

INSTRUMENTAÇÃO BIOMÉDICA E INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PARA FINS MÉDICOS: UM CURSO FUNDAMENTAL.

J. C. T. B. MORAES¹

RESUMO - A necessidade de proteção do paciente, operador e meio ambiente contra os perigos inerentes à utilização de instrumentos biomédicos na prática médica, exige a implementação criteriosa de equipamentos biomédicos com características de segurança e qualidade compatíveis com a responsabilidade de suas aplicações. Por outro lado, o projeto e a implantação de instalações elétricas para fins médicos, com características significativamente diferentes das instalações elétricas para outras finalidades, constituem presentemente uma constante preocupação dos responsáveis por complexos hospitalares. O curso proposto visa contribuir com os esforços existentes no setor educacional e formativo desses setores, desenvolvendo-se em um nível de especialização/pós-graduação e com duração estimada de 2 semestres. Convenientes adaptações permitem sua utilização na orientação do pessoal técnico atuante nesse campo, havendo a eventual hipótese de sua aplicação futura em nível de graduação.

INTRODUÇÃO

Dentro da área de Engenharia Biomédica dois requisitos permanecem carentes ainda nos dias atuais, a saber: 1) a concepção e implementação criteriosa de instrumentação biomédica com características de segurança e qualidade compatíveis com a responsabilidade de sua utilização; 2) o projeto e a implantação de instalações elétricas para fins médicos, apresentando características significativamente distintas das exigidas por instalações elétricas destinadas a outras finalidades. Ressalte-se que a segurança de equipamento eletro-médico não pode ser consolidada apenas por incorporações realizadas no equipamento, mas exige a combinação de medidas abrangendo a concepção, projeto e implementação do próprio equipamento e da instalação elétrica, incluindo a solução do problema crônico de nossas organizações hospitalares que é a manutenção, além de considerar a específica aplicação a que se destina o sistema. Esta abordagem constitui o conceito integrado de segurança de equipamento médico. A importância do tema considerado, tanto para a formação de profissionais militantes na área, como na própria industrialização de instrumentos biomédicos, nos leva a tentar contribuir com os esforços já existentes, visando minimizar a deficiência existente no setor educacional e formativo dessa área. Convenientes adaptações permitem a sua apli

¹ Professor e Pesquisador, Laboratório de Engenharia Biomédica do Departamento de Engenharia de Eletricidade da Escola Politécnica da USP. Presidente da CE-62.1 - "Aspectos comuns de equipamento elétrico utilizado na prática médica" - do Comitê Brasileiro de Eletricidade CB-3, ABNT.

cação em nível técnico, possibilitando a melhora significativa da qualidade do pessoal técnico atuante em Engenharia Biomédica. Consequentemente, a importância e a oportunidade de execução do curso proposto nos parecem muito relevantes, permitindo inclusive a profissionais experientes e com atividades em hospitais, instituições de pesquisa e indústrias utilizarem e transferirem seus conhecimentos e vivência pessoal, corroborados com elementos ativos em trabalhos normativos junto ao COBEI/ABNT. A carência de mão de obra especializada e consciente dos cuidados necessários em atividades de nossa área, por si só justifica o trabalho proposto. Finalmente, o desenvolvimento do plano didático exposto permitirá a formação de recursos humanos para atender a própria continuidade e atualizações futuras do curso, resultando em uma equipe com visão mais ampla e caracterização mais aguda dos problemas e cuidados relativos a suas atividades.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

A estrutura estabelecida para o curso enfatiza principalmente a seguinte ementa:

- I. Sistemas de Medição e Controle.
- II. Instrumentação Biomédica. Concepção, Projeto, Desenvolvimento, Segurança, Normalização e Controle de Qualidade.
- III. Manutenção Preventiva e Manutenção Corretiva de Equipamento Biomédico.
- IV. Instalações Elétricas para Fins Médicos.

Apesar do conteúdo programático possibilitar eventuais modificações de acordo com a finalidade, aplicação e assistentes do curso, básicamente é constituído pelos seguintes itens:

- I. Sistemas de Medição e Controle.
 1. Conceitos Gerais, Definição e Terminologia.
 2. Características de Desempenho Generalizadas de Sistemas para Medição e Controle.
 3. Ensaio de Sistemas com Ondas Senoidal, Pulsada e Quadrada.
 4. Ruídos em Sistemas de Medição e Controle.
 5. Aterramento e Blindagem
 6. Sistemas de Dados em grande escala.
 7. Transdutores.
 8. Dispositivos e Métodos para Medição e Controle.
- II. Instrumentação Biomédica.
 1. Dispositivos e Métodos para Medição Biomédica.
 2. Instrumentação Biomédica. Concepção, Projeto e Desenvolvimento.
 3. Classificação e Segurança de Equipamentos Biomédicos.
 4. Normalização e Controle de Qualidade.
 5. Ensaio de Corrente de Fuga, Aterramento e Blindagem
- III. Manutenção Preventiva e Corretiva de Equipamento Biomédico.
 1. Conceitos Gerais de Manutenção.
 2. Manutenção Preventiva.
 3. Manutenção Corretiva.
 4. Organização e Manutenção.

IV. Instalações Elétricas Hospitalares.

1. Normas, Conceitos, Definições e Terminologia de Instalações Elétricas.
2. Instalações Elétricas Hospitalares.
3. Normalização e Segurança.
4. Administração Hospitalar: Noções.

METODOLOGIA

A princípio, os tópicos I e II da ementa estabelecida no item anterior serão desenvolvidos no primeiro semestre do curso, apresentando-se os outros dois no semestre seguinte. As aulas apresentadas com dispositivos áudio-visuais (transparências, diapositivos, etc.) permitirão um melhor rendimento e uma exposição didática mais ampla, possibilitando uma otimização relativamente ao tempo de apresentação de figuras, tabelas, esquemas, circuitos elétricos e diagramas em geral. As aulas expositivas além de serem ministradas pelo professor responsável, também o serão por convidados com experiência relevante, possibilitando-se eventualmente seminários apresentados pelos alunos, de acordo com suas atividades profissionais e visando disseminar o conhecimento e a vivência do corpo discente em sua especialização e formação. Preferencialmente, deverá haver aulas práticas e/ou expositivas demonstrativas, de acordo com a verba e o arranjo físico disponíveis.

Cada tópico deverá desenvolver-se em um nível de especialização/pós-graduação, não estando afastada a hipótese de sua utilização futura em cursos de graduação. O curso deverá destinar-se a elementos pertencentes à área de engenharia elétrica-modalidade eletrônica-porém será estudada a viabilidade de modificações e adendos convenientes possibilitarem a sua aplicabilidade a elementos de outras modalidades da engenharia, ou mesmo de áreas médicas e para-médicas ou de outras áreas das ciências exatas. Excluindo-se os tópicos de cálculo e eletrônica avançados, adaptar-se-á o conteúdo programático afim de resultar em um curso dirigido a técnicos que atuem na área biomédica, mantendo a duração de doze meses.

CONCLUSÃO

A importância da área da Engenharia Biomédica, nos seus vários aspectos e aplicações, no desenvolvimento de nosso país justifica a necessidade e importância da elaboração do curso proposto, o qual, além das considerações anteriormente mencionadas, poderá acarretar uma melhora significativa na qualidade do produto nacional e consequente diminuição nas importações. Os itens relativos a manutenção devem ser considerados de vital importância considerando-se que este ponto corresponde a um dos problemas crônicos de nossas organizações hospitalares. Adicione-se a esses aspectos, que por si só bastariam para avaliar a significância da proposta, a formação de recursos humanos aptos e qualificados a atuarem em uma área que exige uma conscientização profunda dos cuidados e riscos relativos a suas atividades.

O curso elaborado para engenheiros e técnicos eletrônicos cujas atividades se relacionem com instrumentação biomédica e/ou instalações elétricas para fins médicos, será implementado com estrutura modular visando oferecê-lo futuramente a profissionais

de outras áreas com um caráter eminentemente interdisciplinar. Os módulos serão escolhidos de acordo com a área de interesse, de atuação e de conhecimento do corpo discente. Este corpo, pretende-se, deverá ser constituído por elementos pertencentes às indústrias do ramo, instituições de ensino/pesquisa, hospitais e laboratórios clínicos. Para tanto será necessária uma ampla propagação e divulgação, bem como uma eventual seleção de candidatos, quando deverá ser determinado um número máximo de assistentes. Conforme mencionado anteriormente, a filosofia modular da estrutura do projeto possibilitará um curso destinado a técnicos de nível médio que operem na área, ou em área correlata.

AGRADECIMENTOS

As atividades desempenhadas pelo autor no Centro de Neuropsicocirurgia do Instituto de Psiquiatria do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP durante a época em que constituiu a equipe de Engenharia Biomédica, levaram-no a interessar-se pelos problemas e necessidades fundamentais que o curso apresentava e tenta minorar, resultando no seu ingresso em um grupo de interessados em normalização e controle de qualidade de equipamentos eletromédicos. Os contactos iniciais desse grupo acarretaram a reativação da Comissão Técnica 62 da ABNT/COBEI, onde o autor passou a presidir a Comissão de Estudos 62-1 - Aspectos Comuns de equipamento elétrico utilizado na prática médica. Posteriormente, cursos apresentados pelo autor em níveis de graduação e pós-graduação em várias Faculdades de Engenharia, relacionados com Instrumentação e Controle, complementaram os dados necessários para a definição do levantamento preliminar sobre a viabilidade deste curso proposto. Todas as atividades anteriormente mencionadas, dentre outras, foram de grande valia na elaboração desse projeto e forneceram muitos dos subsídios iniciais para a construção do programa-tentativa preliminar. Os constantes contactos desenvolvidos desse meio tempo com especialistas pertencentes à nossa área, bem como palestras apresentadas, levaram o autor à certeza da necessidade e viabilidade da proposta. Planeja-se apresentar o curso em um futuro próximo no programa de pós-graduação do Departamento de Engenharia de Eletricidade da Escola Politécnica da USP, com a eventual extensão a um curso de especialização, dependendo de verbas externas à Instituição. A todos aqueles que de uma forma ou outra possibilitaram, ou possibilitarão, a viabilidade desse projeto, os sinceros agradecimentos do autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIBBERO R.J., (1977), *Microprocessors in Instruments and Control*, John Wiley & Sons, N. York.
- COBBOLD, R.C., (1974), *Transducer for Biomedical Measurements, Principles and Applications*, J. Wiley & Sons, N. York.
- DALZIEL, CHARLES F., (1972), "Electric Shock Hazard", *IEEE Spectrum*, Feb.
- DOEBELIN, E.O., (1983), *Measurement Systems: Application and Design*, Ed. McGraw-Hill, N. York.

- GEDDES, L.A., & BAKER L.E., (1968), Principles of Applied Biomedical Instrumentation, J.Wiley Sons, Inc., New York.
- KALLEN, H.P., (1961), Handbook of Instrumentation and Controls, McGraw-Hill Book Co. Inc.
- KLINE, J., (1976), Biological Foundations of Biomedical Engineering, Little, Brown and Company, Boston.
- LIPTAK, BELA G. (Editor), (1970 e 1972), Instrument Engineers Handbook, Vols 1 e 2 e Supplement I, Chilton Book Co., (Vol. I - Process Measurement, Vol. 2 - Process Control, Supplement one of the Instrument Engineers' Handbook, vol 1 and 2).
- MORRISON R., (1977), Grounding and Shielding Techniques in Instrumentation, J.Wiley & Sons, N. York.
- Normas da ABNT.
- Normas IEC, ISO, etc.
- OLIVER B.M. & CAGE J.M., (1979), Electronic Measurements and Instrumentation, McGraw-Hill, New York.
- OTT HENRY W., (1976), Noise Reduction Techniques in Electronic Systems, J. Wiley & Sons, N. York.
- PRENSKY SOL D. & CASTELLUCIS, R.L., (1982), Electronic Instrumentation, Prentice Hall, Inc.
- SHINSKEY, F.G., (1982, Process-Control Systems: Application/Design/Adjustement, Second Edition, McGraw-Hill Book Company. Inc.
- WEBSTER, J.G., (1978), Medical Instrumentation, Application and Design, Houghton Mifflin Company, Boston.

A BASIC COURSE ON BIOMEDICAL INSTRUMENTATION AND
ELECTRICAL INSTALLATIONS FOR MEDICAL PURPOSES

ABSTRACT-- The need to protect the patient, operator and environment against the dangers inherent in the utilization of biomedical instruments in medical practice requires the careful implementation of biomedical equipment with safety and quality characteristics compatible with the responsibility of these applications. On the other hand, the project and implementation of electrical installations for medical purposes, with characteristics significantly different from electrical installations for other purposes, constitutes a timely and constant preoccupation of those responsible for hospital systems. The course proposed attempts to contribute to these areas, representing the current efforts being developed by the educational and formative sectors at the especialization/post-graduate level, having an estimated duration of 2 semesters. Convenient adaptations allow its utilization for the orientation of technical personnel working in this field, and its future utilization at the graduate level can be eventually hypothesized

[N.E. - Paper presented at the IX Brazilian Conference on Biomedical Engineering, Campinas, SP, 3-6 September, 1985. Abstract translated by the Editorial Committee (RBP).