

UMA REVISÃO DE SISTEMAS AUTOMATIZADOS PARA USO EM CÍCLOTRONS

Sumair G. Araujo

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN-CNEN/SP
Av. Prof. Lineu Prestes, 2242 – Cid. Universitária
05508-000, São Paulo, SP, Brasil

RESUMO

A automação vem desempenhando um papel cada vez mais marcante no controle de processos em geral. Ela está cada vez mais presente nos sonhos do Homem, sendo perseguida pelos cientistas como a solução para melhorar nossa qualidade de vida, substituir os grandes esforços, a repetitividade dos movimentos mecânicos, os trabalhos perigosos e aumentar a produção, para atender a demanda igualmente crescente da população mundial. A automação é uma tecnologia que pode ser aplicada nos mais diversos processos para gerar produtividade, agilidade, flexibilidade e bem-estar. Ela abre horizontes para que o ser humano multiplique seu potencial, desenvolva sua criatividade e dê início a uma nova era de realizações, onde certamente ele continuará sendo a figura central, responsável pelas decisões. Cabe a ele encontrar o melhor caminho. Em particular, a automação de sistemas de irradiação de alvos em Cíclotrons é importante para reduzir a dose no trabalhador exposto à radiação e aumentar a confiabilidade do método, obtendo-se uma melhoria na capacidade de produção de radioisótopos. Este trabalho faz uma revisão de literatura referente a estes sistemas automatizados, comparando-os com o desenvolvido no IPEN. Os sistemas encontrados em literatura compreendem o uso de alvos sólidos, líquidos e gasosos usados na produção de radioisótopos de uso em diagnósticos em Medicina Nuclear, utilizando-se as técnicas de PET (Tomografia por Emissão de Pósitrons) e SPET (Tomografia por Emissão de Pósitrons).

Keywords: cyclotrons, irradiation systems, radioisotope production, automation of target

I. INTRODUÇÃO

A utilização da automação em diversos processos permite a configuração e programação integrada nos mais diversos sistemas. Uma vez adquirido o *know-how*, este pode ser utilizado, para os vários tipos de controle, em todos os níveis de desempenho. É um investimento seguro em *software*, mesmo no caso de inovações no *hardware*, já que atualizações e melhorias são continuamente incorporadas, ou seja, é uma valiosa contribuição para proteger investimentos futuros [1]. Por isso a automação vem desempenhando um papel cada vez mais marcante no controle de processos em geral. Ela está cada vez mais presente nos sonhos do Homem, sendo perseguida pelos cientistas como a solução para melhorar nossa qualidade de vida, substituir os grandes esforços, a repetitividade dos movimentos mecânicos, os trabalhos perigosos e multiplicar a produção, para atender a demanda igualmente crescente da população mundial. Ela é uma tecnologia que pode ser aplicada nos mais diversos processos para gerar produtividade, agilidade, flexibilidade e bem-estar. Ela abre horizontes para que o ser humano multiplique seu potencial, desenvolva sua criatividade e dê início a uma nova era de realizações, onde certamente ele continuará sendo a figura central, responsável pelas decisões. Cabe a ele encontrar o melhor caminho [2].

O domínio da tecnologia de automação, utilizando

técnicas mais modernas, permite a:

- Melhoria do desempenho dos equipamentos, integração dos processos e seus limites e redução de parada por erro humano;
- Facilidade de repetir processos, sem necessidade de realizar *setups* do equipamento;
- Flexibilização de controle de processos totalmente diferentes, com tempo de *setup* pequeno.

Nos sistemas de irradiação, a implementação de uma automação deste tipo, pode-se obter, uma melhoria da capacidade de produção de radioisótopos, possibilitando:

- Ampliar o número e/ou a quantidade de radioisótopos produzidos;
- Utilizar informações para realizar manutenção preventiva, por meio de análises estatísticas dos pontos de falhas, diminuindo a manutenção corretiva e, conseqüentemente, reduzindo o número de defeitos e aumentando a disponibilidade do equipamento para as irradiações;
- Diminuir o tempo para execução da produção, aumentando a capacidade produtiva destes radioisótopos;
- reduzir significativamente a taxa de exposição à radiação a que o trabalhador fica submetido.

A capacidade de aumentar a produção, com redução de custos e alta qualidade possibilitam, conseqüentemente,

um aumento de competitividade no mercado, com maior faturamento que, com certeza, é o melhor benefício encontrado na implementação de automação em determinados projetos. Em ambientes competitivos, exigem-se cada vez mais sistemas de alta performance, capazes de garantir economia e eficiência. Plenamente incorporado a essa realidade, a utilização da tecnologia de automação em sistemas de irradiação assegura o controle dos dispositivos de irradiação, reagindo rapidamente a falhas ou mesmo permitindo eventuais adaptações em resposta a novas demandas [1].

Em relação à automação de alvos, diversos trabalhos têm sido publicados [2,3,4,5,6] e alguns sistemas estão disponíveis comercialmente. Os comerciais, geralmente são projetados para um determinado tipo de radioisótopo, não podendo ser usado como um padrão geral.

Os radioisótopos podem ser aplicados em muitos campos, particularmente em Medicina, Biologia e na Indústria. Ao contrário da pesquisa básica fundamental envolvendo isótopos radioativos, os estudos que visam suas aplicações requerem que eles estejam disponíveis em quantidade suficiente e com alta pureza [7,8,9].

Para a produção de radioisótopos podem ser utilizados tanto Reatores Nucleares, como Aceleradores de Partículas Carregadas, como o Cíclotron.

O objetivo deste trabalho é fazer uma revisão de literatura em sistemas de irradiação automatizados, comparando-os com o desenvolvido no IPEN. Os sistemas encontrados em literatura compreendem o uso de alvos sólidos, líquidos e gasosos usados na produção de radioisótopos de uso em diagnósticos em Medicina Nuclear, utilizando-se as técnicas de PET e SPET.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

Revisão de Literatura. Para a revisão de literatura, foram feitas consultas a várias bases de dados bibliográficos, incluindo-se alguns links e/ou sites relacionados ao assunto.

Sistemas de Automação desenvolvido no IPEN-CNEN/SP. O sistema desenvolvido no IPEN [1] é um sistema completamente automático, unificado, que permite o controle de alvos com geometrias e três estados físicos diferentes: sólido, líquido e gasoso.

Na arquitetura do sistema desenvolvido, foram utilizadas as mais modernas tecnologias e técnicas de controle existentes no mercado mundial. A Interface Homem-Máquina (IHM), anteriormente executada por sistemas do tipo mosaico de sinalização ou pelos antigos quadros sinóticos, foi implementada por um sistema rico de informação e totalmente interativo com o usuário, desenvolvido com o auxílio de microcomputadores e apresentados em monitores de vídeo de alta resolução e com informações digitais e analógicas atualizadas *online*.

O sistema desenvolvido possui três dos quatro níveis (níveis 1, 2 e 3) da pirâmide universal dos sistemas de controle modernos, conforme mostra a Fig. 1.

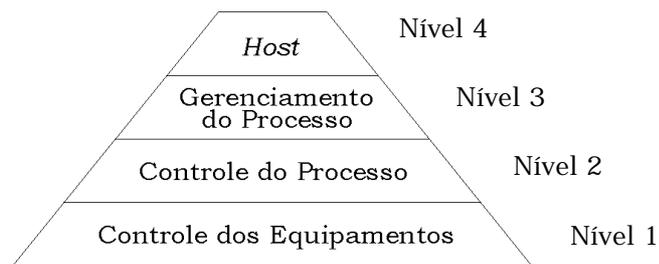


Figura 1. Pirâmide do Sistema de Automação [10,11].

Nível 1 – Controle dos Equipamentos. Este nível é compreendido por todos os elementos de controle instalados no campo (equipamentos eletromecânicos),.

Nível 2 – Controle de Processo. Este nível é o responsável pela parte operacional do controle de processo, onde os sinais recebidos pelos elementos de campo são avaliados e tratados por meio de uma lógica de controle do processo, gerando as saídas de controle e de dados.

Neste projeto, foi utilizado o CLP (Controlador Lógico Programável), um equipamento moderno e de elevada tecnologia, proporcionando alta flexibilidade. O CLP é um equipamento eletrônico que utiliza um conceito de processamento de informações por meio de um *Software* aplicativo, desenvolvido para o controle do processo. Permite, ainda, que o conceito de sistema de controle integrado seja usado no sentido mais completo. Ele executa o controle do processo, cria informações e dados, que são utilizados no sistema de gerenciamento, análise de informação e sistema de auxílio à manutenção. Módulos de entradas e saídas fazem a interface entre o CLP e os elementos de campo (Nível 1).

Nível 3 – Gerenciamento do Processo. Este nível foi desenvolvido com o objetivo de supervisionar e proporcionar aos operadores e equipe de manutenção a interface necessária para executar atividades de maneira simples e eficiente. Por meio de um computador pessoal, foi desenvolvido um *Software* que disponibiliza, na tela do monitor, gráficos e interfaces, com os quais o operador pode interferir no processo de controle, modificando, selecionando, supervisionando e obtendo informações.

Nível 4 – Host (Sistema de Gestão do Empreendimento). Este nível, apesar de fazer parte da pirâmide de sistema de controle, não foi aplicado em nosso controle do processo. Porém, a arquitetura permite a sua instalação, sem muitos investimentos. Todo o empreendimento possui duas áreas de controle. A primeira, operacional, onde estão todas as atividades produtivas e a segunda, administrativa, onde estão as atividades comerciais e financeiras. Este nível permite a integração destas duas áreas, de forma a vincular a produção às vendas, obter informações *online* sobre término e envio de produtos finais, integração com clientes, definir *mix* de produção, etc., e normalmente requer uma interface entre o nível 2 ou 3, com o computador central de

uma determinada empresa, por meio de uma interligação via rede (ethernet, devicenet, tpi/ip ou outras).

III. RESULTADOS

Revisão de Literatura. A tecnologia relativa a alvos, para irradiações em Cíclotrons, destinados à produção de radioisótopos, usados em Medicina Nuclear, foi muito bem apresentada por Qaim [8,12], em 1989 e 1990, que faz uma revisão destes sistemas empregados rotineiramente, dividindo-os em dois grupos principais: tipos de alvos (sólido, líquido e gasoso), e sistemas de irradiação (com feixes internos e feixes externos).

Clark [3], em 1987, fez uma análise geral da aplicação da automação em tecnologias de alvos, mostrando algumas etapas do processo de controle automático. Na época, já enfatizava que um sistema inteiramente automático necessitava de um retorno de informação de sensores e transdutores, ligados a uma unidade de controle do processo.

Erdman [4], em 1991, descreveu o sistema de controle desenvolvido pela *EBCO Technologies Inc.* (Canadá), que fez uso do controle de processo baseado no sistema industrial fabricado pela *Allen Bradley* (EUA). Neste sistema de controle de alvo e no sistema de síntese química, as interfaces do usuário eram implementadas por meio de um *Software* "control-view" (*Allen Bradley*), operado por um microcomputador, onde toda a operação era supervisionada.

Padgett et al [5], em 1987, do *CTI Cyclotron Systems Incorporation*, de *Berkeley* (EUA), descreveram sistemas automáticos de controle do cíclotron, alvos e sistemas químicos de processamento, apenas, permitindo operação rotineira e manual. O programa foi escrito em linguagem *Fortran 286*, que interpretava os comandos do usuário e realizava o controle de *Hardware*.

Zeislars et al [6], em 1993, apresentaram três sensores especialmente projetados para uso na automação da síntese de ^{18}F FDG. A síntese química era feita utilizando-se estes detectores e transdutores, que forneciam um sinal conveniente para uma unidade de controle para monitorar a câmara do alvo, aprisionamento e eluição do ^{18}F .

Singlacher et al [13], em 1997, relataram que o *Australian National Medical Cyclotron (NMC)*, iniciou a produção rotineira de radioisótopos utilizados em *PET* e *SPET*, em 1992, usando o cíclotron de íon H, modelo *Cyclone 30*. Desde então, a produção de radioisótopos aumentou e o *NMC* fornece a totalidade dos pedidos de isótopos de *SPET*, ^{201}Tl , ^{67}Ga e ^{123}I , e, ainda, os de *PET*, ^{18}F (FDG), ^{13}N (Amônia) e ^{15}O (Água), para toda a comunidade australiana de Medicina Nuclear. Eles consideram que um sistema de aquisição de dados e controle supervísório conveniente (*SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition System*) seria necessário, para a operação eficiente em instalações de produção de radioisótopos em cíclotron. Com o sistema *FIX DMACS SCADA*, quando o operador recebe uma chamada em seu telefone celular, ele pode discar para um ambiente altamente seguro do sistema de controle e acessar as funções do controle do cíclotron, verificar as falhas e efetuar mudanças nos parâmetros de

controle do feixe e, desta maneira, corrigir as falhas. Atendendo às falhas imediatamente após sua ocorrência, o operador pode reduzir significativamente o tempo de queda do feixe.

Shefer et al [14], em 1997, desenvolveram um sistema automatizado para controle de alvos sólidos e de processamento radioquímico para a produção de radioisótopos de meia-vida intermediária. Após a irradiação, o alvo era retirado por controle remoto e transportado por uma linha pneumática para a *hot cell*.

Davenport et al [15], em 1997, descreveram uma técnica simples para a produção de $[\text{1-}^{11}\text{C}]\text{Acetato}$. Um CLP, *Siemens*, foi usado para chavear válvulas para capturar, prender e liberar o $[\text{1}^{11}\text{C}]$ e para todas as operações de chaveamento subsequentes. O procedimento de síntese foi facilitado pela automação com o CLP, já que somente a transferência de fluídos foi controlada, evitando-se a necessidade de realizar extrações difíceis e longas, além de destilações ineficientes.

Hammond et al [16], em 1997, projetaram e operaram um porta-alvo gasoso para irradiação de ^{82}Kr e produção de ^{81}Rb , para preparação de geradores de $^{81\text{m}}\text{Kr}$. Este último tem sido fornecido para diversos departamentos de Medicina Nuclear da Inglaterra e utilizado em diagnósticos de ventilação pulmonar. Uma seqüência automática de controle foi desenvolvida utilizando-se um CLP, para carregamento e descarregamento do alvo. Com exceção do alvo, todos os dispositivos de controle foram montados sobre um *rack* móvel, para permitir a sua remoção, detecção de falhas e/ou manutenção.

Medema et al [17], em 1997, realizaram um método de produção de $[\text{18F}]\text{FDG}$ completamente automático, sem acompanhamento de pessoal, com uma grande confiabilidade e reprodutibilidade. O $2\text{-}[\text{18F}]\text{FDG}$ é o traçador mais utilizado para uso clínico. Como era ideal que ele estivesse disponível às 8h da manhã, a produção tinha que ser feita durante a noite. Portanto, foi necessário desenvolver esta automação. O processo foi dividido em duas partes: a) O cíclotron e o sistema de alvo eram controlados por um CLP da *Siemens*, modelo *135U*, que operava com o programa *STEP 5*; b) A síntese era controlada por um CLP da *B&R*, modelo *Midi-control*, com 16 entradas analógicas, 8 saídas analógicas, 24 entradas digitais e 48 saídas digitais.

Steel et al [18], em 1999, desenvolveram um sistema automático, baseado em um conjunto modular controlado por um CLP. O sistema de síntese automatizado para produção do $[\text{11C}]\text{Timidina}$ estava instalado em uma *hot-cell*. Todas as operações (desligar válvulas, controle de temperaturas de fornos e de banhos de óleo, taxas de fluxo de gases e reagentes, cronometragem e duração de cada passo, etc.) eram controlados externamente, usando um CLP *Toshiba EX 40+*.

Saito et al [19], em 2000, relataram a produção de ^{18}F utilizando um cíclotron *AVF*. O preenchimento do porta-alvo era detectado por um sinal elétrico e o alvo era pressurizado com gás Ar, para evitar formação de bolhas, que poderiam provocar a ruptura das duas folhas de Havar, que separam o alvo do vácuo do cíclotron. A solução contendo ^{18}F era automaticamente transferida, via gás He,

por meio de um tubo de Teflon, até a sala experimental. Foi desenvolvido um sistema automatizado que era controlado por um PC.

Bergman, et al [20], em 2001, realizaram a automação da síntese e purificação do [¹⁸F]Bromofluorometano. O aparato foi controlado por um CLP modelo *A-series*, da *Mitsubishi*. Um PC, equipado com um sistema supervisorio modelo *FP-770T* da *Digital Electronics*, foi usado como interface com o usuário. A seqüência automática, bem como a animação do processo e telas com níveis de radioatividade, foram construídos para realizar esta interface com o usuário.

Sistema de Automação desenvolvido no IPEN. A fig. 2 mostra todos os dispositivos de *Hardware* utilizado neste projeto, de acordo com os três níveis apresentados anteriormente no item III. Para o controle do processo, o *Software STEP 7* foi a ferramenta utilizada para configurar e programar o Controlador Lógico Programável *CLP SIMATIC S7-300* e pôde ser usado em toda a fase de desenvolvimento da programação, como:

- Configuração e pré-definição dos parâmetros de Hardware e meios de comunicação utilizados;
- Definição da simbologia utilizada;
- Criação da lógica de controle, chamado programa aplicativo do CLP (a lógica de funcionamento do processo);
- Meio de execução de download do programa do CLP, em um meio magnético ou vice-versa;
- Diagnóstico e teste do programa gerado;
- Diagnóstico de falhas.

Este *Software* foi elaborado dentro do conceito de estado da arte, em flexibilidade e facilidade de uso, possuindo as linguagens de representação *Ladder Logic*, lista de Instruções e Diagrama de Blocos de Funções [21,22]. Ele permite o uso de uma linguagem simples de programação tipo ladder logic, bem com linguagens de alto nível, permitindo fácil operação e manutenção. O sistema conta com um programa de gerenciamento integrando o processo inteiro em tempo real, desde o carregamento do alvo até seu transporte para a célula de processamento.

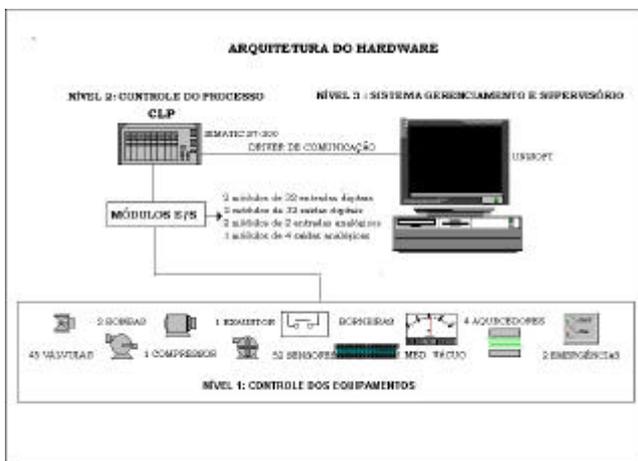


Figura 2. Arquitetura do *Hardware* com os três níveis aplicados neste projeto.

A configuração do *Software* de Gerenciamento e supervisão do Processo, foi desenvolvida um *software aplicativo* com operação totalmente integrada para os três porta-alvos. Este software gerencia toda a produção, em tempo real, permitindo a emissão de relatórios e monitorando graficamente todos os valores controlados durante o processo, desde a carga do material até sua coleta e transporte. Qualquer falha de operação é monitorada e percebida instantaneamente, permitindo uma rápida tomada de decisão e assegurando um índice de perdas próximo de zero.

Na fig. 3 podem ser visualizadas as telas gráficas utilizadas para supervisão e gerenciamento de todo o processo.



Figura 3: Apresentação do sistema já desenvolvido e implementado com o microcomputador instalado no Painel de Controle, especialmente projetado para esta aplicação.

IV. CONCLUSÕES

Esta revisão permitiu desenvolver um sistema com tecnologia atual e auxiliou na pesquisa de dispositivos alternativos e soluções de última geração na área de automação industrial.

Com a implementação de uma automação deste tipo, pode-se obter, uma melhoria da capacidade de produção de radioisótopos, possibilitando:

Ampliar o número e/ou a quantidade de radioisótopos produzidos.

- Utilizar informações para realizar manutenção pró-ativa (preventiva), por meio de análises estatísticas dos pontos de falhas, diminuindo a manutenção reativa (corretiva) e, conseqüentemente, reduzindo o número de defeitos e aumentando a disponibilidade do

- equipamento para as irradiações.
- Diminuir o tempo para execução da produção, aumentando a capacidade produtiva destes radioisótopos.
 - A capacidade de aumentar a produção, com redução de custos e alta qualidade possibilitam, conseqüentemente, um aumento de competitividade no mercado, com maior faturamento que, com certeza, é o melhor benefício encontrado na implementação deste projeto.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece o apoio financeiro da FAPESP, para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- [1] ARAUJO, S. G. **Projeto e implantação de automação em sistemas de irradiação de alvos sólidos, líquidos e gasosos em ciclotrons visando a produção de radioisótopos.** 2001. Tese (Doutorado) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo.
- [2] Publicação da Festo Automação Ltda - **Festo Atual**, n. 42, 2000 – São Paulo.
- [3] CLARK, J. C. **Targetry Automation.** In: Workshop On Targetry And Target Chemistry. 2, September 22-25, 1987. Proceedings... Heidelberg: Deutsches Krebsforschungszentrum 1987. p. 64-80.
- [4] ERDMAN, K. **The ECBO technologies isotope production system.** In: IV TH International Workshop On Targetry And Target Chemistry, September, 9-12, 1991, Switzerland. Proc... Switzerland: Regin Weinreich, 1992. p.27-31.
- [5] PADGETT, H.C.; KRETZ, P. R.; PEKRUL, E.; CARROLL, L. R. **Automation of cyclotron, target and chemistry system operations.** In: Workshop On Targetry And Target Chemistry. September 22-25, 1987 - Proceedings... Heidelberg: Deutsches Krebsforschungszentrum, 1987. p.99-102
- [6] ZEISLER, S. K.; RUTH, T.J.REKTOR, M.P.; GSCHWANDTNER, G. A. **Detectors and transducers for target operation and automated P.E.T. chemistry.** In: Fifth International Workshop On Targetry And Target Chemistry, September 19-23, 1993, Upton. Proceedings... Upton: BNL, 1994. p. 249 -261.
- [7] PIRART, C.; **Technologies relevant to commercial radioisotopes production.** In: International Conference On Non - Energetic Applications Of Nuclear Science- Brussels, June 1-3, 1995, Proceedings... Brussels: BNS, 1995.
- [8] QAIM, S. M. **Production of Radioisotopes Using Accelerators.** In: The 2nd International Symposium On Advanced Nuclear Energy Research - Evolution By Accelerators, January 24-26, 1990 Mito. Proceedings... Tokyo: Japan Atomic Energy Institute, 1990. p. 98-107, (INIS-MF-12714).
- [9] **URANIUM INFORMATION CENTRE.** Disponível em: <<http://www.uic.com.au/mp26.htm>>. Acesso em: 12 nov. 2000.
- [10] T. MOORE, R. BORK, J. HEEFNER, S. BASITI. **The SSCL process control system**, Nucl. Inst. Meth. in Phys. Res. A, – In: Third International Conference On Accelerator And Large Experimental Physics Control Systems October 18-23, 1993, Berlin, Germany. Proceedings... North-Holland, 1994, v. 352, p. 50-52.
- [11] IMOTO, J.I.- **Fundamentos do Controle Integrado de Processo e de Produção.** No: 30 Congresso Nacional De Automação Industrial, 19-23 Set., 1988, São Paulo. Anais... São Paulo. 1988. p.27-69.
- [12] QAIM, S.M. **Target development for medical radioisotope production at a cyclotron** Nucl. Inst. HERSCHEID, J. D. M.; Meth in Phys. Res., v. 41, n.10 -11, p.289-295, 1989.
- [13] SINGLACHAR, R.; MUKHERJEE, B. **An advanced PC-PLC-based SCADA system for a commercial medical cyclotron.** Nucl. Instrum. Meth. Phys. Resear. A, v.399, p. 396-406, 1997.
- [14] SHEFER, R. E.; KLINKOWSTEIN, R. E.; HUGHEY, B. J.; FRIED, N. A.; MCCARTHY, D. W.; SCHWARZ, S. W.; ANDERSON, C. J.; WELCH, M. J. **Automated Solid Targets and Processing Systems for the Production of Intermediate-Lived Radionuclides.** In: Seventh International Workshop On Targetry And Target Chemistry Proceedings... Heidelberg: Deutsches Krebsforschungszentrum 1997. p. 200-202.
- [15] DAVENPORT, R. J.; DOWSETT, K.; PIKE, V. W. A **Simple Technique for the Automated Production of No-carrier-added [1-11C]Acetate.** Appl. Radiat. Isot., v.48, n. 8, p. 1117-1120, 1997.
- [16] HAMMOND, R. G.; RENTON, M. L.; MACKAY, D. B.; WATERS, S. L. **Design and Operation of a Krypton-82 Gas Target for the Regular High Yield Production of Rubidium-81 for the Preparation of Krypton-81m Generators.** In: Seventh International Workshop On Targetry And Target Chemistry. Proceedings... Heidelberg: Deutsches Krebsforschungszentrum 1997. p. 51-54.
- [17] MEDEMA, J.; LUURTSEMA. G.; KEIZER, H.; TILKEMA, S.; ELSINGA, P. H.; FRANSSSEN, E. J. F.; PAANS, A. M. J.; VAALBURG, W. **Fully Automated and Unattended [18F]Fluoride e Unattended [18F]FDG Production Using PLC Controlled Systems.** In: Seventh International Workshop On Targetry And Target Chemistry Proceedings... Heidelberg: Deutsches

Krebsforschungszentru 1997, p.23-25.

[18] STEEL, C. J.; BRADY, F.; LUTHRA, S. K.; BROWN, G.; KHAN, I.; POOLE, K. G.; SERGIS, A.; JONES, T.; PRICE, P. M. **An automated radiosynthesis of 2-[11C]thymidine using anhydrous [11C]urea derived from [11C]phosgene.** Appl. Radiat. Isot., v.51, p. 377-388, 1999

[19] SAITO, F.; SUZUKI, N.; ITOH, Y.; GOTO, A.; FUJIWARA, I.; KURIHARA, T.; IWATA, R.; NAGASHIMA, Y.; HYODO, T. **Automatic 18F positron source supply system for a monoenergetic positron beam.** Radiat. Phys. Chem., v. 58, p. 755-757, 2000.

[20] BERGMAN, J.; ESKOLA, O.; LEHIKONEN, P.; SOLIN, O. **Automated synthesis and purification of (18F)bromofluoromethane at high specific radioactivity.** Appl. Radiat. Isot., v. 54, p. 927-933, 2001.

[21] SIEMENS SIMATIC Software – **System Software For S7-300 and S7-400, Systems and Standart Functions. Reference Manual** - SIEMENS AG, 1996, Germany.

[22] SIEMENS SIMATIC Software – **System Software For S7-300 and S7-400, Program Design. Programming Manual** - SIEMENS AG, 1996, Germany

[23] Tools For Automation Indusoft **Technical Reference – Unisoft** – Referência Técnica – Unisoft Sistemas Ltda.,1997, Brasil.

ABSTRACT

Automation has a growing role in process controls in general. It is everyday more and present in human kind's dreams, being pursued by scientists as the solution to improve the quality of life, to replace big efforts, to attend the growing demand of the world populace. Automation is a technology that can be applied in several processes to generate productivity, agility, flexibility and welfare. It opens horizons so that man can multiply his potential, develop his criativity and gives birth to a new age of realizations. Where he will certainly will be the central figure, responsible for decisions. It is up to him to find the best way. In particular, automation of target irradiation systems in cyclotrons is important in order to reduce the radiation dose received by the personnel and to increase the reliability of the method, leading to an improvement in the radioisotope production capacity. This work presents a literature review of automatized systems compairing them with the one developed at IPEN. The systems found in literature involve the use of solid, liquid and gaseous targets used in radioisotope production for Nuclear Medicine employing the thechniques of PET (Positron Emission Tomography) and SPET (Single Photon Emission Tomography).