

SISTEMA AUTOMÁTICO PARA AVALIAÇÃO DE CAMPOS IONIZANTES

N. L. Pimenta e S. J. Calil

Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica - FUCAPI
Fundação Universidade do Amazonas - FUA

RESUMO

O sistema desenvolvido para avaliação de campos ionizantes consiste em um manipulador cartesiano tridimensional, capaz de posicionar uma câmara de ionização em qualquer ponto do espaço. O comando e controle do sistema é efetuado utilizando-se de um microcomputador IBM. O sistema objetivou o estudo de curvas de isodose de fontes ionizantes, verificando o desempenho real dos equipamentos radioterapêuticos. Para tanto, o sinal captado em cada ponto desejado, é amplificado por um eletrômetro, digitalizado e guardado numa matriz de dados. Pode-se traçar as curvas de isodose no terminal de vídeo, bem como obter o resultado em uma impressora matricial.

INTRODUÇÃO

O tratamento de tecidos cancerosos por fontes radioativas como Cobalto 60 ou acelerador linear, necessita que esses equipamentos estejam funcionando com a máxima precisão quanto a intensidade de radiação emitida, evitando-se qualquer efeito colateral, por exemplo a destruição de células sadias nas vizinhanças dos tecidos a serem tratados. A análise do comportamento desses equipamentos, só pode ser conseguida com o conhecimento das curvas de isodose. A dose absorvida é a grandeza de maior significado em radioterapia e radiobiologia, já que define a energia que fica realmente retida no meio de interesse. Apesar da existência de diversos métodos para medida de dose, o mais usual ainda continua sendo, o rastreamento de um meio simulador (água) com uma câmara de ionização. Neste procedimento aplica-se a fonte radioativa sobre o meio simulador deslocando-se a câmara de ionização ao longo de todo o plano desejado, realizando-se leituras de dose em cada ponto de interesse. Na verdade, não se trabalha com o valor absoluto da dose, mas com a porcentagem em relação ao valor máximo encontrado. Dessa forma, após ter-se calculado a porcentagem de dose em cada ponto, executa-se o traçado das curvas de isodose (pontos do espaço com a mesma porcentagem de dose).

DESENVOLVIMENTO

Manipulador Cartesiano:

As exigências para traçado das curvas de isodose implicam em se dispor de um dispositivo mecânico capaz de posicionar a câmara de ionização em qualquer ponto do meio simulador, desejado pelo usuário (vi-

de figura 1). Visto tratar-se do deslocamento de uma carga muito leve (câmara de ionização) não ocorrerá problema em relação ao torque dos motores.

O acionamento para este projeto foi implementado com motores de passo. Apesar de sua limitação de torque, o que neste caso mostra-se totalmente irrelevante, a facilidade de operação em sistemas digitais, bom desempenho em sistemas de malha aberta, foram vantagens definitivas na escolha deste tipo de motor.

Após a decisão quanto ao tipo de acionamento, faz-se necessária a decisão pelo tipo de transmissão do movimento. Dentro das opções apresentadas pelo atual estado da arte e visando uma boa relação custo x benefício, utilizou-se um sistema composto por correias sincronizadoras e polias anti-derrapantes. Entre as principais vantagens deste sistema, pode-se relacionar em especial o engrenamento anti-derrapante, ausência de lubrificação, folga mínima entre os dentes e a correia, leveza e operação silenciosa.

A figura 2 mostra a configuração final do manipulador. O motor 1 movimenta o conjunto formado pelo braço horizontal e vertical na direção Z, através do jogo de correias 1 e 3, do eixo e correia 2.

O braço vertical está rigidamente preso a um carro móvel, constituído por chapas metálicas que deslizam através de rolamento na superfície do braço horizontal (vide figura 3). O motor 2 aciona através do conjunto de polia e correia o carro móvel e o braço vertical na direção X. Um sistema similar desloca outro carro móvel sobre o braço vertical, onde está rigidamente presa a câmara de ionização.

Sistema de controle e aquisição de dados:

O sistema de controle e aquisição de dados, tanto no seu hardware quanto software, foram implementados para a tarefa específica de deslocar tridimensionalmente uma câmara de ionização em um meio líquido, sendo os valores lidos, digitalizados e armazenados na memória do microcomputador.

Como circuito de comando e controle dos motores de passo, foi utilizada a porta paralela programável 8255, compatível com o barramento do microcomputador IBM modelo XT. As entradas dos motores de passo foram ligadas às portas programáveis do circui-

to integrado 8255. Para proteção do micro foram acrescentados acopladores óticos que funcionam como interfaceamento entre o 8255 e o circuito de potência (vide figura 4). Para controle da velocidade dos motores de passo foi utilizado o circuito timer programável 8253. A saída do 8253 foi conectada à interrupção de nível 3 (IRQ3) do controlador de interrupção c.i. 8259.

Como circuitos de chaveamento utilizou-se o integrado L9222, que possui 4 transistores com capacidade de corrente de 1,4A e tensão de 12V (vide figura 5).

Como na aplicação das curvas de isodose só interessam valores percentuais inteiros, neste trabalho foi utilizado como conversor AD o integrado 0803 de 8 bits que fornece a resolução necessária para este trabalho. É importante que a câmara de ionização se desloque só após o sinal ter sido digitalizado, e em seguida guardado na matriz de dados. É certo que esta exigência é cumprida, já que o sinal INTR do 0803 está ligado diretamente ao pino IRQ2 do controlador de interrupção e os sinais IRQ3 e IRQ2 são hierarquizados.

O software para procedimento das tarefas foi desenvolvido totalmente em linguagem C.

RESULTADOS

Foram realizados diversos teste tanto nos braços e carro móvel, verificando-se a precisão de posicionamento e repetibilidade do movimento.

Para o braço horizontal, observou-se principalmente que o erro de posicionamento fosse inferior a 1mm.

Para execução das medidas utilizou-se um relógio comparador MITUTOYO precisão de 0,01 mm. Este ensaio foi realizado três vezes nas mesmas condições e distâncias apresentadas, obtendo-se resultados idênticos. A tabela 1 demonstra os resultados obtidos.

Seguindo a mesma filosofia de teste, obtiveram-se resultados para o carro móvel, apresentados na tabela 2. Pela análise, desses resultados, observa-se o bom desempenho dentro da precisão desejada (1,0mm).

Os resultados quanto ao tratamento gráfico e aquisição de dados, foram analisados através de simulação, já que ensaios com a câmara de ionização não foram possíveis devido a não disponibilidade tanto deste dispositivo quanto do eletrômetro. Sendo o objetivo deste teste verificar a capacidade de armazenamento dos dados bem como o traçado correto das curvas de isodose a partir desses dados, desenvolveu-se um modelo que simulasse os campos ionizantes. Para tanto foi usada uma fonte de tensão variável, valor máximo 5V e resolução de 0,01 V marca TEKTRONICS, controlada manualmente. Tomando-se a opção da varredura de um plano, a cada um centímetro de deslocamento, aplicou-se um valor de tensão tal que a matriz de dados ficou como a apresentada na figura 6.

A partir destes dados foram calculados os percentuais de dose, tendo como valor máximo 5V. Em segui-

da foram traçados, com auxílio dos programas de busca e tratamento gráfico, as curvas de percentagem de tensão máxima conforme demonstrado na fig.7. A comparação das curvas traçadas sobre a matriz de dados com as obtidas no terminal de vídeo demonstra o perfeito funcionamento do sistema.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a FUCAPI - Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica, a FUA - Fundação Universidade do Amazonas e UNICAMP - Universidade de Campinas pelo apoio a este projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) ATTIX, F. H., "Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry", Prentice Hall, New York, 1986.
- 2) GUPTA, S. K., CUNNINGHAM, J.R., "Measurement of tissue-air ratios and scatter functions", British Journal of Radiology, England, (39) : 7-15, 1986.
- 3) HAROLD, J. E., CUNNINGHAM, J.R., "The Physics of Radiology", Prentice Hall, Springfield Illinois : 90-250, 1983.
- 4) International Commission on Radiation Units and Measurements, "Measurements of absorbed dose in a phantom irradiated by a single beam of X-Ray of Gamma Ray", Washington DC: 1-30, 1973.
- 5) Oriental Motors, "Technics Information on Step Motor": 10-80, USA, 1989.
- 6) SILVA, E. N. "Projeto de um robô mecânico destinado a inserção de circuitos integrados em placas de circuito impresso": EPUSP, Brasil, 60-120 1990.
- 7) TOMPKINS, W. J., WEBSTER, J. G. "Interfacing Sensors to the IBM PC": Prentice Hall, (1), 1-90, USA 1988.

ENDEREÇO PARA CONTATO

Nilmar Lins Pimenta
 Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica - FUCAPI
 Av. Gov. Danilo Azevedo, 381 - Distrito Industrial
 CEP 69075 - 130 - MANAUS-AMAZONAS
 Fone: 092. 237-5858 - Ramais: 2037/2038
 Fax.: 092. 237.5950
 Telex: 092. 1030 FUPI-AM

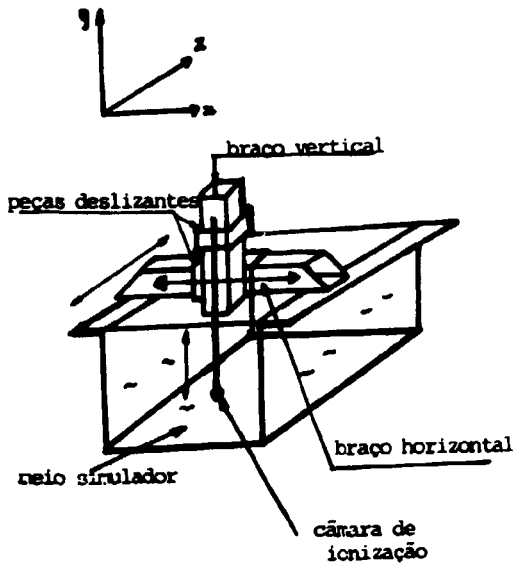
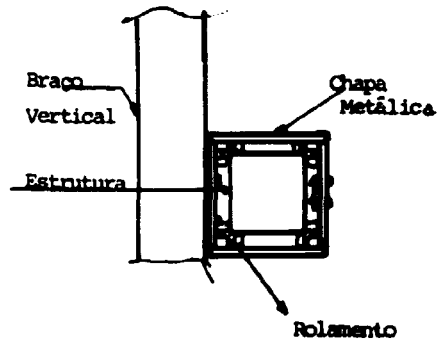
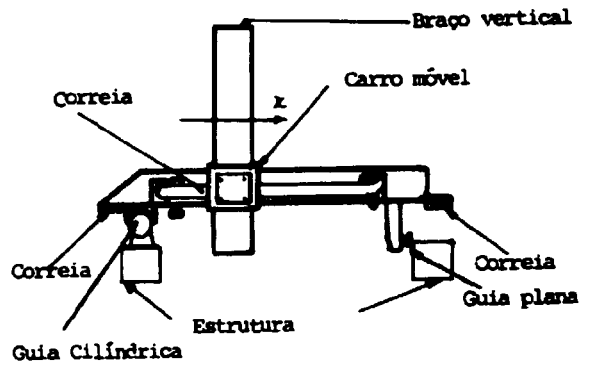


Fig. 1 - Conceção básica do manipulador cartesiano.



Figs. 3 - Detalhe do conjunto mecânico para deslocamento do braço vertical.

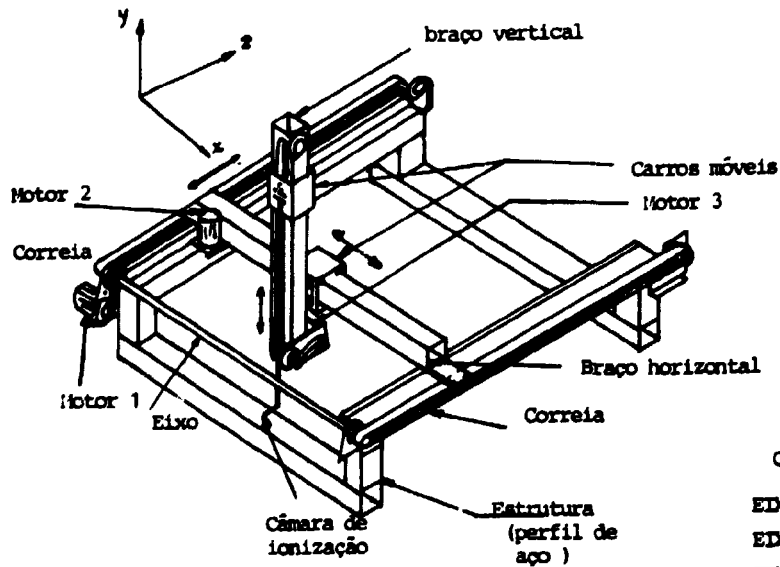


Fig. 2 - O manipulador cartesiano em sua configuração final.

CURSO em CM	
EIXO Z-	100
EIXO X-	50
EIXO Y-	50

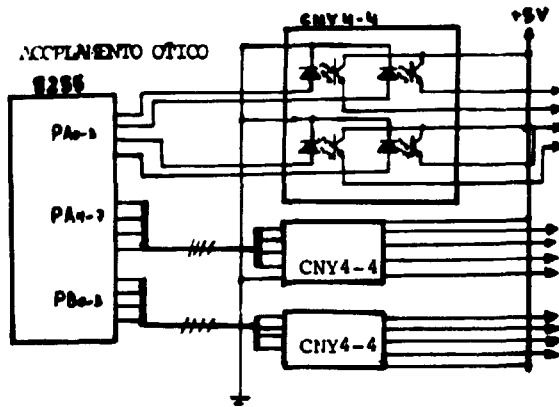


Fig. 4 - Circuito de controle dos motores de passo com o 8255 e acoplamento ótico.

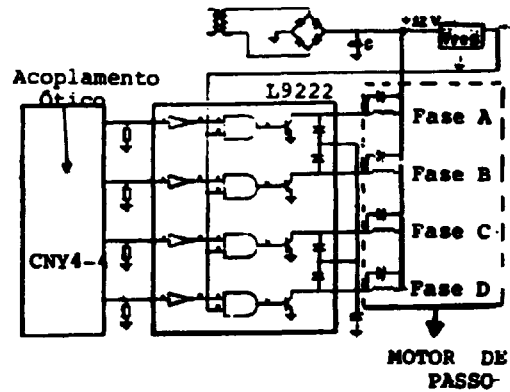


Fig. 5 - Circuito de comando dos motores de passo.

	POSICÃO DESEJADA mm	POSICÃO ATINGIDA mm	ERRO DE POSICÃO mm
1	1,0	1,5	0,5
2	3,0	3,5	0,5
3	5,0	5,5	0,5
4	21,0	21,0	0,0
5	135,0	135,0	0,0
6	552,0	552,0	0,0
7	750,0	750,0	0,0
8	800,0	800,0	0,0
9	830,0	830,0	0,0
10	840,0	840,0	0,0

Tabela 1 - Valores desejados e atingidos pelo braço horizontal.

	POSICÃO DESEJADA mm	POSICÃO ATINGIDA mm	ERRO DE POSICÃO mm
1	1,0	1,0	0,0
2	3,0	3,0	0,0
3	20,0	20,0	0,0
4	85,0	85,0	0,0
5	122,0	122,0	0,0
6	225,0	225,0	0,0
7	300,0	300,0	0,0
8	405,0	405,0	0,0
9	422,0	422,0	0,0
10	500,0	500,0	0,0

Tabela 2 - Valores desejados e atingidos pelo carro móvel.



Fig. 6 - Matriz de valores de tensão aplicados ao conversor AD.

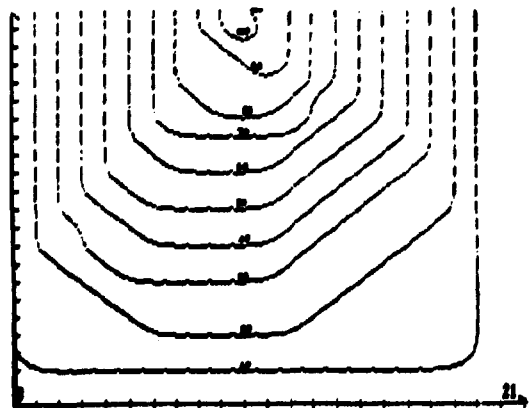


Fig. 7 - Curvas obtidas a partir da matriz de dados.