq1,vetor1[i]:7:2);
Writeln(Arq1,' ');
Writeln;
Write (' UL1= ');
Writeln(vetor1[1]:5:2, ' [M] ');
write (' UL2= ');
Writeln(vetor1[2]:5:2, ' [M] ');
write (' Uc = ');
Writeln(vetor1[3]:5:2, ' [M] ');
write (' P1= ');
Writeln(vetor1[10]:5:2, ' [W] ');
write (' P2= ');
Writeln(vetor1[11]:5:2, ' [W] ');
write (' Pc= ');
Writeln(vetor1[12]:5:2, ' [W] ');
write (' Q1= ');
writeln(vetor1[13]:5:2, ' [VAr] ');
write (' Q2= ');
writeln(vetor1[14]:5:2, ' [VAr] ');
write (' Qc= ');
writeln(vetor1[15]:5:2, ' [VAr] ');
writeln;
Writeln(' TODOS OS DADOS DA REDE ESTAO GRAVADOS NO ARQUIVO
',nome);
Writeln;
Writeln(' Tecle algo para continuar e <ESC> par sair. ');
c:=Readkey;
d:=Ord(c);
ClrScr;
end;
Until(d=27);
Close (Arq1);
Window (2,8,79,24);
TextBackground(blue);
TextColor(Black);
ClrScr;
END;
:
PROCEDURE apagar;

BEGIN
Desliga_todos;

```

END;

PROCEDURE manual;

VAR

i,j,d : integer;
p1,p2,c1,c2 : real;
c : char;

begin

setCursorType(2);

Window (2,8,79,24);

TextBackground(7);

TextColor(Black);

ClrScr;

GotoXY(21,2);

WriteLn('ROTINA PARA HABILITAR COMUTADORES ');

REPEAT

Write(' Polaridade do primeiro conjunto de bobinas (K1): ');

ReadLn(p1);

Write(' Polaridade do segundo conjunto de bobinas (K2): ');

ReadLn(p2);

Write(' Tap do primeiro conjunto de bobinas (T1): ');

ReadLn(c1);

Write(' Tap do segundo conjunto de bobinas (T2): ');

ReadLn(c2);

WriteLn;

IF ((c1=tap1) or (c1=tap2)) And ((c2=tap3) or (c2=tap4))

THEN BEGIN

if p1 = -1 then begin

for i:=1 to 3 do

vet[i]:=0;

for j:=4 to 6 do

vet[j]:=1;

if c1 = tap1 then begin

for i:=13 to 15 do

vet[i]:=0;

for j:=16 to 18 do

vet[j]:=1;

end

else

if c1 = tap2 then begin

for i:=13 to 15 do

vet[i]:=1;

for j:=16 to 18 do

vet[j]:=0;

end;

end

else begin

for i:=1 to 3 do

vet[i]:=1;

for j:=4 to 6 do

vet[j]:=0;

if c1 = tap1 then begin

for i:=13 to 15 do

vet[i]:=1;

for j:=16 to 18 do

vet[j]:=0;

end

else

```

    if c1 = tap2 then begin
        for i:=13 to 15 do
            vet[i]:=0;
        for j:=16 to 18 do
            vet[j]:=1;
        end;
    end;
    if p2 = -1 then begin
        for i:=7 to 9 do
            vet[i]:=0;
        for j:=10 to 12 do
            vet[j]:=1;
        if c2 = tap3 then begin
            for i:=19 to 21 do
                vet[i]:=0;
            for j:=22 to 24 do
                vet[j]:=1;
            end
        else
            if c2 = tap4 then begin
                for i:=19 to 21 do
                    vet[i]:=1;
                for j:=22 to 24 do
                    vet[j]:=0;
                end;
            end
        else begin
            for i:=7 to 9 do
                vet[i]:=1;
            for j:=10 to 12 do
                vet[j]:=0;
            if c2 = tap3 then begin
                for i:=19 to 21 do
                    vet[i]:=1;
                for j:=22 to 24 do
                    vet[j]:=0;
                end
            else
                if c2 = tap4 then begin
                    for i:=19 to 21 do
                        vet[i]:=0;
                    for j:=22 to 24 do
                        vet[j]:=1;
                    end;
                end;
            end;
        end;
        iniciar_ppi;
        atua_reles(vet);
    END
    ELSE BEGIN
        Writeln(' IMPOSSIVEL CONTINUAR, POIS O "TAP" SELECIONADO ESTA SEM
COMUTADOR ');
        Writeln;
        End;
        Writeln(' Tecle algo para continuar e <ESC> par sair. ');
        c:=Readkey;
        d:=Ord(c);
        Until(d=27);
        Window (2,8,79,24);
        TextBackground(blue);
        TextColor(Black);
        ClrScr;
        END;

```

```
PROCEDURE TESTE1;
```

```
VAR  
i      : integer;  
c      : char;
```

```
BEGIN  
  iniciar_ppi;  
  Desliga_todos;  
  for i:=1 to 24 do  
  begin  
    liga_rele(i);  
    c:= ' ';  
    repeat  
      if keypressed then  
      begin  
        c:=readkey;  
        c:=uppercase(c);  
      end;  
    until (c<>' ');  
    desliga_rele(i);  
    c:= ' ';  
    repeat  
      if keypressed then  
      begin  
        c:=readkey;  
        c:=uppercase(c);  
      end;  
    until (c<>' ');  
  end;  
END;
```

```
PROCEDURE part_menu;
```

```
BEGIN  
  textbackground(blue);  
  textcolor(white);  
  gotoxy(28,atual+2);  
  writeln(escolha[atual]);  
  tecla:=readkey;  
  if tecla<>#13  
  then  
  begin  
    textbackground(7);  
    textcolor(Black);  
  end;  
  gotoxy(28,atual+2);  
  writeln(escolha[atual]);  
  if tecla='H' then atual:=atual-1;  
  if tecla='P' then atual:=atual+1;  
END;
```

```
FUNCTION menu1(max:integer):integer;
```

```
BEGIN  
  Window (2,10,75,22);  
  TextBackground (Black);
```

```

ClrScr;
Window (4,9,77,21);
TextBackground(7);
TextColor(Black);
ClrScr;
GotoXY(36,2);
Writeln(' Menu ');
for l:=3 to max+2 do
begin
  gotoxy(28,l);
  writeln(escolha[l-2]);
end;
textbackground(blue);
textcolor(White);
if tecla=#27 then atual:=atual_aux else atual:=1;

repeat
  part_menu;
  if atual>max then atual:=1;
  if atual<1 then atual:=max;
  if tecla=#13 then
  begin
    menu1:=atual;
    atual_aux:=atual;
    exit;
  end;
  if tecla=#27 then
  begin
    atual_aux:=atual;
    menu1:=-1;
    exit;
  end;
until tecla=#13;
END;

```

```

FUNCTION escolha1(valor:integer):integer;

```

```

begin
  escolha[1]:= ' Gerar Matriz           ';
  escolha[2]:= ' Imprimir Matriz       ';
  escolha[3]:= ' Selecionar "Taps"     ';
  escolha[4]:= ' Pesquisar Tensao      ';
  escolha[5]:= ' Desativar Comutadores  ';
  escolha[6]:= ' Testar Comutadores    ';
  escolha[7]:= ' Habilitar Comutadores Via Usuario ';
  escolha[8]:= ' Aquisitar              ';
  escolha[9]:= ' Finalizar              ';

  escolha1:=menu1(9);
END;

```

```

∴ BEGIN

```

```

{-----}
{
{ Programa Principal onde e apresentado um Menu de opcoes. Apos a escolha
{ e chamada a subrotina correspondente.
{
{-----}

```

```

-----}

ClrScr;
Desliga_todos;
EE:= RegisterBGldriver(@EGAVGADriverProc);
{ EE:= RegisterBGldriver(@HercDriverProc);
  EE:= RegisterBGldriver(@ATTDriverProc);
  EE:= RegisterBGldriver(@PC3270DriverProc); }

EE:= RegisterBGIfont(@GothicFontProc);
EE:= RegisterBGIfont(@SansSerifFontProc);
EE:= RegisterBGIfont(@SmallFontProc);
EE:= RegisterBGIfont(@TriplexFontProc);
TextMode(CO80);
Tela1;
d:=0;

While(d<>27) DO BEGIN

  TextBackground(blue);
  TextColor(14);
  ClrScr;
  GotoXY(36,1);
  Writeln(' EFEI ');
  GotoXY(21,2);
  Writeln('Escola Federal de Engenharia de Itajub ');
  GotoXY(29,3);
  writeln('Dissertacao de Mestrado');
  GotoXY(27,4);
  writeln('Jos, Carlos Grilo Rodrigues');
  GotoXY(14,6);
  Writeln('ORIENTADOR: Prof. Dr. Jos, Policarpo Gonçalves de Abreu');
  GotoXY(14,7);
  Writeln('CO-ORIENTADOR: Prof. Valberto Ferreira da Silva, MSc');
  atual:=1;
  repeat
    SetCursorType(0);
    chamar:=escolha1(7);
    if chamar=1 then gera_matriz;
    if chamar=2 then imprimir_matriz;
    if chamar=3 then Muda_tap;
    if chamar=4 then pesquisa;
    if chamar=5 then apagar;
    if chamar=6 then teste1;
    if chamar=7 then manual;
    if chamar=8 then aquisita;
    if chamar=9 then Sair;
    setCursorType(2);
  Until false;
END;
END.

```

