

Medidor de Impedância Baseado em Computador Pessoal

J. M. Dias Pereira

MSc, Dep. Sist. e Int. (EST/Inst. Pol. Setúbal)

P. Silva Girão

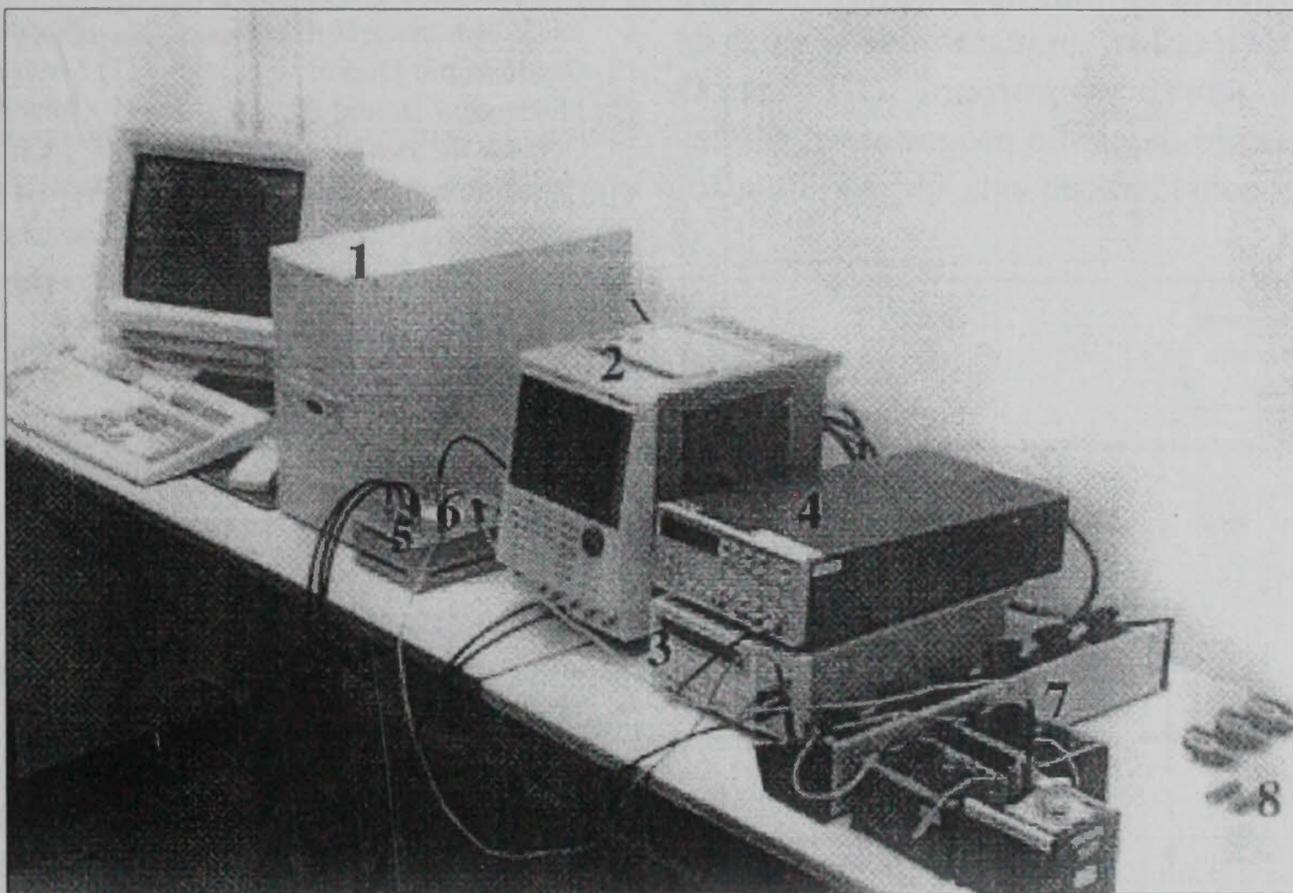
Ph. D, Secção de Electrotecnia Teórica
e Medidas Eléctricas (Lab. Med. Elec., I. S. T.)

1. Objectivo

O trabalho desenvolvido consistiu em implementar um sistema de medida capaz de efectuar a identificação de sistemas eléctricos no domínio da radiofrequência. A técnica seleccionada, e aplicada a sistemas lineares e invariantes no tempo, baseou-se nos diagramas de Bode obtidos após realização de ensaios sobre um sistema eléctrico numa determinada gama de frequências. Na fase de ensaio utilizou-se um sistema de medida constituído por um conjunto de equipamentos providos de interface GPIB (norma IEEE 488.2) interligados e comandados por um computador pessoal. Deste modo foi possível conjugar, numa única aplicação informática, o ensaio e o processamento de dados associado à determinação dos parâmetros de um modelo represen-

que minimizam os desvios em relação aos valores medidos, com base num conjunto de algoritmos seleccionáveis pelo utilizador. Os instrumentos de medida utilizados aceitam apenas tensões eléctricas como entrada. Assim, e porque é necessário medir, quer tensões, quer correntes eléctricas, foi necessário utilizar um conversor corrente-tensão de ganho variável. O ganho do conversor, bem como a amplitude da

tensão aplicada ao sistema, são ajustados dinamicamente durante a fase de ensaio de modo a minimizar os erros de medida e garantir o funcionamento do conversor na zona linear. A informação respeitante à fase pode ser obtida com base na forma de onda dos sinais digitalizados ou por utilização de um fasímetro desenvolvido para esse efeito. Foi dada particular atenção aos erros associados aos ensaios, tendo sido integrada no sistema de medida uma rotina de calibração que



Fotografia do sistema de medida.

- 1 - Computador pessoal
- 2 - Osciloscópio: Yokogawa DL 1200 A
- 3 - Multímetro: Yokogawa 7551
- 4 - Gerador de sinais: Wavetek Model 80
- 5 - Interface paralela: Keithley - Metrabyte Pio12 / ERA 01
- 6 - Conversor corrente / tensão e fasímetro
- 7 - Sistema a identificar
- 8 - Resistências de calibração

tativo do sistema. Este processamento permite seleccionar a topologia e o valor dos parâmetros do modelo que melhor se adaptam ao conjunto de valores medidos. A identificação de componentes e sistemas passivos em radiofrequência foi feita com base num conjunto de cinco modelos tipo tomados como referência. No final do processo de identificação é seleccionado o modelo e o valor dos respectivos parâmetros

permite determinar os factores de correcção a aplicar aos valores de amplitude e fase medidos. Uma das possíveis utilizações do sistema desenvolvido consiste na medição de impedâncias para diferentes valores de frequência. É possível seleccionar, para uma determinada gama de frequência, o carácter resistivo, indutivo ou capacitivo de uma determinada impedância e obter o valor dos respectivos parâmetros.

Na descrição que se irá efectuar apenas se realçam os aspectos relacionados com a constituição do sistema de medida, dando ênfase ao respectivo equipamento. Para um estudo detalhado das técnicas de identificação utilizadas aconselha-se a consulta da bibliografia [1] a [6].

Na descrição que se irá efectuar vai ser particularizada a situação em que o sinal de saída é uma corrente, sendo o sistema de medida utilizado como medidor de impedância do tipo vectorial.

A caracterização da função de resposta em frequência é efectuada com base em sinais sinusoidais, podendo o

2. Descrição do sistema de medida

2.1. Equipamento: diagrama de blocos

Representa-se na Figura 1 o diagrama de blocos do sistema de medida. Ainda que num grande número de situações o sistema em ensaio (SEE) seja de fase-mínima, sendo neste caso a característica de amplitude suficiente para fins de identificação, o sistema de medida desenvolvido permite obter a característica de amplitude e fase. As especificações dos equipamentos de medida utilizados podem ser consultados nos respectivos manuais [7] a [14].

Podem ser ensaiados dipolos ou quadripolos, tendo sido assumido que o sinal de entrada no sistema em ensaio é sempre uma tensão eléctrica, enquanto que o sinal de saída pode ser uma tensão ou corrente eléctrica. O conversor corrente/tensão de ganho programável foi desenvolvido tendo em consideração esta última situação.

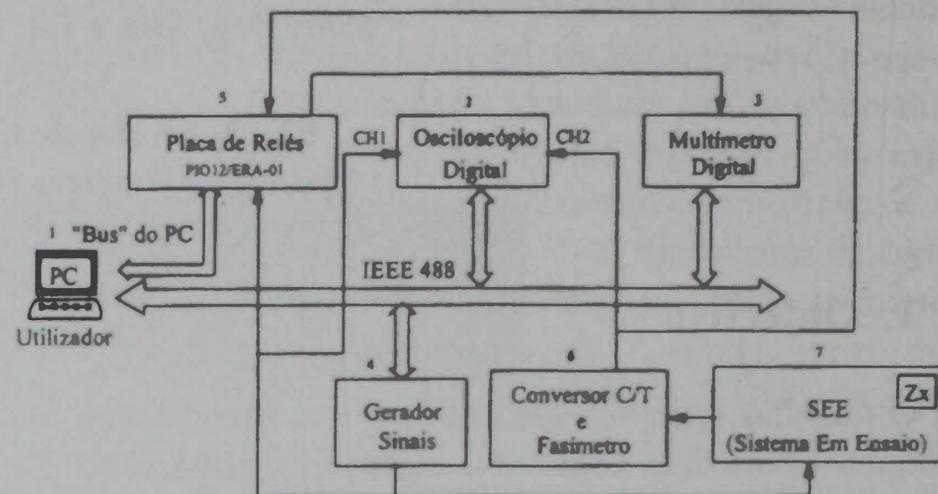


Fig. 1 - Diagrama de blocos do sistema de medida.

- (1) Computador Pessoal com placa de comunicação GPIB
- (2) Osciloscópio Digital
- (3) Multímetro Digital
- (4) Gerador de Sinais
- (5) Placa de Relés (PIO-12/ERA-01)
- (6) Conversor Corrente/Tensão e Fasímetro
- (7) Sistema em Ensaio Z_x - Impedância desconhecida
CH1, CH2 - Canais 1 e 2 do Osciloscópio

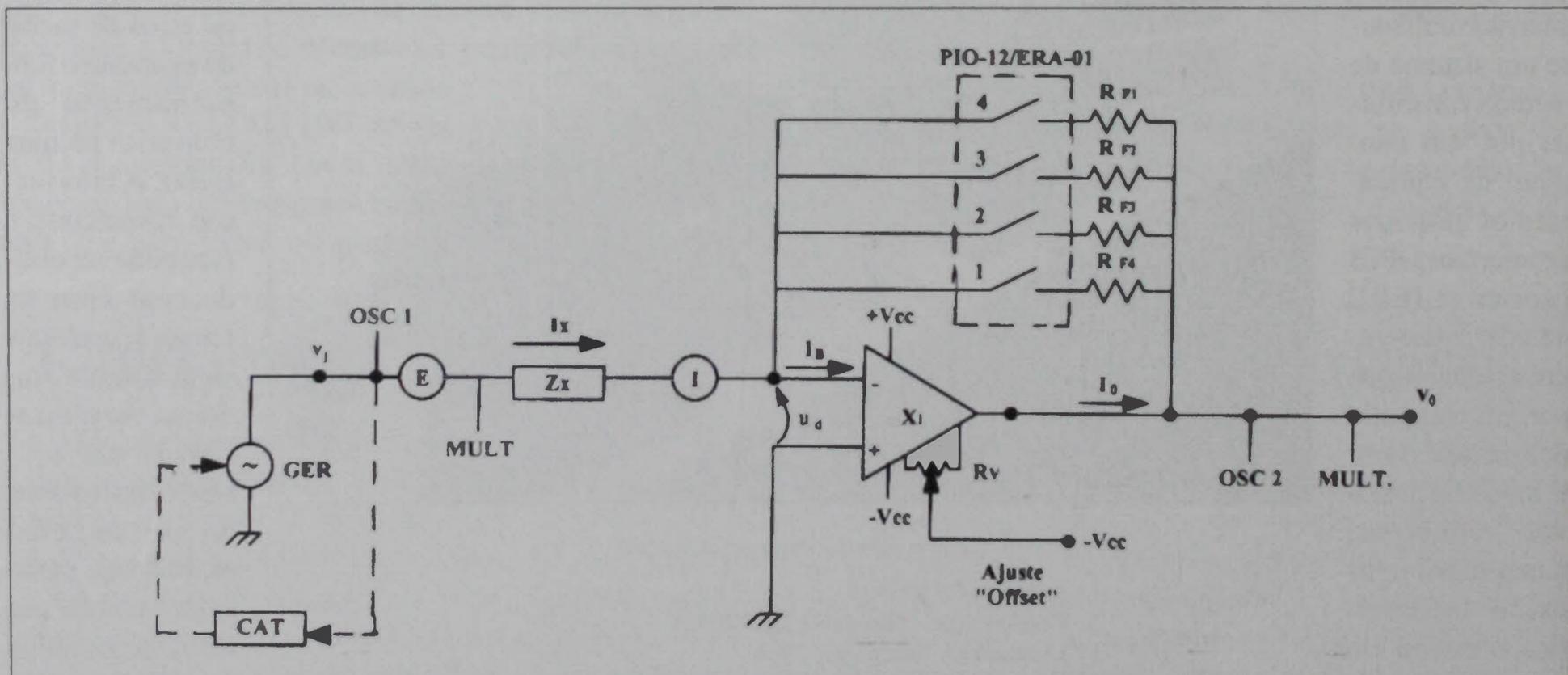


Fig. 2 - Esquema do circuito do conversor corrente/tensão.

- Z_x - Impedância desconhecida
- (E) - Terminal de tensão
- (I) - Terminal de corrente
- X_1 - Amplificador operacional (OP-15)
- R_{F1} - Resistência de retroacção (10 Ω , 100 Ω , 1 k Ω , 10 k Ω , tolerância 1 %)
- PIO-12/ERA-01 - Placa de relés
- GER - Gerador de sinais
- CAT - Controlo automático de tensão
- R_v - Resistência do circuito de compensação de "Offset" do AMPOP

- (100 k Ω)
- OSC1/OSC2 - Saídas para o osciloscópio (canais 1 e 2, respectivamente)
- MULT - Multímetro (funcionamento como voltímetro)
- $\pm V_{cc}$ - Tensões de alimentação do AMPOP (± 12 V)
- V_i - Tensão de entrada
- V_o - Tensão de saída
- I_B - Corrente de polarização na entrada inversora do AMPOP
- u_d - Tensão diferencial na entrada do AMPOP
- I_x - Corrente que percorre a impedância Z_x

utilizador definir para cada ensaio: a amplitude da tensão de entrada, a gama de frequências, o número de pontos ou frequências, o tipo de varrimento e o modo de medida pretendido. No que diz respeito ao modo de medida existem três opções:

- Modo 0: Apenas é efectuada a medida de amplitude sendo esta suficiente na caracterização de sistemas de fase-mínima;
- Modo 1: É efectuada a medida de amplitude e fase, sendo esta obtida, com base num fasímetro desenvolvido para o efeito;
- Modo 2: É efectuada a medida de amplitude e fase, sendo esta obtida com base nas formas de onda digitalizadas pelo osciloscópio.

O Modo 2 relativamente ao Modo 1 garante uma maior exactidão na leitura da informação de fase, ainda que o tempo de execução do programa de medida seja mais dilatado conforme se poderá verificar no Quadro 1.

2.2. Conversor corrente/tensão

Uma vez que os ensaios são efectuados a tensão constante, este bloco permite converter a corrente que percorre o componente a identificar numa tensão que lhe seja proporcional. Para minimizar os erros da amplitude e fase associados ao conversor, seleccionou-se um amplificador (AMPOP) com transistores de efeito de campo⁽¹⁾ (F. E. T.) no andar de entrada, de modo a minimizar o valor das correntes de polarização nas entradas inversora e não inversora do amplificador. Procurou-se, de igual modo, um produto ganho/largura de banda elevado de modo a que o desvio originado pela resposta em frequências do AMPOP seja desprezável na gama de frequências de utilização do sistema de medida.

Representa-se na Figura 2 o esquema do conversor implementado, identificando-se os pontos de interligação aos diferentes equipamentos de medida.

Como um dos problemas associados à identificação no domínio da frequência de sistemas resulta da existência de ressonâncias, a montagem tem um ganho ajustável de modo a que o valor da tensão V_o se mantenha nos limites admissíveis para funcionamento do AMPOP na zona linear. Deste modo, sempre que o valor máximo da tensão de saída⁽²⁾ excede 10 V, o ganho da montagem é reduzido de um factor 10. Por outro lado, para não se perder precisão nos resultados, em termos do número de algarismos significativos no valor V_o , o ganho é aumentado de um factor 10 sempre que se tenha $V_o < 1$ V.

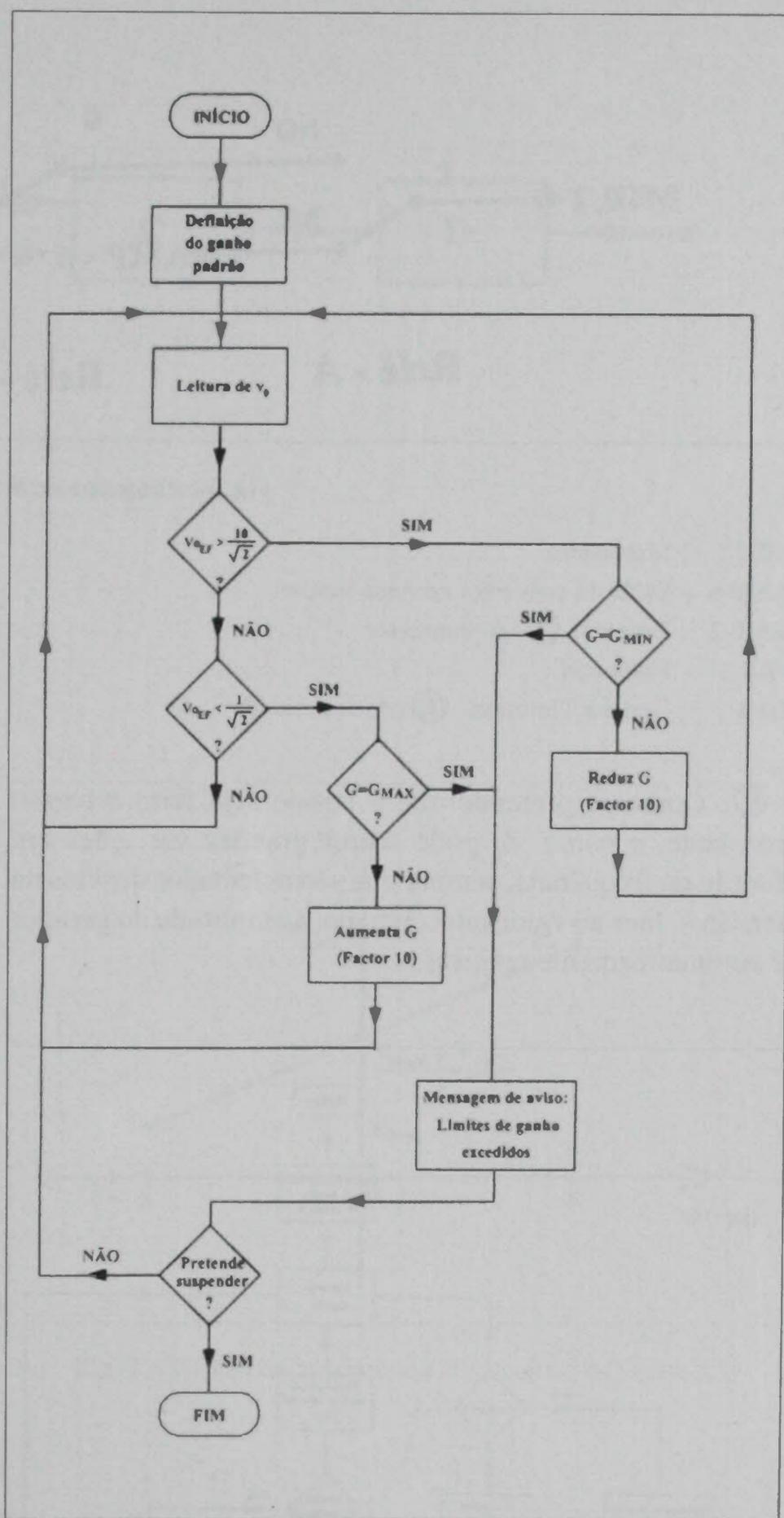


Fig. 3 - Organigrama da rotina de ajuste de ganho.

O comutador de relés é comandado remotamente pelo controlador GPIB o qual, de acordo com o valor de V_o , determina o contacto a fechar. Para evitar a saturação do AMPOP nos instantes de comutação, a ordem de fecho de um novo contacto é sempre dada antes da ordem de abertura do contacto anterior, conseguindo-se esta temporização por programação.

Na Figura 3 apresenta-se o organigrama da rotina que, em cada ciclo de medida, condiciona o funcionamento deste bloco, sendo o utilizador alertado, por meio de mensagem de aviso específica, das situações em que o ganho é insuficiente para garantir uma amplitude da tensão, na saída do conversor, entre 1 V e 10 V.

O controlo automático do nível de tensão é implementado por programa em base na tensão lida no terminal de tensão

⁽¹⁾ F. E. T. - Field Effect Transistors.

⁽²⁾ Em termos de implementação, o valor de referência foi de 11 V de modo a garantir uma "banda de histerese", evitando problemas de oscilação entre níveis de comparação.

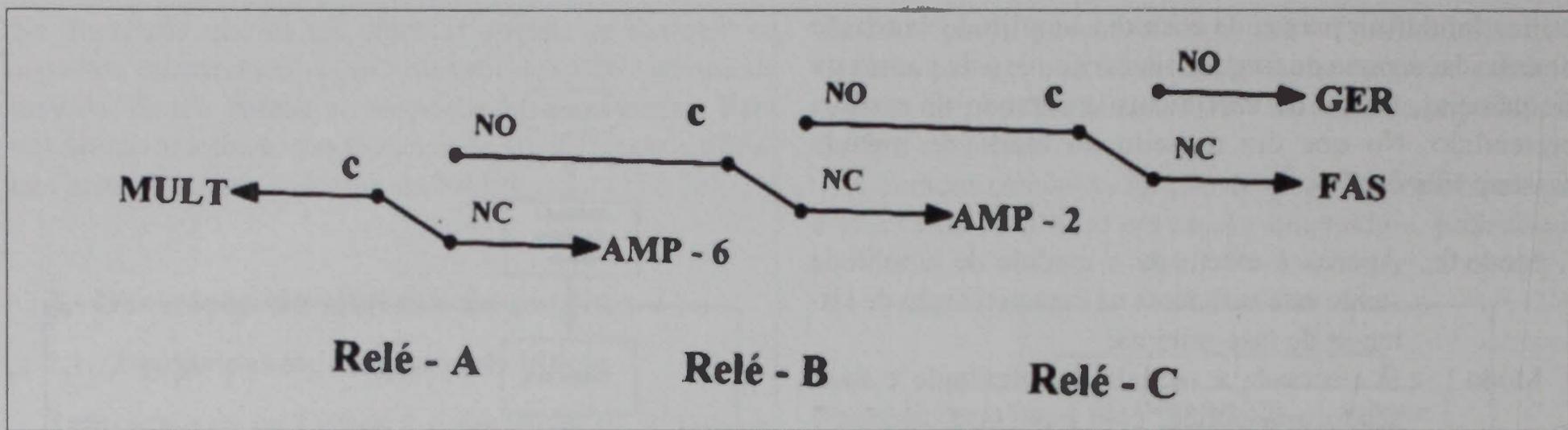


Fig. 4 - Diagrama de interligações do multímetro.

- MULT - Multímetro
- AMP-6 - Saída do conversor corrente/tensão
- AMP-2 - Terminal **I** do conversor
- FAS - Fasímetro
- GER - Gerador (Terminal **E** do conversor)

- **E**. Como se pretende que o ensaio seja feito a tensão constante, e como Z_x pode sofrer grandes variações em função da frequência, sempre que são detectados desvios na tensão V_i face ao valor seleccionado, a amplitude do gerador é automaticamente reajustada.

O conversor dual deste, a utilizar na medida de tensões eléctricas, é o conversor tensão/tensão sendo todo o processo de ajuste idêntico ao descrito anteriormente.

2.3. Sistema de comutação do multímetro

A ligação do multímetro aos diferentes pontos de medida foi concretizada com base numa placa de entrada/saída digital interligada a uma placa de relés (PIO-12/ERA-01). O ponto de medida seleccionado pelo multímetro é determinado pela palavra digital escrita no porto de saída. Representa-se na Figura 4 o diagrama de interligações do multímetro.

A ligação do multímetro ao terminal **I** do conversor foi utilizada para evitar a saturação do AMPOP por limite de corrente de saída. Deste modo, após o ajuste de ganho do conversor, e caso a tensão na terra virtual do AMPOP exceda 100 mV, a tensão de entrada é reduzida a metade sendo re-efectuado o ajuste de ganho. Na Figura 5 representa-se o organigrama da rotina que, em cada ciclo de medida, efectua o ajuste da amplitude da tensão V_i .

2.4. Medida da fase

Ainda que a característica de fase possa ser redundante na identificação de sistemas de fase-mínima, existem no sistema de medida dois processos para calcular a diferença de fase entre o sinal de entrada e o sinal de saída.

2.4.1. Fasímetro (-180°/180°)

Neste caso a diferença de fase é obtida com base na leitura de uma tensão contínua que lhe é proporcional. A Figura 6 representa o diagrama de blocos deste circuito. De notar que a simetria da montagem permite que exista efeito subtractivo,

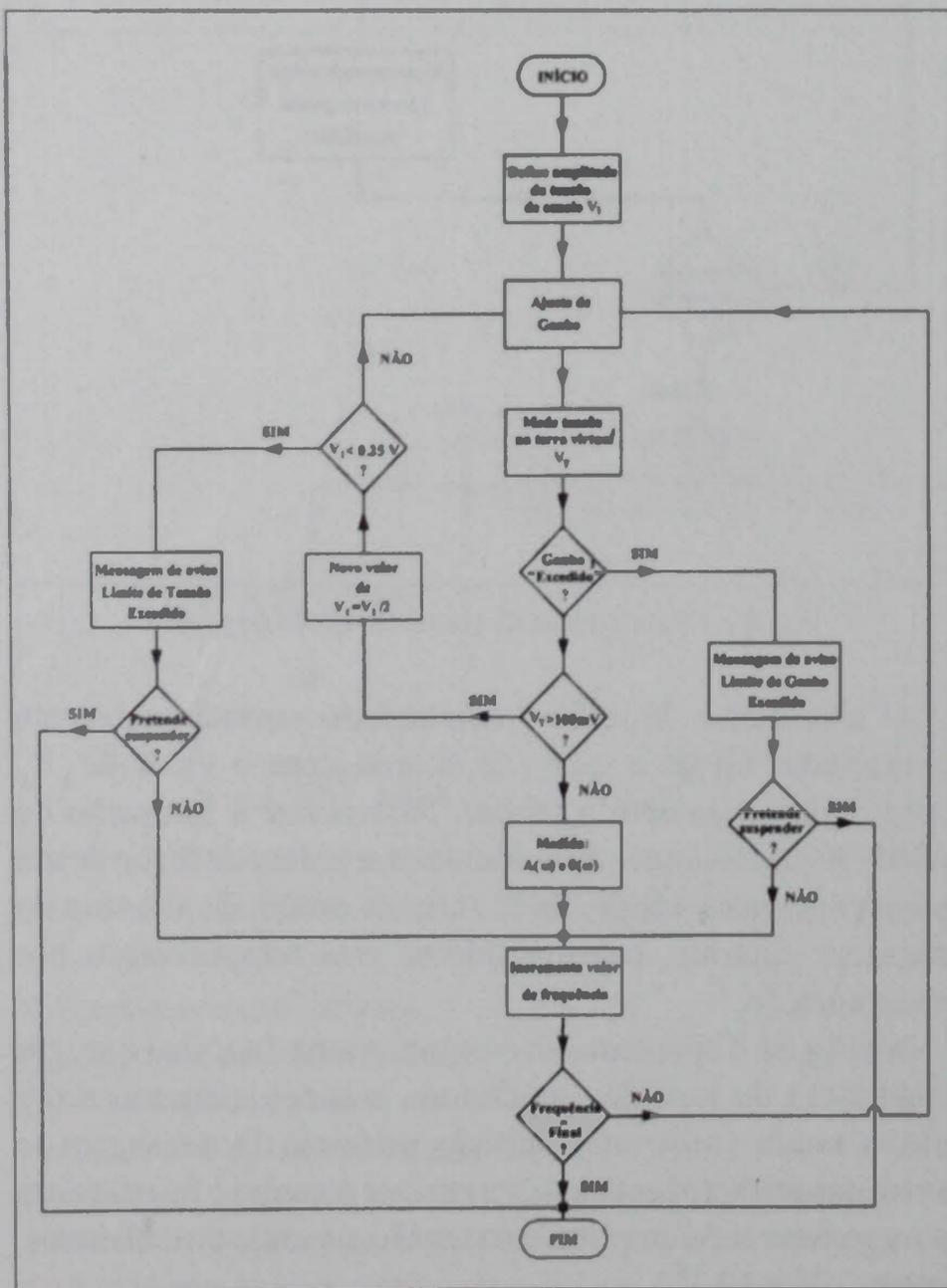


Fig. 5 - Organigrama da rotina de ajuste da tensão de ensaio (limite de corrente de saída do AMPOP).

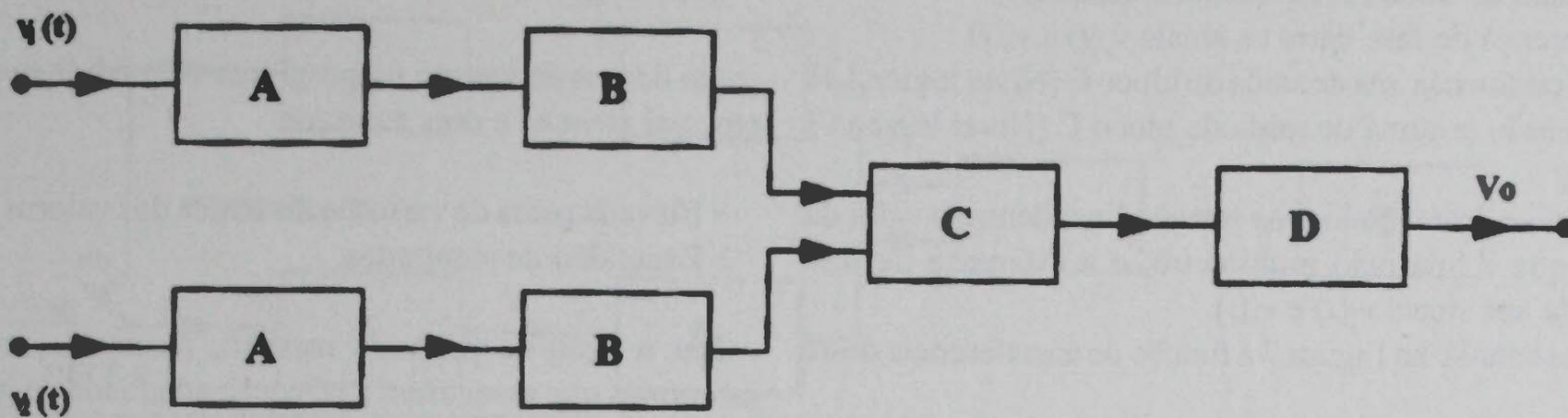


Fig. 6 - Diagrama de blocos do fasímetro.

- A - Comparador com histerese (Schmitt-Trigger)
- B - Rectificador / Limitador
- C - Circuito lógico (Detector de fase digital)
- D - Filtro Passa - Baixo

ou seja de cancelamento, nos erros comuns associados aos blocos A e B.

Se as tensões de entrada, $v_1(t)$ e $v_2(t)$, forem do tipo

$$v_1(t) = A \cos(\omega t)$$

$$v_2(t) = B \cos(\omega t + \Phi)$$

A tensão contínua que se obtém na saída é dada por:

$$V_o = \frac{(V_{Max} - V_{Min})\Phi}{2\pi} + \frac{V_{Max} + V_{Min}}{2}$$

em que

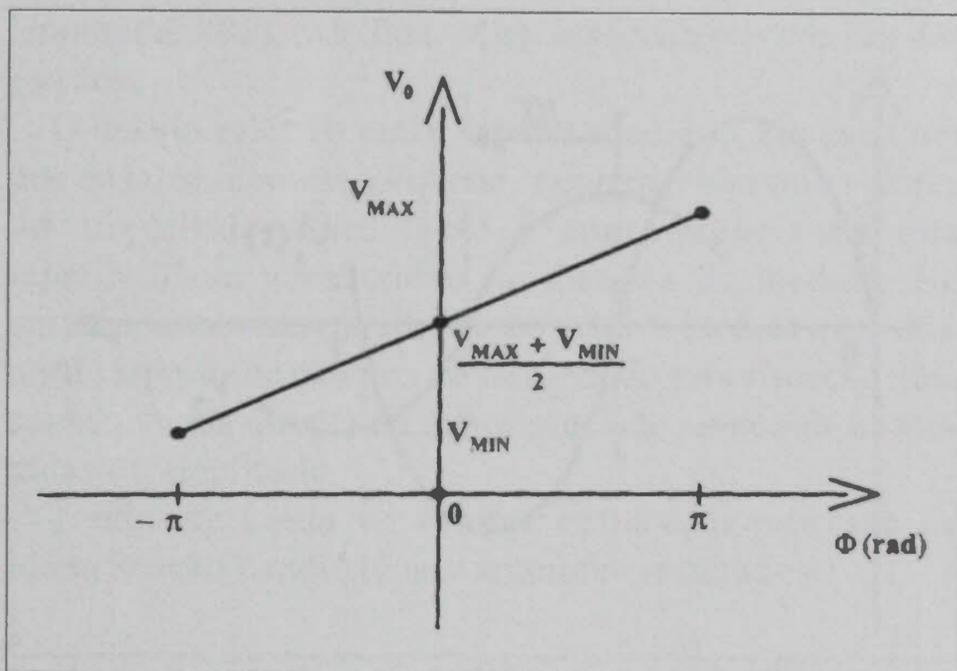


Fig. 7 - Função de transferência do fasímetro da Figura 6.

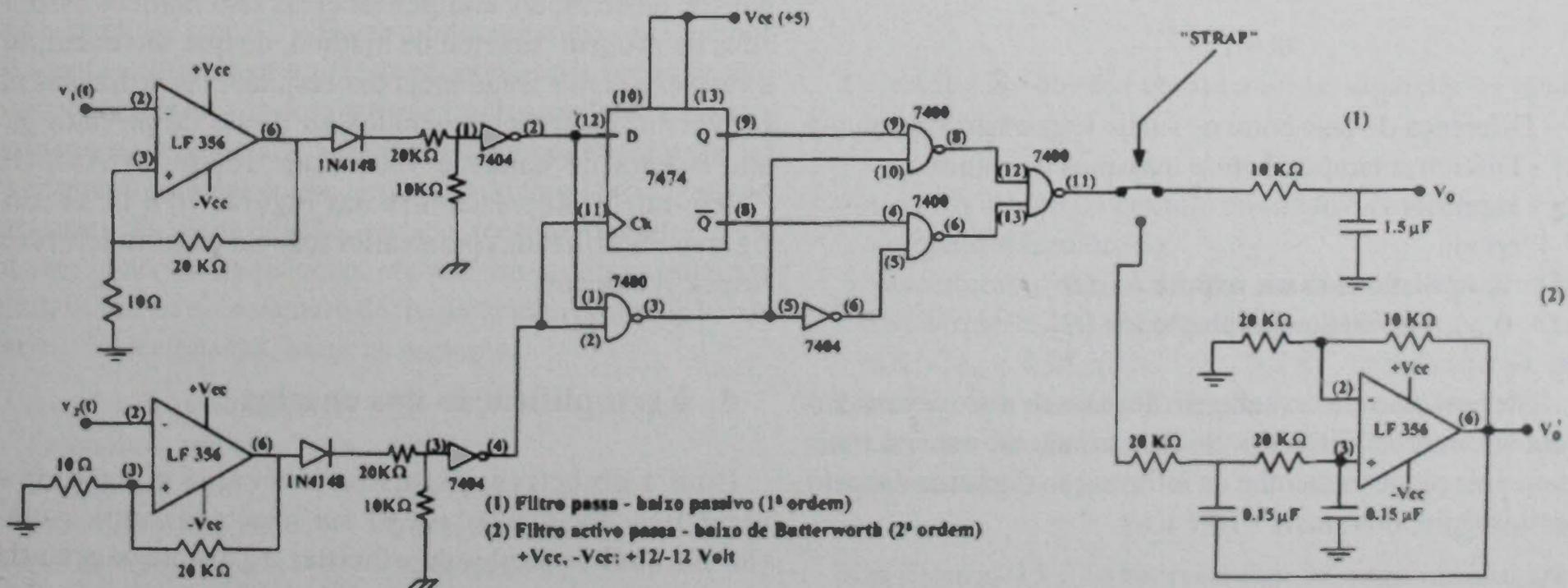


Fig. 8 - Diagrama geral do fasímetro.

- V_o - Tensão de saída (componente contínua)
- Φ - Diferença de fase entre os sinais $v_1(t)$ e $v_2(t)$
- V_{Max} - Tensão máxima de saída do bloco C (Nível lógico 1)⁽³⁾
- V_{Min} - Tensão mínima de saída do bloco C (Nível lógico 0)

Obtém-se deste modo uma relação linear entre o valor da tensão, que é lida pelo multímetro, e a diferença de fase associada aos sinais $v_1(t)$ e $v_2(t)$.

Representa-se na Figura 7 a função de transferência deste circuito.

Na Figura 8 representa-se o diagrama geral deste circuito.

2.4.2. Osciloscópio

Neste caso a diferença de fase é calculada com base nos sinais $v_1(t)$ e $v_2(t)$ digitalizados no osciloscópio e recolhidos no computador pessoal via GPIB. Representa-se na Figura 9 o diagrama do princípio de medida utilizado nesta situação.

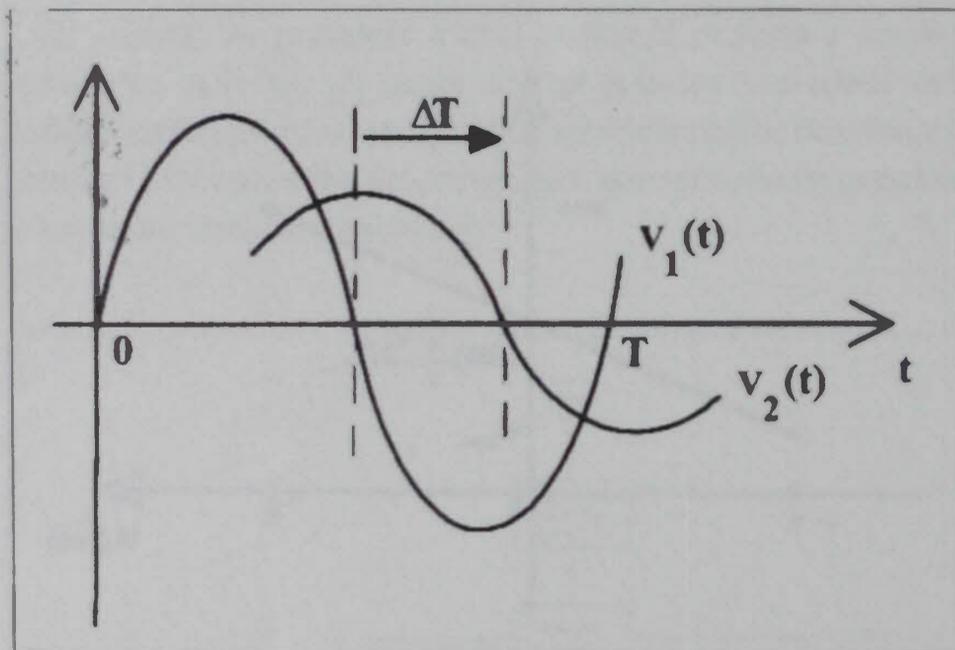


Fig. 9 - Leitura de fase com base nas formas de onda digitalizadas.

A diferença de fase que se obém é dada por

$$\Phi = 2\pi \frac{\Delta T}{T}$$

- Φ - Diferença de fase entre os sinais $v_1(t)$ e $v_2(t)$ (rad.)
- ΔT - Diferença temporal entre máximos ou mínimos sucessivos
- T - Período
- $\Delta T > 0$, $v_2(t)$ atrasado em relação a $v_1(t)$
- $\Delta T < 0$, $v_1(t)$ atrasado em relação a $v_2(t)$

Este processo tem a vantagem de garantir maior exactidão para a leitura da diferença de fase, sendo no entanto mais lento pois requer a recolha da informação digitalizada, pelo osciloscópio, dos sinais $v_1(t)$ e $v_2(t)$.

3. Programas: rotina de medida

No desenvolvimento do programa de medida dedicou-se especial atenção a dois aspectos:

- Elevada gama de variação dinâmica dos valores a medir;
- Exactidão de resultados.

Em relação ao primeiro aspecto, foram desenvolvidas subrotinas que asseguram a selecção adequada do ganho do conversor e das escalas dos equipamentos de medida. Relativamente ao segundo aspecto referido, para além dos cuidados relacionados com a escolha dos equipamentos e componentes utilizados no sistema de medida, foram desenvolvidas rotinas de ajuste de ganho, de ajuste da tensão de ensaio e de calibração. Esta última permite verificar o correcto funcionamento do sistema de medida com base em impedâncias padrão e determinar factores de calibração para os valores de

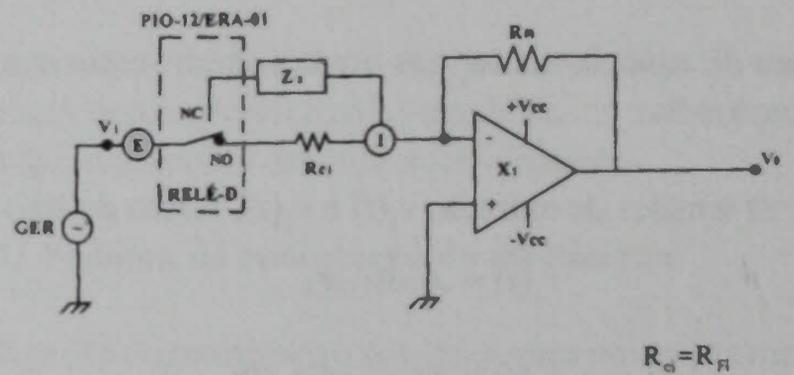


Fig. 10 - Calibração de amplitude (comutador na posição NO).

- R_{ci} - Resistência padrão (precisão = 0,1 %)
- R_{fi} - Resistência de retroacção
- PIO-12/ERA-01 - Placa de relés
- GER - Gerador de sinais
- ⓔ - Terminal de tensão
- ⓐ - Terminal de corrente
- $+V_{cc}$, $-V_{cc}$: +12 V/-12 V

amplitude e fase, medidos com base no fasímetro. Conseguem-se, deste modo, compensar erros sistemáticos associados ao próprio sistema de medida, de que são exemplo: a variação com a frequência das resistências utilizadas no conversor, os erros associados ao limite do produto ganho/largura de banda e velocidade limite do AMPOP ("slew-rate"). Representa-se nas Figuras 10 e 11 as configurações utilizadas para calibração de amplitude e fase, respectivamente.

4. Exemplificação dos ensaios

Com o objectivo de ilustrar a técnica de medida e identificação utilizadas vai ser analisada uma situação na qual se pretende efectuar a caracterização de um dipolo com base em medidas de impedância. Representa-se na Figura 12 o circuito utilizado neste ensaio.

⁽³⁾ Utiliza-se lógica positiva na correspondência entre valores lógicos e níveis de tensão.

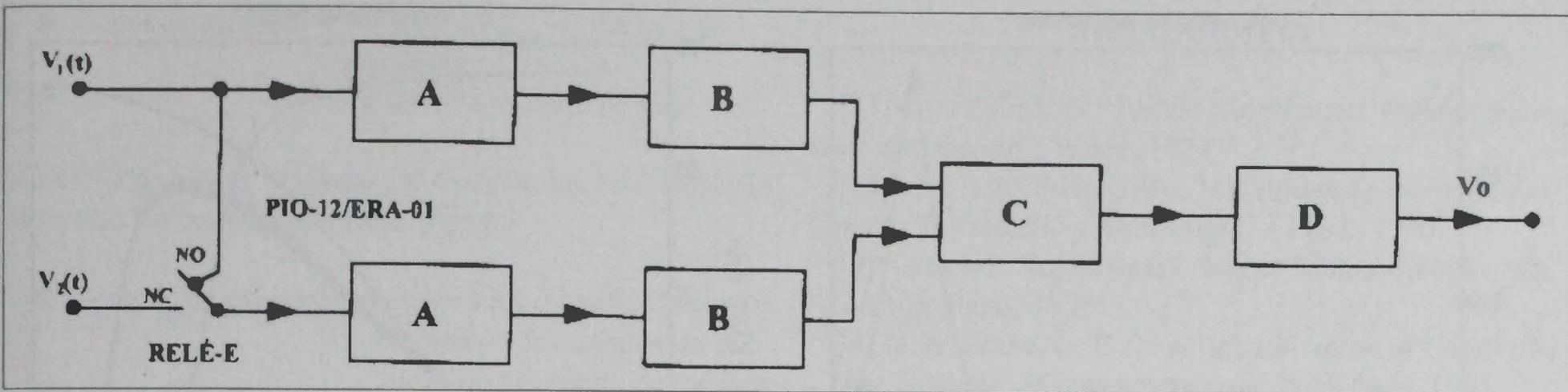


Fig. 11 - Calibração de fase (comutador na posição NO).

- A - Comparador com histerese ("Schmitt - Trigger")
- B - Rectificador / Limitador
- C - Circuito lógico (Detector de fase digital)
- D - Filtro passa - baixo
- PIO-12/ERA-01 - Placa de relés

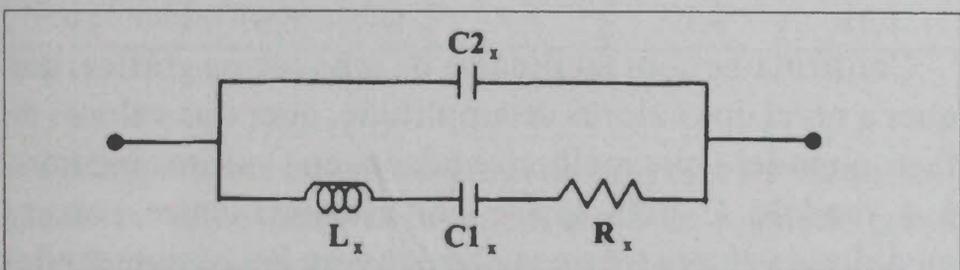


Fig. 12 - Circuito utilizado para exemplificação da técnica utilizada no processo de identificação e extracção de parâmetros.

- R_x - Década de resistência JAY-Instruments Type-R20
- L_x - Década de indutâncias Lionmount Type-LD3
- $C1_x$ - Década de condensadores Cornell-Dubilier Modelo-CDC3
- $C2_x$ - Década de condensadores Cornell-Dubilier Modelo-CDB3

Como pressuposto ao processo de identificação, considera-se que a configuração do circuito é desconhecida, pelo que se vai analisar o desempenho relativo de três modelos tipo para descrever o seu comportamento. Neste processo de identificação foram considerados três modelos: modelo A (RLC paralelo); modelo B (RLC série) e modelo C (RLC1 série, paralelo com C2). Deste modo, o modelo que melhor se adapta ao circuito é aquele que conduz, após optimização, a um valor mínimo do desvio entre valores medidos e valores teóricos associados a cada modelo. Para que fosse possível averiguar a influência que o número de frequências tem no processo de identificação, para o mesmo circuito, e na mesma banda de frequências, efectuaram-se três ensaios nos quais se fez variar o número de frequências. As condições de ensaio seleccionadas foram as seguintes:

- Amplitude do sinal, $V_1(t)$: 2,5 V
- Frequência inicial, f_i : 200 Hz
- Frequência final f_f : 16000 Hz
- Tipo de varimento: Logarítmico
- N.º de frequência: 10 (Ensaio 1)
20 (Ensaio 2)
40 (Ensaio 3)
- Tipo de leitura de fase: Osciloscópio

Apresenta-se na Figura 13 e 14 as características de amplitude, $A(\omega)$, e de fase, $\theta(\omega)$, associadas a cada um dos ensaios.

O desvio relativo entre valores medidos, em cada um dos ensaios, é muito pequeno, em particular nos valores de amplitude. Este facto é consequência da boa repetibilidade e exactidão do sistema de medida. No entanto, estas características são mais evidentes nos valores de amplitude que nos de fase, sendo esta situação uma consequência directa da maior precisão associada às medidas de amplitude.

Tendo em conta os valores obtidos, o processo de identificação conduziu aos seguintes resultados:

Modelo seleccionado: C (configuração RLC₁ paralelo com C₂)

- Valor dos parâmetros:
- $R_x = 216,1 \Omega$
 - $L_x = 9,8 \text{ mH}$
 - $C1_x = 1,290 \mu\text{F}$
 - $C2_x = 25,2 \text{ nF}$

Os resultados obtidos consideram-se satisfatórios tendo em consideração que:

- A configuração do circuito ensaiado é coincidente com o modelo seleccionado;
- Nas leituras efectuadas com o medidor de impedâncias ESI Model - 252 obteve-se $R_x = 216,3 \Omega$, $L_x = 9,82 \text{ mH}$, $C1_x = 1,28 \mu\text{F}$, $C2_x = 25,2 \text{ nF}$, registando-se um desvio máximo de 0,8 % entre o valor destas leituras e o valor dos parâmetros obtidos com base no sistema de medida.

Nas Figuras 15 e 16 representam-se, num mesmo gráfico, as curvas de amplitude e fase associadas a cada um dos modelos e os valores medidos, representados pelo caracter '+'.
+

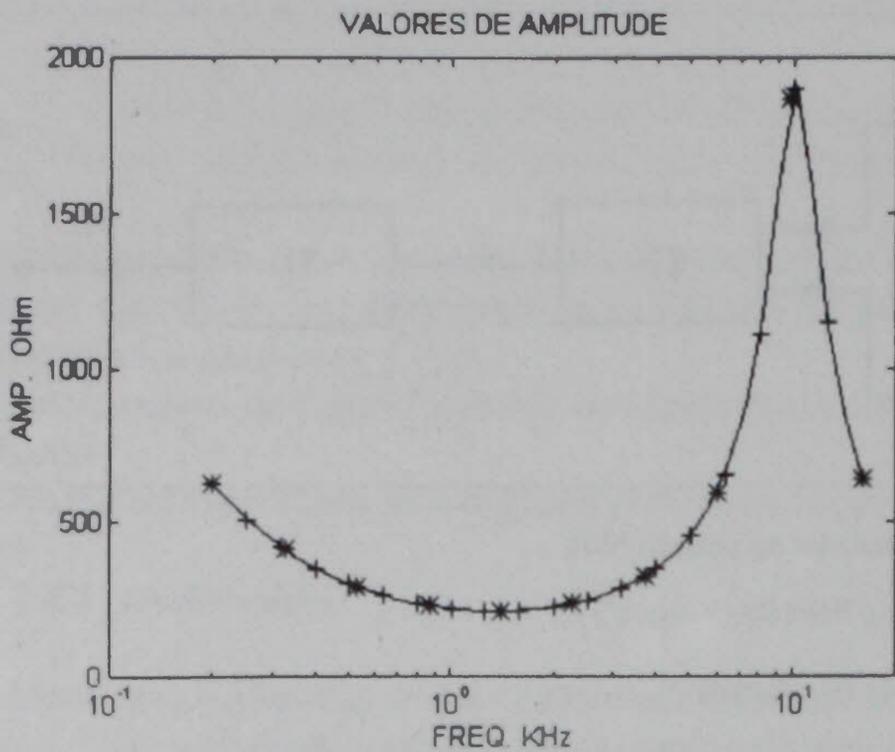


Fig. 13 - Característica de amplitude, $A(\omega)$, associada a cada um dos ensaios.
*: ensaio 1; +: ensaio2; -: ensaio 3 (linha contínua).

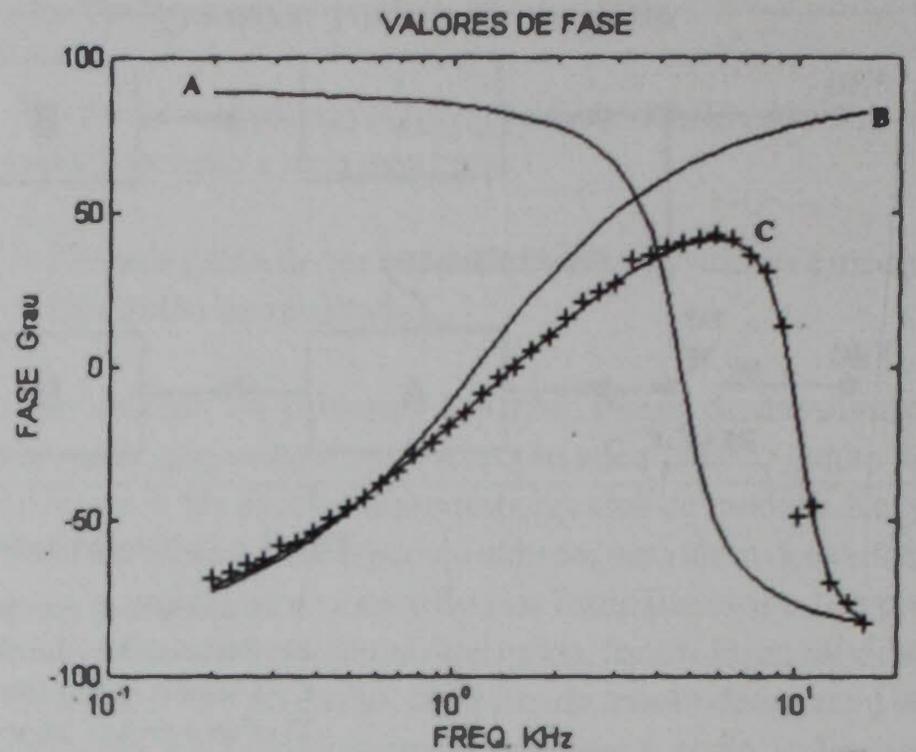


Fig. 16 - Afastamento entre valores de fase medidos (+) e curvas $\theta(\omega)$ associadas a cada um dos modelos.

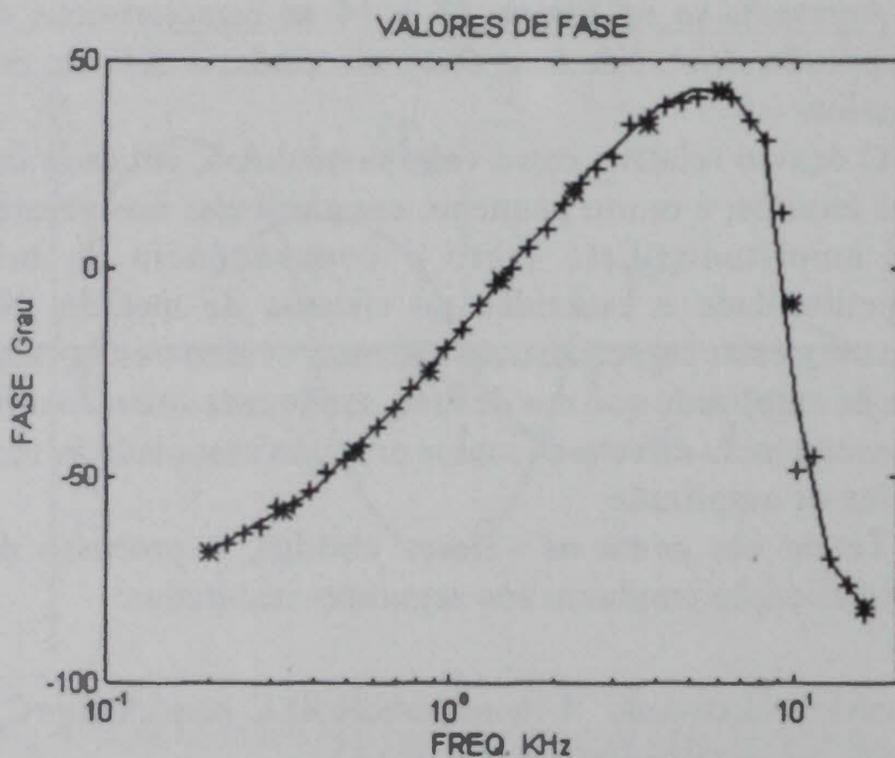


Fig. 14 - Característica de fase, $\theta(\omega)$, associada a cada um dos ensaios.
*: ensaio 1; +: ensaio2; -: ensaio 3 (linha contínua).

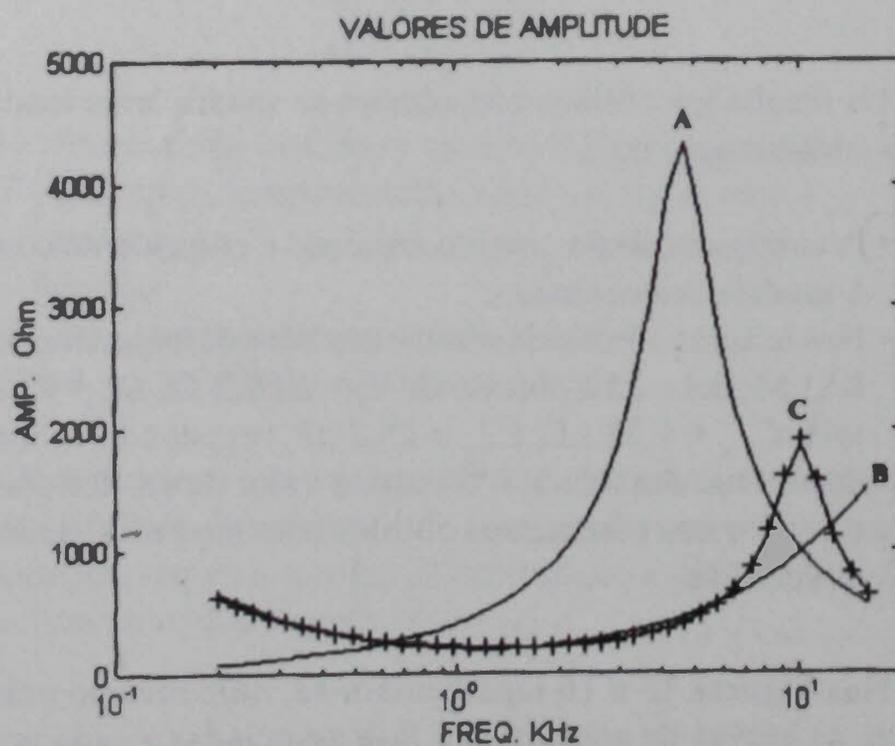


Fig. 15 - Afastamento entre valores de amplitude medidos (+) e curvas $A(\omega)$ associadas a cada um dos ensaios.

Confirma-se com facilidade, de uma forma gráfica, que quer a nível dos valores de amplitude, quer dos valores de fase, o modelo que melhor se adapta aos valores medidos é o modelo C pela quase coincidência entre valores medidos e valores teóricos obtidos com base nesse modelo. O valor médio do desvio relativo para os valores de amplitude é de 0,98 % e o desvio médio absoluto para os valores de fase é igual a 1,6 grau, constituindo deste modo o modelo uma boa representação do sistema na gama de frequência ensaiadas.

5. Características básicas do sistema de medida e suas principais limitações

- Largura de banda: 20 Hz a 50 kHz

O limite inferior encontra-se condicionado pelo multímetro e o limite superior pelo produto ganho/largura de banda do AMPOP utilizado no conversor.

- Exactidão: 1 % na medida de amplitude
2° na medida de fase

O factor condicionante em termos de exactidão nas medidas de amplitude é o multímetro e nas medidas de fase o osciloscópio. É de notar que, sendo o ensaio realizado num conjunto de 10, 20, 40, 60, 100 ou 200 pontos, os valores de exactidão referidos deverão ser considerados como majorantes dos erros dado que não foi considerado o cancelamento estatísticos dos desvios em torno do seu valor médio.

- Repetibilidade: 1500 p.p.m. na medida de amplitude
1° na medida de fase



- Gama de medida: $10^{-4} R_{fm}$ a $10 R_{fm}$ na medida de amplitude
0° a 360° na medida de fase

sendo⁽⁴⁾ R_{fm} o valor máximo das resistências de retroacção utilizadas no conversor corrente/tensão.

- Tempos de execução: regista-se no Quadro 1 os valores típicos dos tempos de execução do programa de medida em função do modo seleccionado.

Quadro 1

Valores típicos dos tempos de medida.

Item	MODO 0	MODO 1	MODO 2
Tempo médio/frequência(s)	4,8	11,4	19,5

Relativamente ao tempo gasto no processo de identificação o seu valor médio é da ordem dos 30 s, tomando como referência um modelo de três parâmetros e um desvio de 10 % entre estimativa inicial e solução obtida após optimização.

⁽⁴⁾ $R_{fm} < 500 \text{ k}\Omega$.

BIBLIOGRAFIA

[1] Pieter Eykchoff, "System Identification: Parameter and State Estimation", Wiley, 1974.
 [2] P. M. B. da Silva Girão, "Instrumentação e Medidas", Cap. 1 - Introdução à Metrologia, AEIST, 1990
 [3] Andrew P. Sage, James L. Melsa, "System Identification", Academic Press, 1971.
 [4] N. K. Sinha, G. P. Rao, "Identification of Continuous - Time Systems", Kluwer Academic Publishers, 1991.
 [5] Torsten Soderstrom, Petre Stoica, "System Identification", Prentice Hall, 1989.
 [6] Jer-Nan Juang, "Applied System Identification", Prentice Hall, 1994.
 [7] Keithley Metrabyte, "Parallel Digital Interface Board (PIO-12)", 1993.
 [8] Keithley Metrabyte, "Interface Model MBC-488", 1989.
 [9] Keithley Metrabyte, "Electromechanical, 8-channel SPDT Relay (ERA-01)", 1993.
 [10] Hewlett Packard, "Network/Spectrum Analyzer - HP4195-A", 1998.
 [11] Wavetek, "Function Generator - Model 80", 1992.
 [12] Yokogawa, "Digital Oscilloscope - Model DL1200", 1991.
 [13] Yokogawa, "Digital Multimeter - Model 7551", 1989.
 [14] Hewlett Packard, "Function Generator - HP33120A", 1992.

Simpósio no Brasil sobre Novas Tecnologias Digitais

Vivemos num mundo dominado pelas imagens e um momento histórico complexo, onde avanços tecnológicos coexistem com problemas sociais. A valorização da linguagem gráfica reflecte-se no quotidiano das pessoas, na escola e no trabalho.

Inovações tecnológicas nas áreas da informática, telecomunicações e sensórica remota transformaram os modos de produção, aquisição, processamento comunicação e actualização da geo-informação. Mapas e representação gráfica têm um papel relevante no processo de compreensão e transformação da realidade.

O simpósio **GeoDigital 96** é o primeiro evento a aproximar educadores, investigadores, especialistas

e empresários, unindo as diferentes áreas – Geografia, Cartografia, Informática, Geoprocessamento e Educação – numa única abordagem e discussão sobre os avanços tecnológicos e sua aplicação no ensino e no planeamento ambiental.

Entre os seus objectivos conta-se a apresentação de novos produtos digitais em Geografia e Cartografia, tais como mapas e atlas electrónicos interactivos, SIG (Sistema de Informação Geográfica), bancos de dados e mapas na Internet (World Wide Web); destacar o papel das novas tecnologias no ensino e na investigação em Geografia, Cartografia; promover a cooperação entre países, encorajando a criação de bancos de dados geoespaciais digitais,

nos níveis regional e nacional, direccionados para a Educação e Planeamento; discutir as mais recentes tecnologias geomáticas como ferramentas para o planeamento do desenvolvimento sustentável.

Na oportunidade haverá cursos, tutoriais e oficinas, bem como visitas técnicas.

Este Simpósio Internacional sobre Novas Tecnologias Digitais em Geografia e Cartografia realiza-se em São Paulo, entre 25 e 28 de Novembro de 1996, no Departamento de Geografia FFCLH-USP.

Informações: LEMADI, Av. Prof. Lineu Prestes, 338, Predio de Geografia e História, Cidade Universitária, São Paulo, CEP 05508-900, Brasil - Fax (011) 818 31 59, e-mail: lemadi@org.usp.br