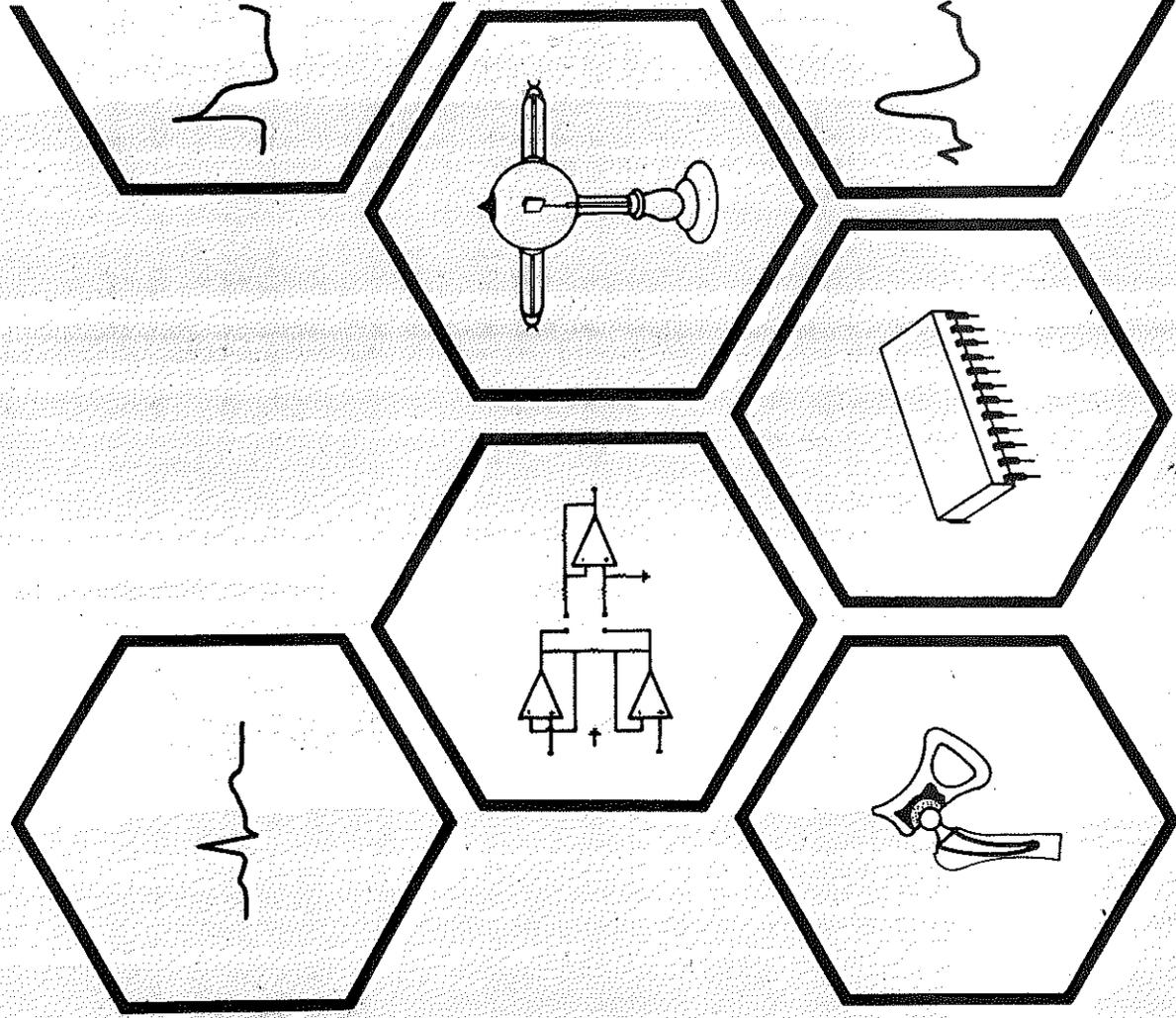


IX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP

- DE 03 A 06 DE SETEMBRO DE 1985 -
CAMPINAS - SP



**TRABALHOS
COMPLETOS**

SISTEMA ELETROMÉTRICO DIGITAL COMPUTERIZADO
PARA DOSÍMETRO DE ELETRETO

por

P.E. CRUVINEL¹, S. MASCARENHAS², A.R.D. RODRIGUES³, M.A.C. FARIAS⁴

ABSTRACT -- This work is a contribution to the development of instrumentation based on Brazilian research and technology. A Digital Computerized Eletrometric System for radiation dosimetry with electrets was developed and built by us. It may be used in hospitals, research laboratories, nuclear centers, dosimetry systems in general and has also possible application in soil physics. This system allows the measurement of the charge on the dosimeter and corresponding dose as well as the identification of up to 1024 users.

The Digital Computerized Eletrometric Systems (SEDDE) may be operated in two modes: automatic and manual. In the automatic mode the data is processed with a microcomputer of 8 bits which uses a microprocessor Z80 as a central unit. This arrangement allows the measurement of the dosimeter's performance such as decay and leakage.

The daily data from the system may be obtained as a printout sheet or in magnetic tape. The Software was developed so as to have great flexibility to allow several possibilities for the output data presentation such as: integrated charge, dose for any time period (hourly, daily, weekly, monthly).

The system has the further advantage of serving as a "clock register" for the hospital or unit being served. In the nonautomatic mode the dose and the identification code of the user may be obtained.

INTRODUÇÃO

Foi desenvolvido e construído um Sistema Eletrométrico Digital Computerizado para dosimetria com eletretos, com aplicações em hospitais, laboratórios de pesquisa, centros nucleares, dosimetria de radiações em geral e possíveis aplicações em Física de sólidos.

¹Pesquisador, Embrapa UAPDIA, São Carlos, SP, Rua XV de novembro, 1452

²Pesquisador, Embrapa UAPDIA e Instituto de Física e Química de São Carlos, USP, São Carlos, SP, Rua XV de novembro, 1452

³Pesquisador, Instituto de Física e Química de São Carlos, USP, São Carlos, SP, Avenida Dr. Carlos Botelho, 1465

⁴Pesquisadora, UNICAMP, Campinas, SP, Barão Geraldo, Cx.Pst. 1170

O instrumento permite a medida de carga e dose bem como a identificação de até 1024 dosímetros e pode operar na forma automatizada ou no modo manual.

Na forma automatizada oferece a possibilidade de processar os dados através de um microcomputador de 8 bits, o qual utiliza como unidade central de processamento um microcomputador Z80. Nessa forma tem-se a medida da carga e da dose, estabelecimento de histórico dos dosímetros e a identificação mediante um circuito optoeletrônico de leitura.

O programa operacional do sistema possibilita várias possibilidades de uso, tais como:

- operação convencional
- listagem de vários usuários ou dosímetros via monitor de vídeo
- listagem de vários usuários ou dosímetros via impressora
- leitura contínua de carga
- operação via impressora

Entretanto, o modo não automatizado possibilita a medida da carga superficial equivalente do eletreto bem como a identificação dos dosímetros.

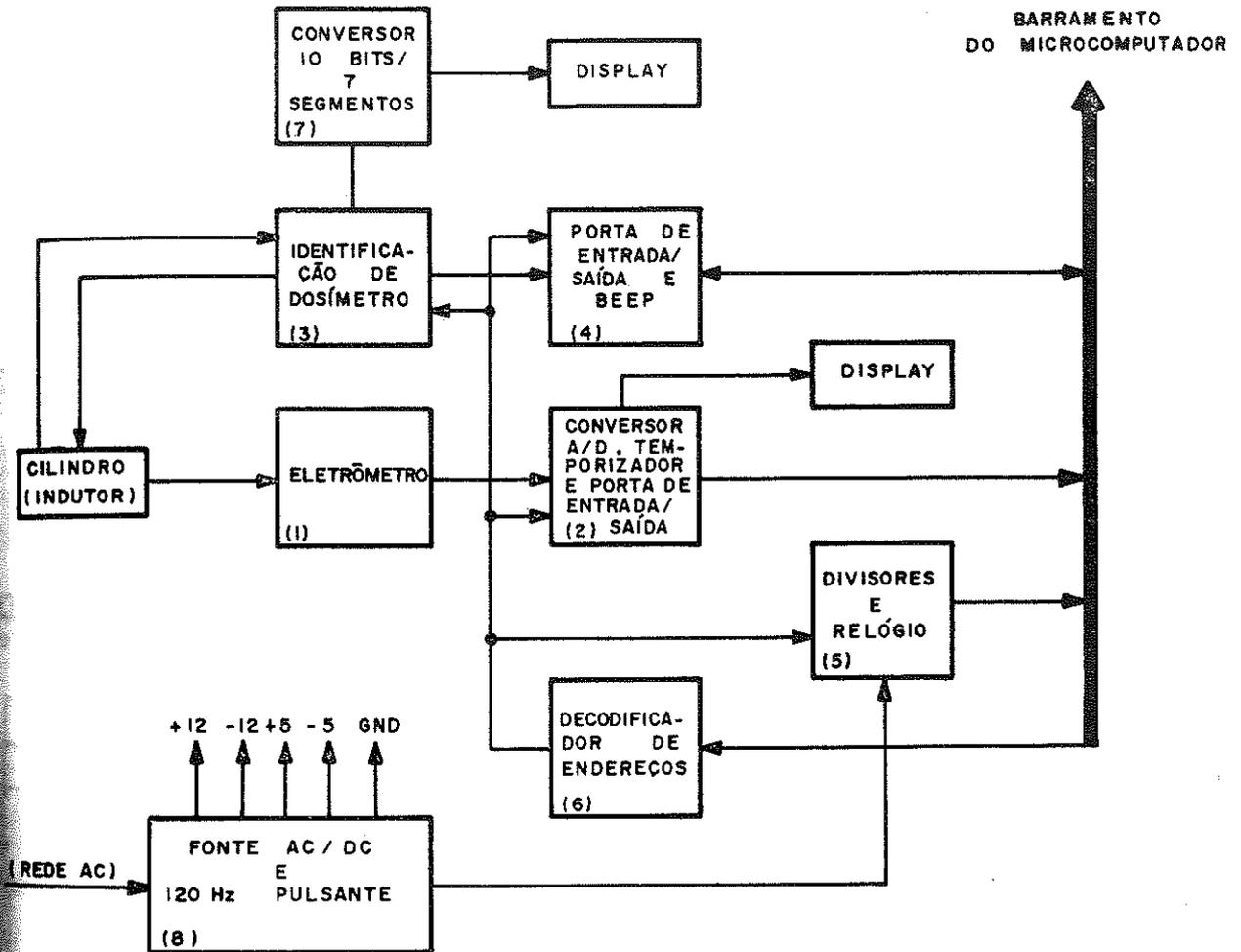
O SISTEMA ELETRÔNICO E O PROGRAMA OPERACIONAL

O sistema eletrônico

O Sistema Eletrométrico Digital Computerizado é composto basicamente por oito subsistemas, os quais são vistos no diagrama de blocos apresentado na figura 1.

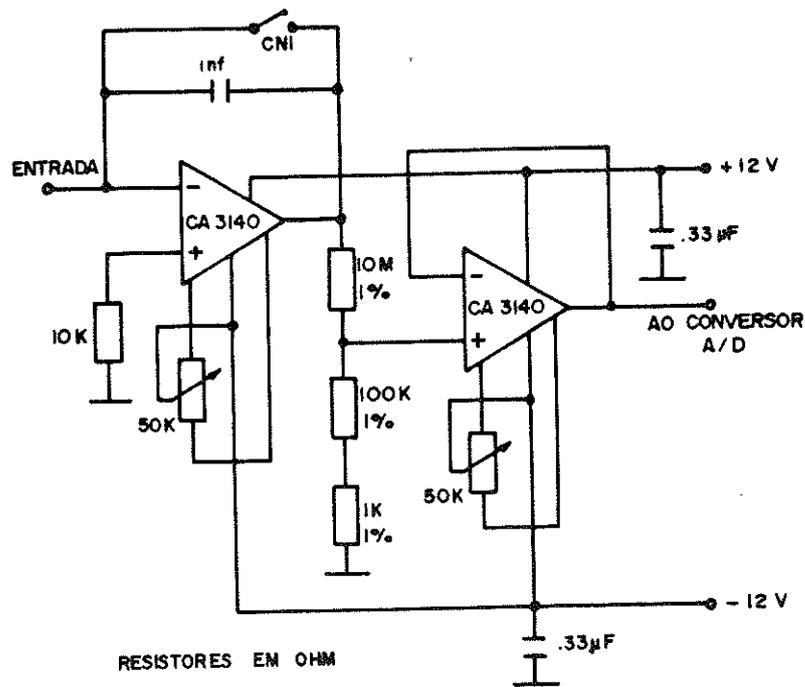
Aos oito blocos são incorporados dois conjuntos de displays os quais fornecem a identificação e a carga de um dosímetro em análise.

Os blocos podem ser ordenados como a seguir, segundo o diagrama esquemático:



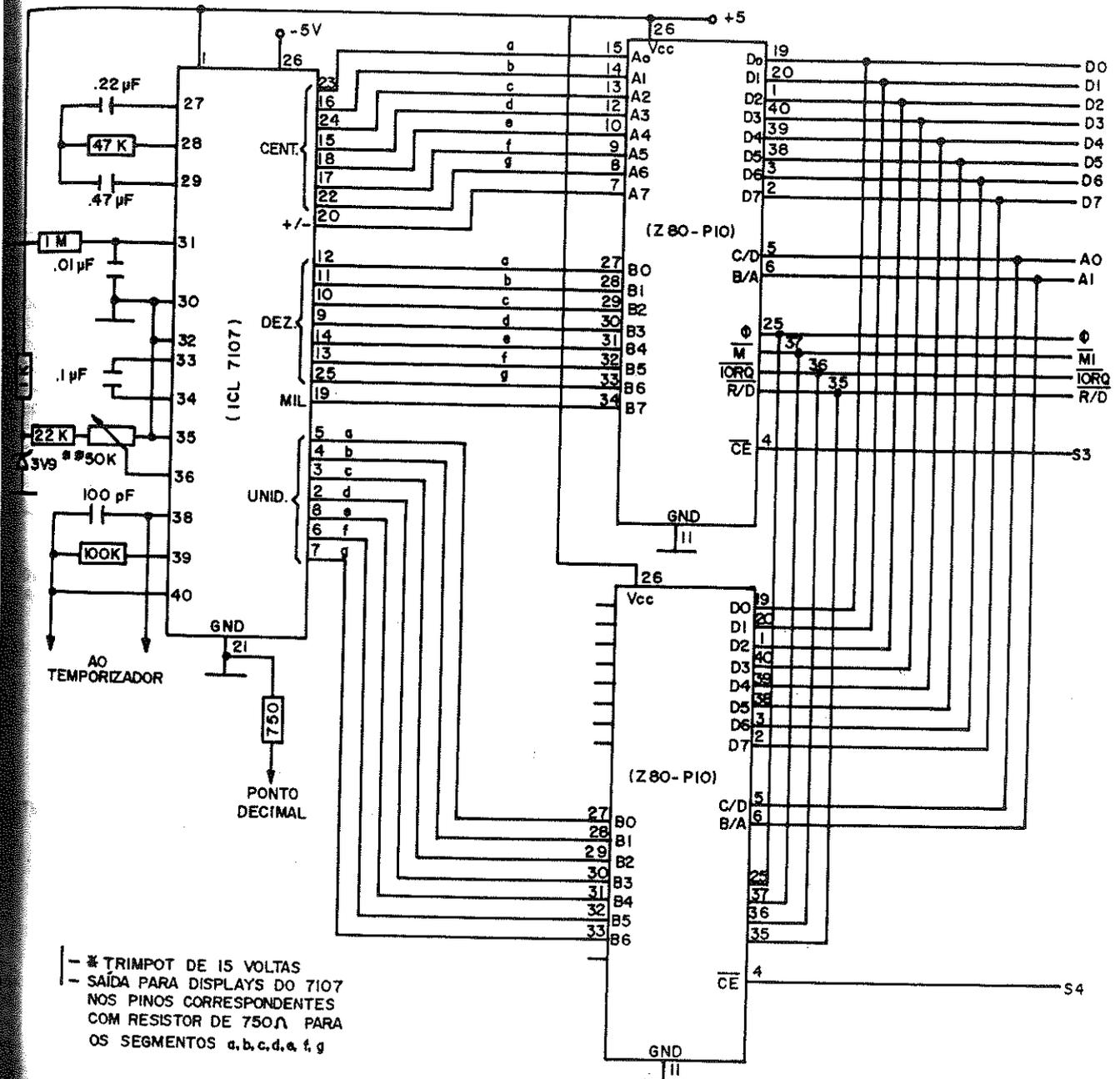
"Figura 1. Diagrama de blocos do Sistema Eletrométrico Computerizado"

(1) Eletrômetro-- O Eletrômetro tem como finalidade, medir a carga equivalente da superfície do eletreto. Esta medida fornece uma indicação de radiação à qual o dosímetro foi exposto. A figura 2 apresenta o circuito do eletrômetro.



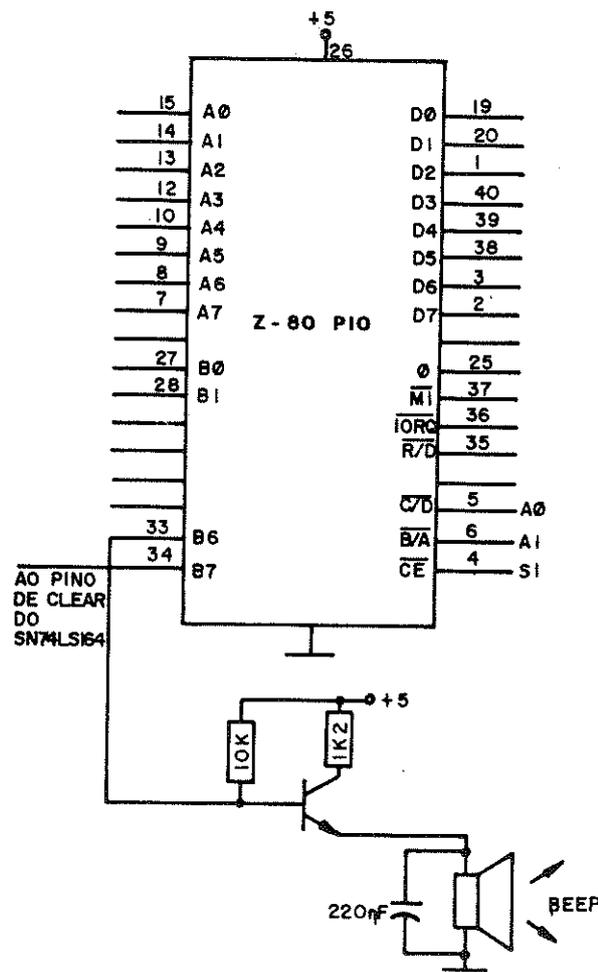
"figura 2. Circuito do Eletrômetro"

(2) Conversor analógico/digital e portas de entrada e saída de dados-- O conversor Analógico/Digital tem a finalidade de converter o sinal analógico proveniente do eletrômetro em um sinal digital e as portas de entrada e saída de dados possibilitam o interfaceamento do sistema de medida com o microcomputador. A figura 3, apresenta o circuito referente ao conversor A/D e a porta de Entrada e Saída de Dados.



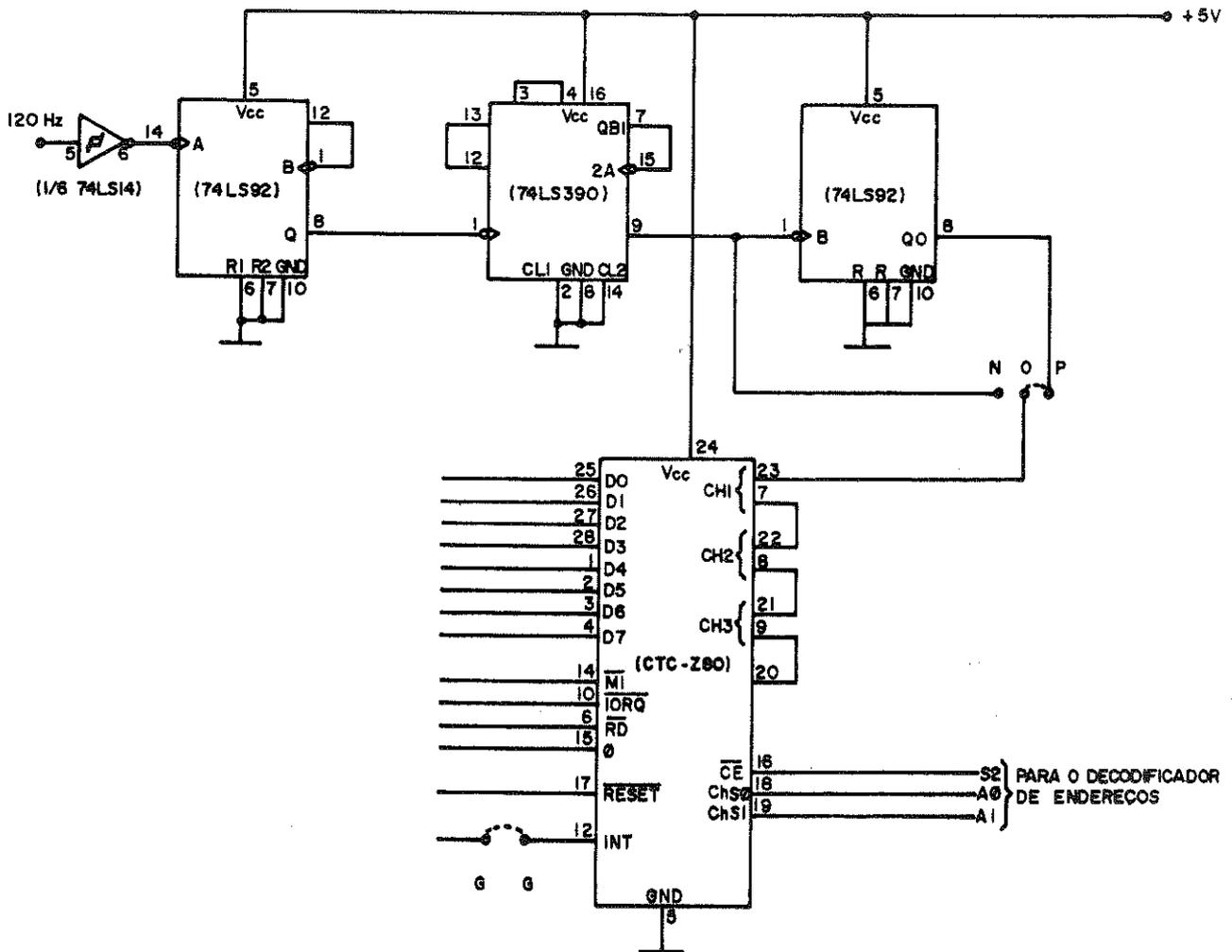
"Figura 3. Conversor A/D e portas de Entrada e Saída de Dados"

(4) Porta de entrada e saída de dados e beep-- Este subsistema tem a finalidade de enviar ao microcomputador os dados do circuito identificador e, sinalizar a presença de um dosímetro no estágio de medida. A figura 5 apresenta o diagrama esquemático da porta de Entrada e Saída de Dados e Beep:



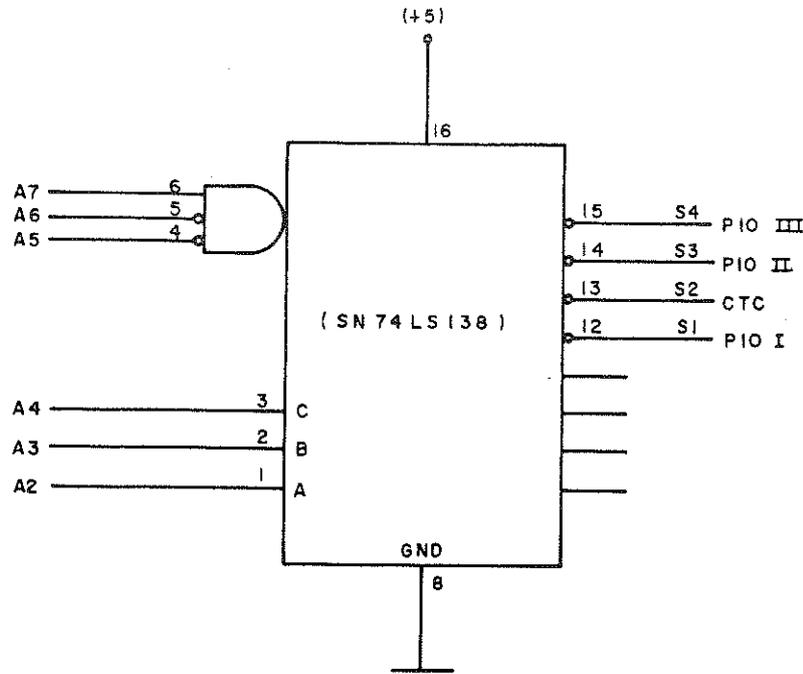
"Figura 5. Porta de Entrada e Saída de Dados e Beep"

(5) Divisores e relógio-- Esses circuitos têm a finalidade de definir o relógio e o calendário do instrumento. A figura 6 apresenta o respectivo diagrama esquemático.



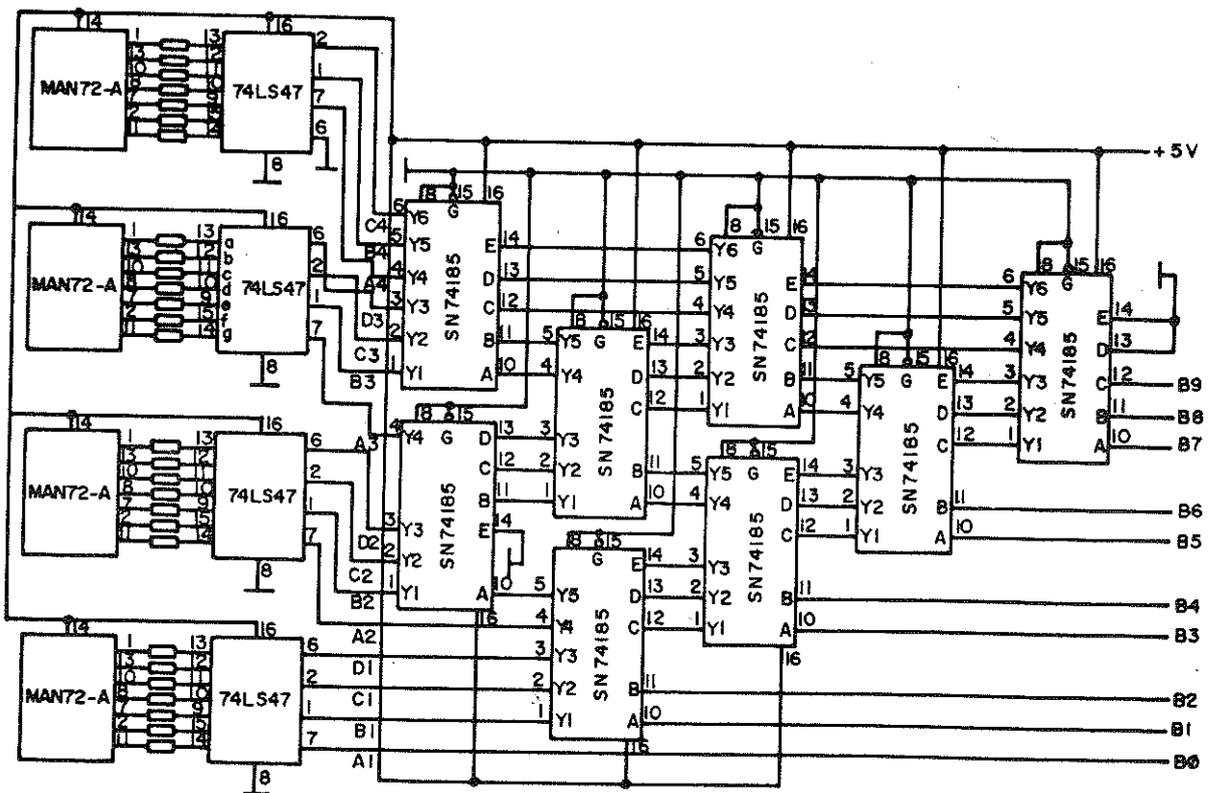
"Figura 6. Divisores e Relógio"

(6) Decodificador de endereços-- Sua finalidade é decodificar os endereços menos significativos do barramento de endereços do microcomputador, gerando os endereços para habilitar as portas de entrada e saída e o contador de tempo programável. A figura 7 apresenta o decodificador de endereços.



"figura 7. Decodificador de Endereços"

(7) Conversor de 10 bits para código de sete segmentos-- O conversor de 10 bits binários em código de sete segmentos é apresentado na figura 8 e utiliza circuitos conversores binário - BCD e BCD - sete segmentos.



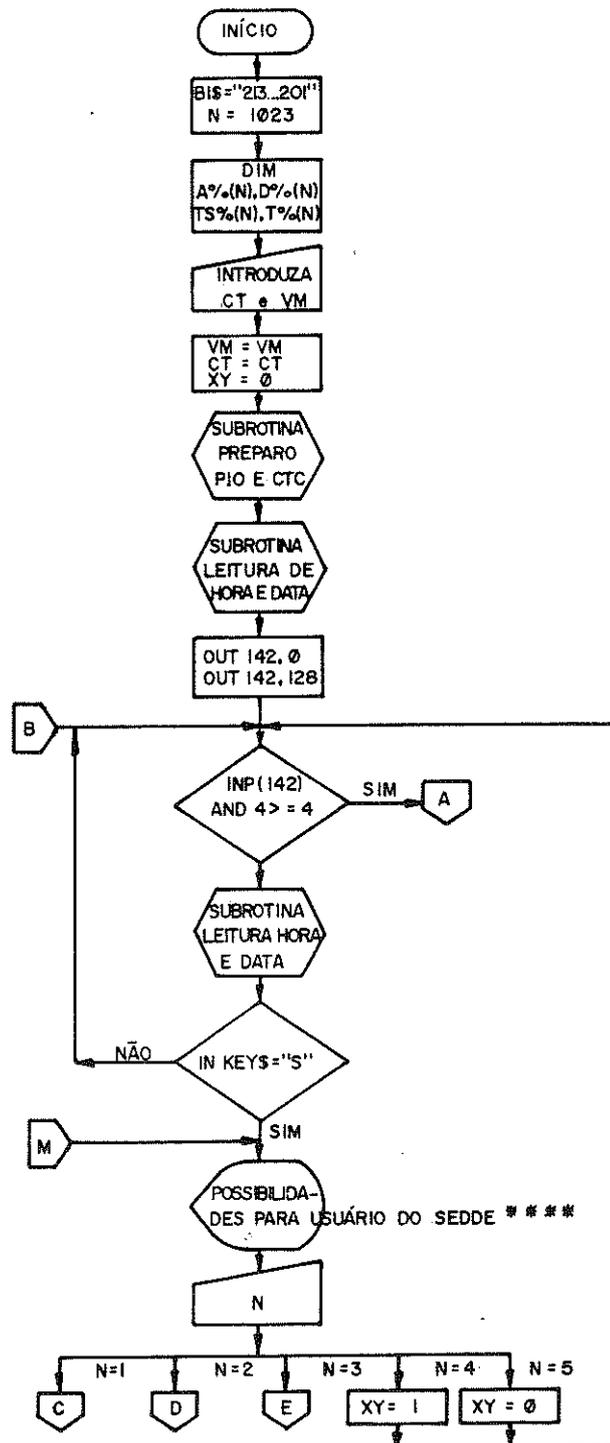
"Figura 8. Conversor 10 bits para código de 7 segmentos"

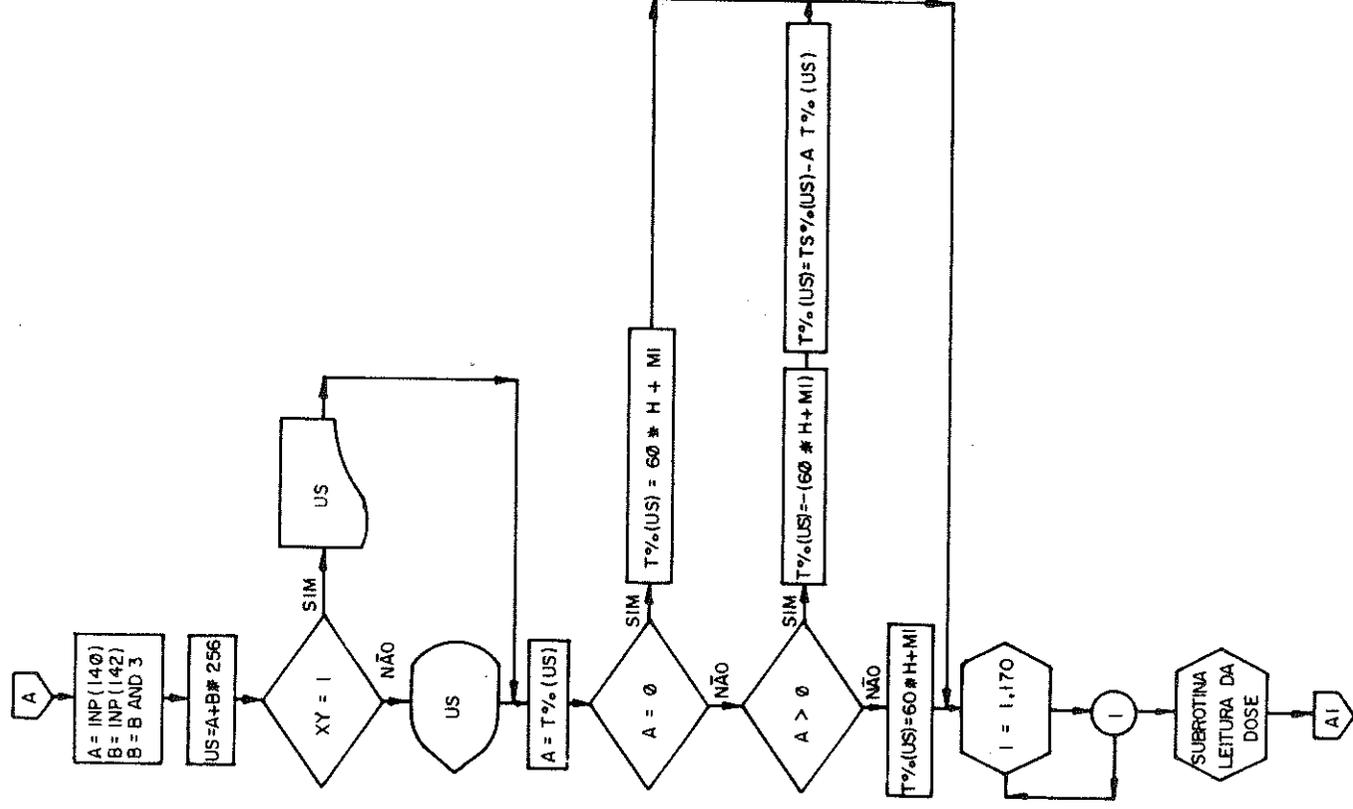
(8) Circuito de fonte de alimentação-- O Circuito de Fonte de alimentação proporciona as alimentação +5, -5, +12, -12 volt e 120 HZ pulsante. Utiliza reguladores de tensão integrados.

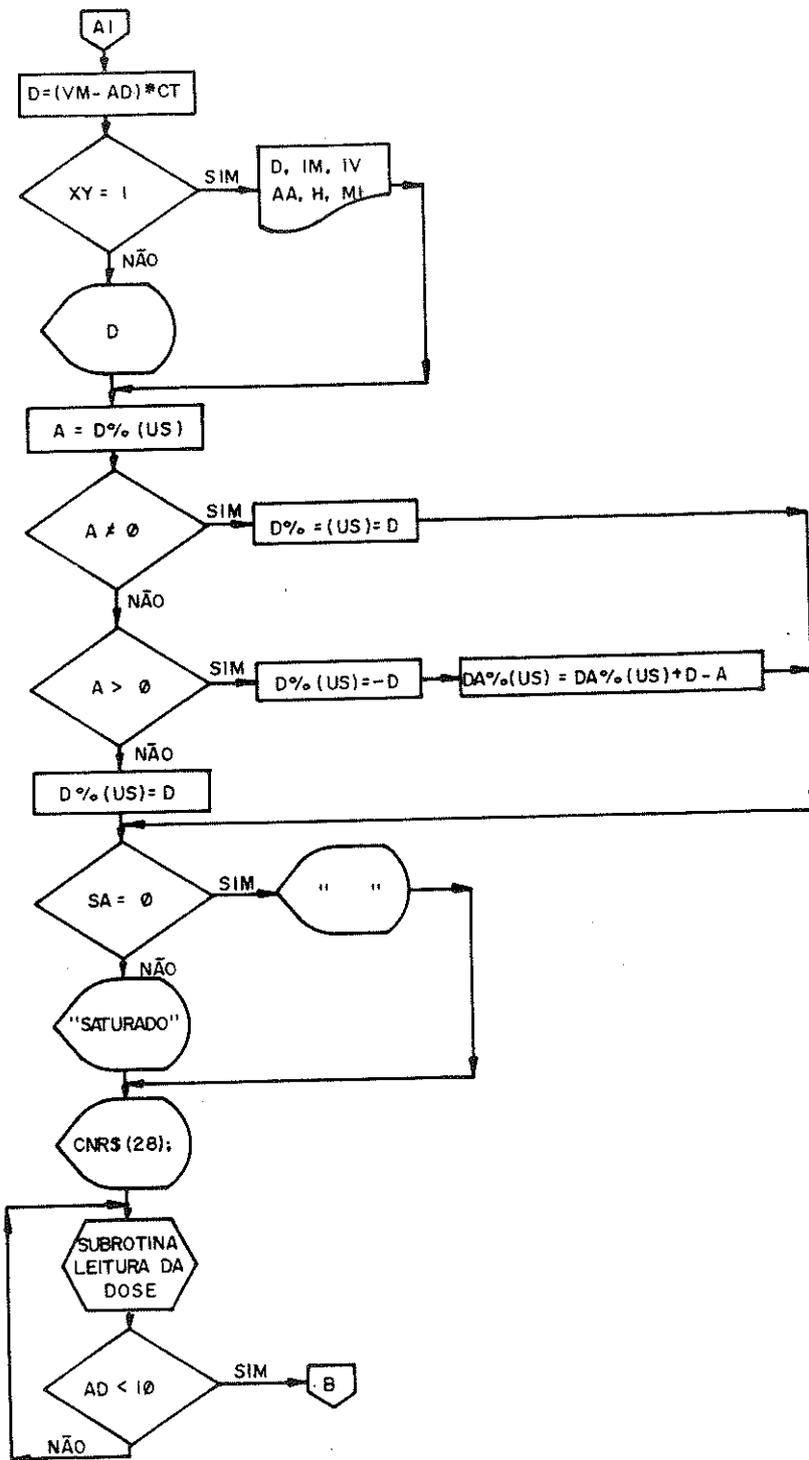
O programa operacional

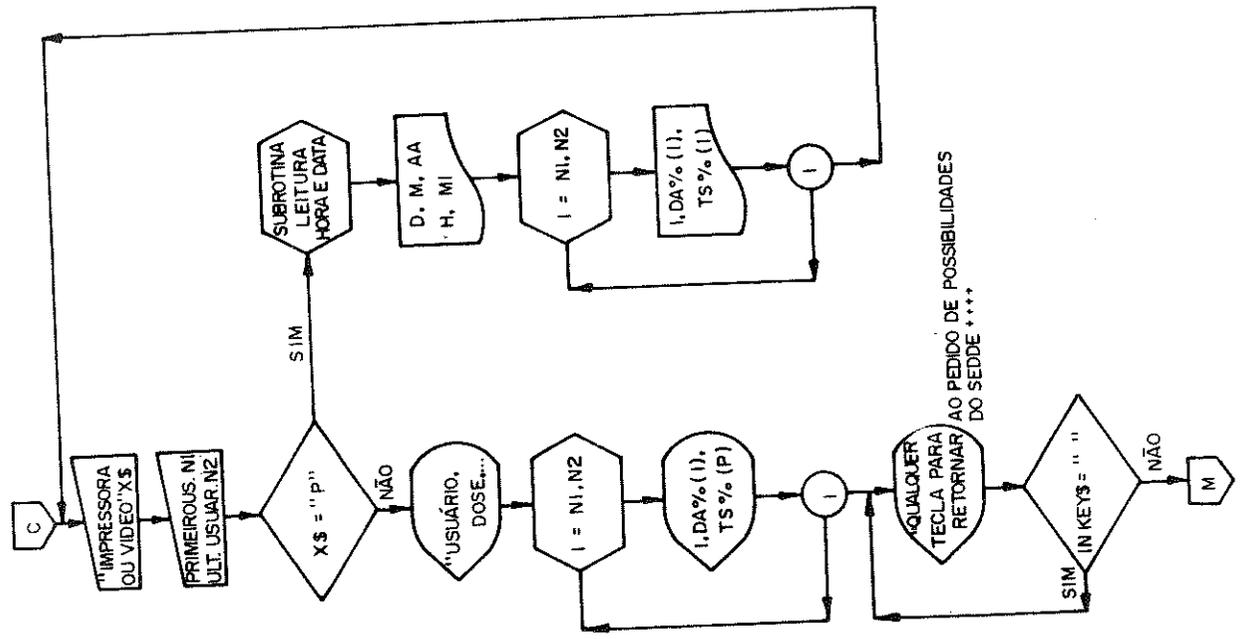
O sistema Eletrométrico Digital foi desenvolvido para operar conjuntamente com um microcomputador, quando na forma automatizada.

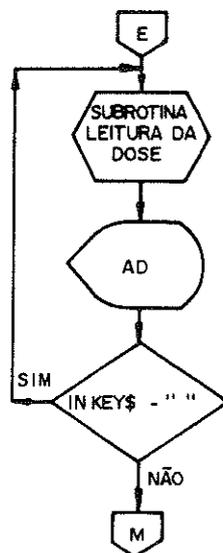
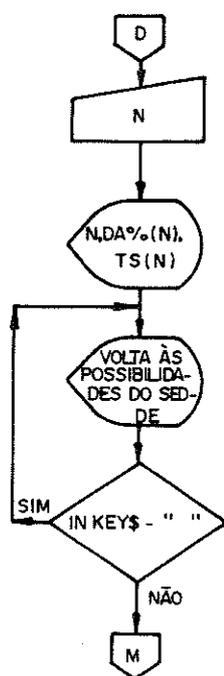
Dessa forma tornou-se necessário a utilização de um programa operacional, o qual foi desenvolvido em linguagem BASIC e linguagem de máquina. A seguir, é apresentado o fluxograma geral do programa operacional.











CONSIDERAÇÕES PRÁTICAS E RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Considerações quanto ao subsistema de identificação de dosímetros ou usuários

Capacidade	1024 dosímetros
Leitura em Display	4 dígitos
Leitura em vídeo ou Impressora	números de caracteres conforme a leitura

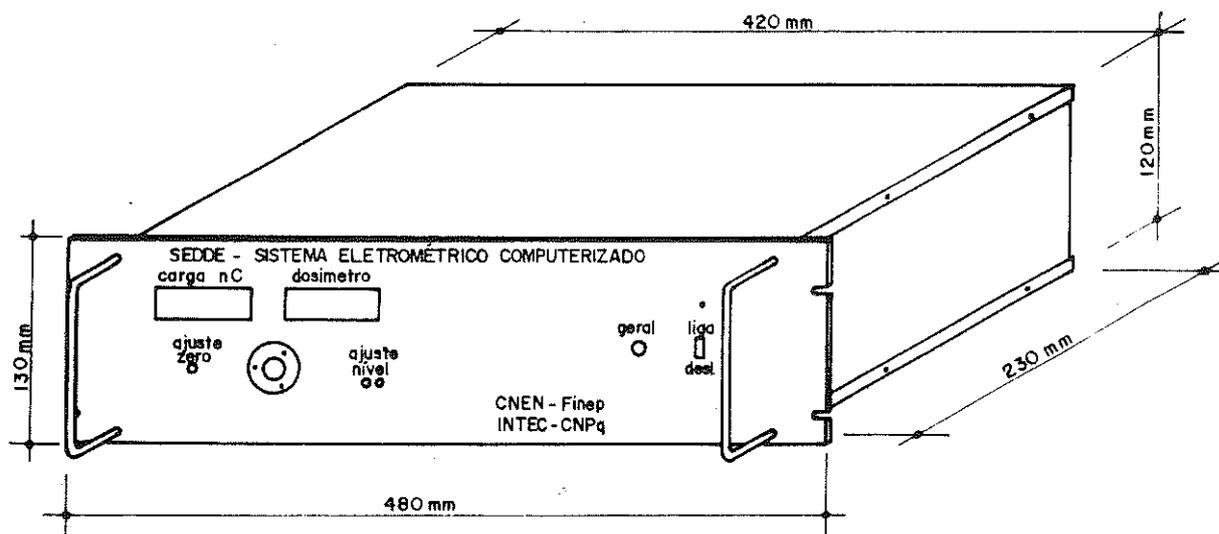
Considerações quanto ao subsistema de medida de carga ou dose de dosímetros ou usuários

Faixa	$\pm 199.9 \times 10E-9 C$
Erro de "Roll over"	erro de 0,2%
Linearidade	erro de 0,2%
Razão de Rejeição de modo comum	32 micro V/V
Ruído	15 micro V com entrada curto circuitada
Impedância de entrada	1 T Ohm
Leitura em Display	3 1/2 dígitos
Leitura em vídeo ou impressora	Número de caracteres conforme a leitura

Considerações quanto às dimensões e peso

Dimensões:

Caixa	-	23cm x 42cm x 12cm
Painel	-	48cm x 13cm
Peso	-	5,9Kg



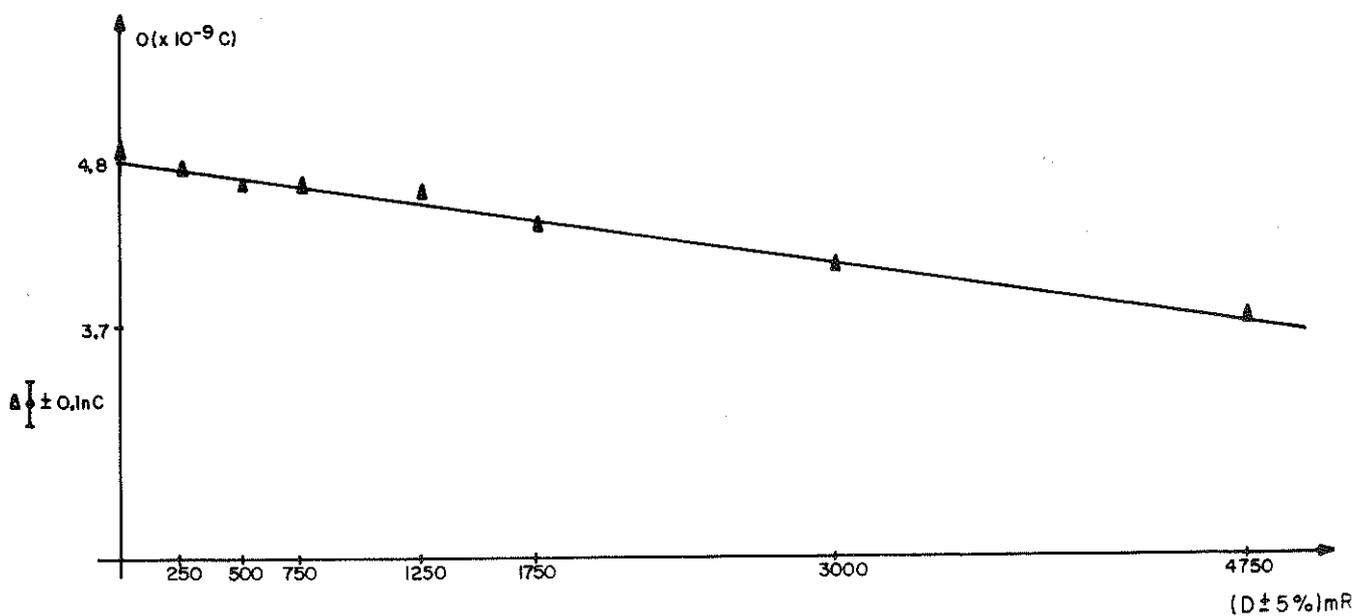
"Figura 9. Vista mecânica do SEDDE"

Resultados experimentais

Os resultados comparativos da simulação com os dosímetros codificados nº 18 e nº 5 respectivamente sob exposição de raio gama (Fonte ^{60}Co) e raio X (10 mA, 60 KV), utilizando o Sistema Eletrométrico Digital Computerizado (SEDDE) e um eletrômetro Digital Keithley, são apresentados nas figuras 10 e 11.

Dosímetro nº 18--

Dose (mR)	0	250	500	750	1280	1750	3000	4750
Carga (nC) - SEDDE	4,8	4,6	4,4	4,3	3,9	3,8	3,4	2,8
Carga (nC) - Keithley	4,9	4,6	4,4	4,3	3,9	3,7	3,4	2,3



"Figura 10. Resultado com raio gama - Dosímetro nº 18"

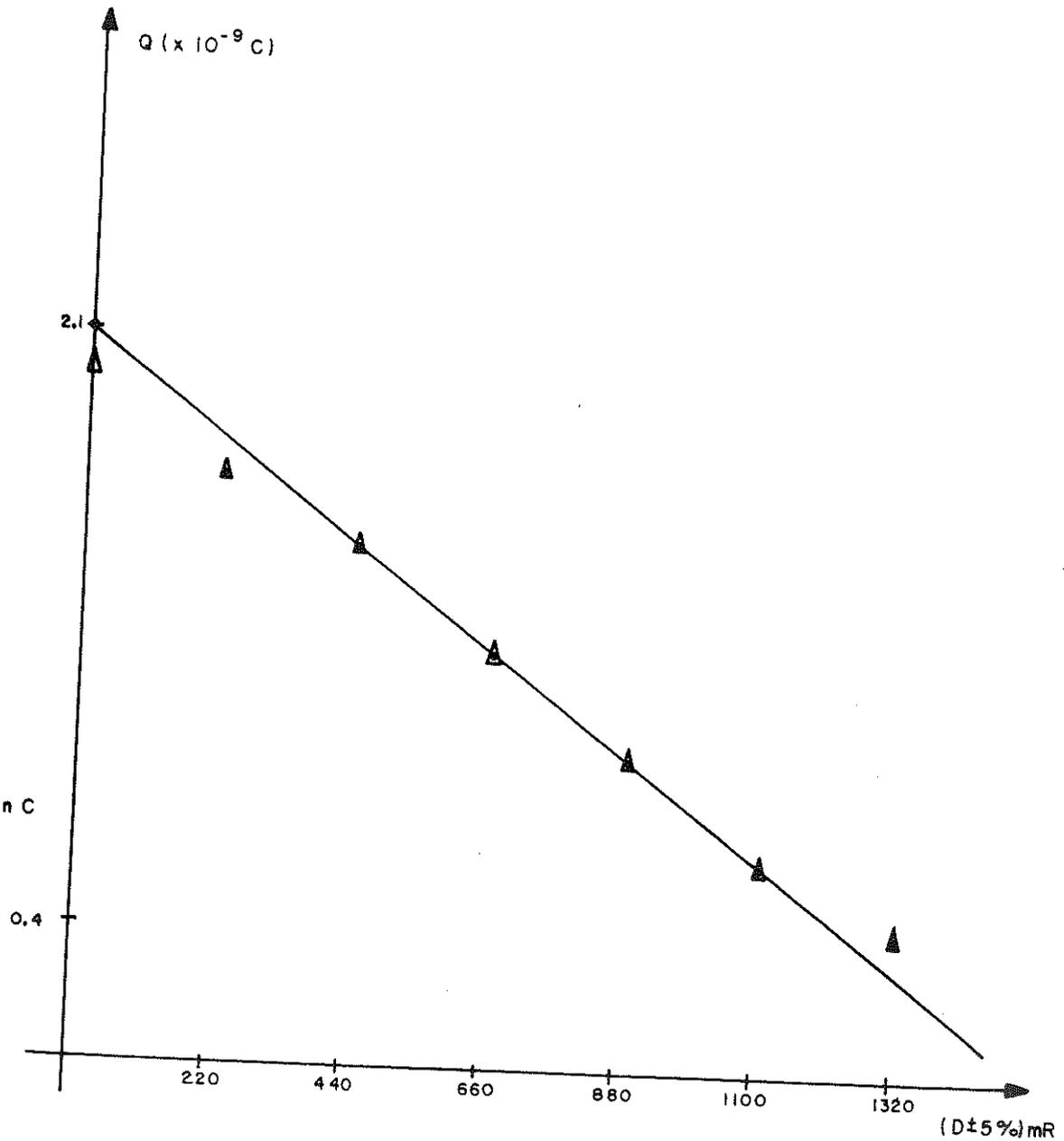
$$Q = -404,2 \times 10^{-6} D + 4,6; r^2 = 0,96$$

. - medida com o SEDDE

Δ - medida com o Keithley

Dosímetro nº 5--

Dose (mR)	0	220	440	660	880	1100	1320
Carga (nC) - SEDDE	2,1	1,7	1,5	1,2	0,9	0,6	0,4
Carga (nC) - Keithley	2,0	1,7	1,5	1,2	0,9	0,6	0,4



"Figura 11. Resultado com raio X - Dosímetro nº 5"

$$Q = -1,2 \times 10E-3 D + 2,1; r = 0,99$$

. - medida com o SEDDE

△ - medida com o Keithley

CONCLUSÕES

A pesquisa assume aspectos amplos tanto na área de eletretos como na área de instrumentação eletrônica aplicada em dosimetria de radiação.

O presente trabalho caracteriza possibilidades brasileiras em pesquisas no campo da instrumentação eletrônica aplicada a este campo.

Abordaremos aqui, uma síntese das várias conclusões tiradas durante o período de pesquisa, do desenvolvimento e desempenho do presente trabalho.

- a) Fácil ajuste e calibração apresentando características confiáveis quanto ao seu desempenho.
- b) O estágio de medida da carga superficial equivalente do eletreto apresenta compensação de "offset" e autozeramento do integrador ativo.
- c) A verificação do desempenho em tempo real durante um período de 170 horas mostrou a viabilidade do Sistema em uso contínuo.
- d) Medidas com exposição a raios gama e raios X, mostraram a possibilidade de uso em dosimetria de radiação e em particular à dosimetria de monitoração pessoal.
- e) Apresenta possibilidades de operar na forma automática juntamente com um microcomputador, bem como na forma manual com medida de carga equivalente do eletreto e identificação do usuário.
- f) É viável para estudos de estabilidade da carga em dosímetros de eletreto.
- g) Apresenta a possibilidade de ser utilizado como livro de ponto em hospitais, laboratórios de pesquisa e Centros Nucleares.

AGRADECIMENTOS

A CNEM, FINEP, INTEC, CNPq e à EMBRAPA/UAPDIA, pelo apoio financeiro e institucional.

REFERÊNCIAS

- GROSS, B. (1979), Revista Ciência e Cultura.
- GUERRINI, O. (1982), Investigações sobre dosimetria com eletretos, Tese de mestrado, IFQSC-USP, São Carlos.