

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária
Ministério da Agricultura e do Abastecimento*

Manutenção de Instrumentos Laboratoriais na Pesquisa Agropecuária

*Clovis Isberto Biscegli, Dr.
Ladislau Marcelino Rabello, M.Sc.
Paulo Estevão Cruvinel, Dr.
Paulo Sergio de Paula Herrmann Junior, M.Sc.
Wilson Seluque Ferreira, M.Sc.*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos da:

Embrapa Instrumentação Agropecuária
Rua XV de Novembro, 1452 - Centro
CEP 13560-970 São Carlos, SP
Tel.: (016) 274-2477
Fax: (016) 272-5958
Telex: 162 406 EBPA

Embrapa Produção de Informação
SAIN Parque Rural - Av. W/3 Norte (final)
Caixa Postal 040315
CEP 70770-901 Brasília, DF
Tel.: (061) 348-4236
Fax: (061) 272-4168
Telex: (061) 1738

Produção editorial e gráfica: Embrapa Produção de Informação
Coordenação editorial: Walmir Luiz Rodrigues Gomes
Mayara Rosa Carneiro

Revisão gramatical e editorial: Francimary de Miranda e Silva

Editoração eletrônica: Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Tratamento de ilustrações e capa: Renato Berlim Fonseca

Tiragem: 1.000 exemplares

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.
Serviço de Produção de Informação (SPI) da Embrapa.

Manutenção de instrumentos laboratoriais na pesquisa agropecuária. /
Clovis Isberto Biscegli, Ladislau Marcelino Rabello, Paulo
Estevão Cruvinel, Paulo Sérgio de Paula Herrmann Junior, Wilson
Seluque Ferreira ; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.
Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação
Agropecuária. Brasília: Embrapa-SPI, 1997.
273p. il.

ISBN: 857383-003-4

1. Instrumentos laboratoriais. 2. Manutenção. 3. Pesquisa agropecuária. I. Biscegli, Clovis Isberto. II. Rabello, Ladislau Marcelino. III. Cruvinel, Paulo Estevão. IV. Herrmann Junior, Paulo Sérgio de Paula. V. Ferreira, Wilson Seluque. VI. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária (São Carlos-SP).

CDD 620.0046

© Embrapa 1997

Apresentação

A área de manutenção de equipamentos laboratoriais constitui um dos principais pilares sobre o qual se apoiou a criação e se consolidou o Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária (CNPDIA), criado há doze anos, sob a direção do Prof. Sérgio Mascarenhas.

Em 1985, o pesquisador Clovis Biscegli foi convidado para desenvolver uma missão estratégica e pioneira de organizar uma pequena equipe de pesquisadores e técnicos, tendo como desafio atender à demanda de manutenção de equipamentos de laboratório da Embrapa. Ela incluía o conserto de uma longa lista de equipamentos paralisados, bem como sua organização em um programa de computador (SIGMA) para gerenciar o significativo patrimônio de equipamentos laboratoriais da empresa, de milhões de dólares.

Ressalta-se, ainda, a grande diversidade de equipamentos, marcas e modelos, que vai desde equipamentos mais simples, como agitadores e magnéticos e pH-metros, até ultracentrífugas, rhizotrons e espectrofotômetros, distribuídos em todo o país, onde nem sempre há assistência técnica disponível. As manutenções preventiva e corretiva se fazem necessárias quando se pretende explorar, ao máximo, a capacidade instrumental para viabilizar pesquisas e gerar tecnologias em qualquer instituição que se destine a esse fim.

Nestes onze anos de atuação da equipe de manutenção, há um saldo de resultados bastante positivo. Cerca de 3.000 equipamentos foram submetidos à manutenção e revisão, num total de 16.000 horas de trabalho. Subtraindo todos os custos, inclusive de despesas com pessoal, houve uma economia direta de cerca de 1 milhão de dólares para a Embrapa.

Além de recuperar o patrimônio de milhões de dólares e economizar recursos financeiros, faz-se mister a avaliação do impacto sobre o desenvolvimento das pesquisas e tecnologias que teriam sido interrompidas se a ação do CNPDIA não tivesse ocorrido. Destacam-se, ainda, vários treinamentos especializados que a equipe recebeu, até fora do Brasil, ao mesmo tempo que transmitiu esses conhecimentos através dos cursos que ministrou.

Na maioria das vezes, os equipamentos que requerem manutenção não possuem manuais técnicos, constituindo verdadeiras

“caixas-pretas”, além de que, nem sempre, há determinada peça ou componente disponível no mercado para pronta substituição. Tratando-se de equipamentos fora de linha mas de grande utilidade na pesquisa, é muito comum à equipe redesenhar, reprojeter e reconstruir circuitos e componentes, num verdadeiro trabalho de reengenharia.

Foi com o intuito de aproveitar toda a experiência em lidar com equipamentos, dos mais simples aos mais complicados, distribuídos nas 39 unidades da Embrapa e nas instituições do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), nos mais de 8,5 milhões de quilômetros quadrados do Brasil, que este livro foi organizado pelos editores.

A Embrapa, através do CNPDIA, tinha um importante papel a cumprir nesta atividade, disponibilizando as informações aqui contidas. Não conhecemos livro similar, mesmo em outra parte do mundo.

O lançamento deste livro representa o coroamento de um grande trabalho de equipe, e esperamos que seja de grande valia a todos aqueles direta e indiretamente envolvidos com a manutenção de equipamentos laboratoriais.

Dr. Silvio Crestana

Chefe Geral do CNPDIA

Prefácio

A instrumentação de laboratório utilizada na pesquisa agropecuária envolve um grande número de equipamentos e sistemas, os quais têm sido concebidos com base nos conhecimentos da eletrônica, da física, da óptica, da mecânica, da química, da engenharia de materiais e de outras tantas áreas. Assim, dada principalmente a característica multidisciplinar no projeto desses instrumentos, tornam-se complexas as atividades de manutenção, quando requeridas, sendo necessário treinamento especializado para enfrentar o desafio dos planos de desenvolvimento de tais manutenções, quer sejam de caráter preventivo ou corretivo, quer segundo o enfoque da reengenharia dos instrumentos. Por essa razão, os profissionais que atendem a este segmento devem dispor de uma extensa área de formação, a qual inclui tanto os conhecimentos de circuitos quanto os de sistemas, pois sua tarefa envolve a exploração de blocos funcionais como também o uso de sensores e dispositivos passivos e ativos.

Este livro foi elaborado de modo a satisfazer às necessidades educacionais e básicas para o desenvolvimento de programas de manutenção de instrumentos de laboratório, utilizados na pesquisa agropecuária, e abrange conceitos fundamentais sobre elementos de circuitos passivos, fontes e conversores de tensão alternada em contínua, principais equipamentos utilizados para a manutenção de instrumentos utilizados na pesquisa agropecuária, elementos de circuito ativos, semicondutores e amplificadores operacionais, fundamentos de arquiteturas microprocessadas, instrumentos ópticos, manutenção em microscópios, balanças analógicas e eletrônicas, estufas, B.O.D, pH-metros, colorímetros, fotômetro de chama e porômetros. Adicionalmente foi incluído um capítulo dedicado à análise dos principais termos utilizados na instrumentação.

Agradecemos ao Sr. Valentim Monzane, do Centro de Instrumentação da Embrapa, pelos trabalhos de desenho e diagramação. Dedicamos também este trabalho a nossas famílias.

Os autores

Sumário

CAPÍTULO 1	Elementos de circuitos passivos — dispositivos básicos	11
	Resistor - características e associação	11
	Associação de resistores	13
	Potenciômetros	14
	Características elétricas	23
	Capacitor — características e associação	26
	Associação de capacitores	28
	Indutor — características e associação	29
	Associação de indutores	30
CAPÍTULO 2	Fontes de alimentação	31
	Transformadores	31
	Retificação e filtragem	32
	Dimensionamento do capacitor	36
	Dimensionamento do retificador	36
	Tensão de pico inverso	37
	Calculando o transformador	37
	Reguladores de tensão	38
	Reparos em fontes de tensão	41
CAPÍTULO 3	Principais equipamentos eletrônicos para a manutenção de instrumentos laboratoriais da pesquisa agropecuária	45
	Ohmímetro	45
	Voltímetro	47
	Amperímetro	49
	Osciloscópio	50
	Medidas de frequência	52
	Medidas de período	53
	Uso do osciloscópio	54

CAPÍTULO 4	Elementos de circuitos ativos — dispositivos semicondutores	55
	Diodos retificadores	56
	Projeto de retificadores	65
	Diodos de referência	68
	Diodos emissores de luz	72
	Diodos rápidos	74
	Transistor bipolar	78
	Características e valores máximos de transistores bipolares	89
	Dispositivos de comutação	99
	Detectores de luz (fotodetectores)	111
	Fotodarlington	121
	Fototiristores	122
	Sistemas emissores e detectores de luz integrados (fotoacopladores)	123
CAPÍTULO 5	Amplificadores operacionais, microprocessadores e arquitetura de computadores em instrumentação	125
	Amplificador operacional ideal	125
	Aplicação dos amplificadores operacionais	127
	Amplificador operacional real (circuito equivalente)	133
	Resposta em frequência	143
	Função logaritmo	145
	Microprocessadores e arquitetura de computadores em instrumentação	148
CAPÍTULO 6	Instrumentos ópticos	153
	Microscópio	153
	Aumento	156
	Medida angular — o radiano	157
	Formação de imagens	159
	Diagrama para os raios principais	160

Aumento de uma lente de objetiva de um microscópio	162
Imagem virtual com uma lente	163
Microscópio composto	166
Microscópio estereoscópico ou estereomicroscópio	166

CAPÍTULO 7

Como realizar a manutenção em microscópios, balanças analógicas, estufas, B.O.D, pH-metros, colorímetros, balanças eletrônicas, fotômetros de chama e porômetros

Microscópios	171
Balanças analógicas	183
Estufas	200
B.O.D (Needing of oxigen in biochemistry)	206
Centrífugas	207
pH-metros	212
Colorímetro	221
Balanças eletrônicas	225
Fotômetros de chama	234
Porômetros de estado estacionário	246

CAPÍTULO 8

Termos técnicos em instrumentação

249

Referências bibliográficas

271