



Manual
DO PROFESSOR

Introdução

Por muito tempo, a educação profissional foi desprezada e considerada de segunda classe. Atualmente, a opção pela formação técnica é festejada, pois alia os conhecimentos do “saber fazer” com a formação geral do “conhecer” e do “saber ser”; é a formação integral do estudante.

Este livro didático é uma ferramenta para a formação integral, pois alia o instrumental para aplicação prática com as bases científicas e tecnológicas, ou seja, permite aplicar a ciência em soluções do dia a dia.

Além do livro, compõe esta formação do técnico o preparo do professor e de campo, o estágio, a visita técnica e outras atividades inerentes a cada plano de curso. Dessa forma, o livro, com sua estruturação pedagogicamente elaborada, é uma ferramenta altamente relevante, pois é fio condutor dessas atividades formativas.

Ele está contextualizado com a realidade, as necessidades do mundo do trabalho, os arranjos produtivos, o interesse da inclusão social e a aplicação cotidiana. Essa contextualização elimina a dicotomia entre atividade intelectual e atividade manual, pois não só prepara o profissional para trabalhar em atividades produtivas, mas também com conhecimentos e atitudes, com vistas à atuação política na sociedade. Afinal, é desejo de todo educador formar cidadãos produtivos.

Outro valor pedagógico acompanha esta obra: o fortalecimento mútuo da formação geral e da formação específica (técnica). O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) tem demonstrado que os alunos que estudam em um curso técnico tiram melhores notas, pois ao estudar para resolver um problema prático ele aprimora os conhecimentos da formação geral (química, física, matemática, etc.); e ao contrário, quando estudam uma disciplina geral passam a aprimorar possibilidades da parte técnica.

Pretendemos contribuir para resolver o problema do desemprego, preparando os alunos para atuar na área científica, industrial, de transações e comercial, conforme seu interesse. Por outro lado, preparamos os alunos para ser independentes no processo formativo, permitindo que trabalhem durante parte do dia no comércio ou na indústria e prossigam em seus estudos superiores no contraturno. Dessa forma, podem constituir seu itinerário formativo e, ao concluir um curso superior, serão robustamente formados em relação a outros, que não tiveram a oportunidade de realizar um curso técnico.

Por fim, este livro pretende ser útil para a economia brasileira, aprimorando nossa força produtiva ao mesmo tempo em que dispensa a importação de técnicos estrangeiros para atender às demandas da nossa economia.

Por que a Formação Técnica de Nível Médio É Importante?

O técnico desempenha papel vital no desenvolvimento do país por meio da criação de recursos humanos qualificados, aumento da produtividade industrial e melhoria da qualidade de vida.

Alguns benefícios do ensino profissionalizante para o formando:

- Aumento dos salários em comparação com aqueles que têm apenas o Ensino Médio.
- Maior estabilidade no emprego.
- Maior rapidez para adentrar ao mercado de trabalho.
- Facilidade em conciliar trabalho e estudos.
- Mais de 72% ao se formarem estão empregados.
- Mais de 65% dos concluintes passam a trabalhar naquilo que gostam e em que se formaram.

Esses dados são oriundos de pesquisas. Uma delas, intitulada “Educação profissional e você no mercado de trabalho”, realizada pela Fundação Getúlio Vargas e o Instituto Votorantim, comprova o acerto do Governo ao colocar, entre os quatro eixos do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), investimentos para a popularização da Educação Profissional. Para as empresas, os cursos oferecidos pelas escolas profissionais atendem de forma mais eficiente às diferentes necessidades dos negócios.

Outra pesquisa, feita em 2009 pela Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (Setec), órgão do Ministério da Educação (MEC), chamada “Pesquisa nacional de egressos”, revelou também que de cada dez alunos, seis recebem salário na média da categoria. O percentual dos que qualificaram a formação recebida como “boa” e “ótima” foi de 90%.

Ensino Profissionalizante no Brasil e Necessidade do Livro Didático Técnico

O Decreto Federal nº 5.154/2004 estabelece inúmeras possibilidades de combinar a formação geral com a formação técnica específica. Os cursos técnicos podem ser ofertados da seguinte forma:

- a) **Integrado** – Ao mesmo tempo em que estuda disciplinas de formação geral o aluno também recebe conteúdos da parte técnica, na mesma escola e no mesmo turno.
- b) **Concomitante** – Num turno o aluno estuda numa escola que só oferece Ensino Médio e num outro turno ou escola recebe a formação técnica.
- c) **Subsequente** – O aluno só vai para as aulas técnicas, no caso de já ter concluído o Ensino Médio.

Com o Decreto Federal nº 5.840/2006, foi criado o programa de profissionalização para a modalidade Jovens e Adultos (Proeja) em Nível Médio, que é uma variante da forma integrada.

Em 2008, após ser aprovado pelo Conselho Nacional de Educação pelo Parecer CNE/CEB nº 11/2008, foi lançado o Catálogo Nacional de Cursos Técnicos, com o fim de orientar a oferta desses cursos em nível nacional.

O Catálogo consolidou diversas nomenclaturas em 185 denominações de cursos. Estes estão organizados em 13 eixos tecnológicos, a saber:

1. Ambiente e Saúde
2. Desenvolvimento Educacional e Social
3. Controle e Processos Industriais
4. Gestão e Negócios
5. Turismo, Hospitalidade e Lazer
6. Informação e Comunicação
7. Infraestrutura
8. Militar
9. Produção Alimentícia
10. Produção Cultural e *Design*
11. Produção Industrial
12. Recursos Naturais
13. Segurança.

Para cada curso, o Catálogo estabelece **carga horária** mínima para a parte técnica (de 800 a 1 200 horas), **perfil** profissional, **possibilidades de temas a serem abordados** na formação, **possibilidades de atuação** e **infra-estrutura recomendada** para realização do curso. Com isso, passa a ser um mecanismo de organização e orientação da oferta nacional e tem função indutora ao destacar novas ofertas em nichos tecnológicos, culturais, ambientais e produtivos, para formação do técnico de Nível Médio.

Dessa forma, passamos a ter no Brasil uma nova estruturação legal para a oferta destes cursos. Ao mesmo tempo, os governos federal e estaduais passaram a investir em novas escolas técnicas, aumentando a oferta de vagas. Dados divulgados pelo Ministério da Educação apontaram que o número de alunos matriculados em educação profissional passou de 993 mil em 2011 para 1,064 milhões em 2012 – um crescimento de 7,10%. Se considerarmos os cursos técnicos integrados ao ensino médio, esse número sobe para 1,3 milhões. A demanda por vagas em cursos técnicos tem tendência a aumentar, tanto devido à nova importância social e legal dada a esses cursos, como também pelo crescimento do Brasil.

Comparação de Matrículas Brasil

Comparação de Matrículas da Educação Básica por Etapa e Modalidade – Brasil, 2011 e 2012.

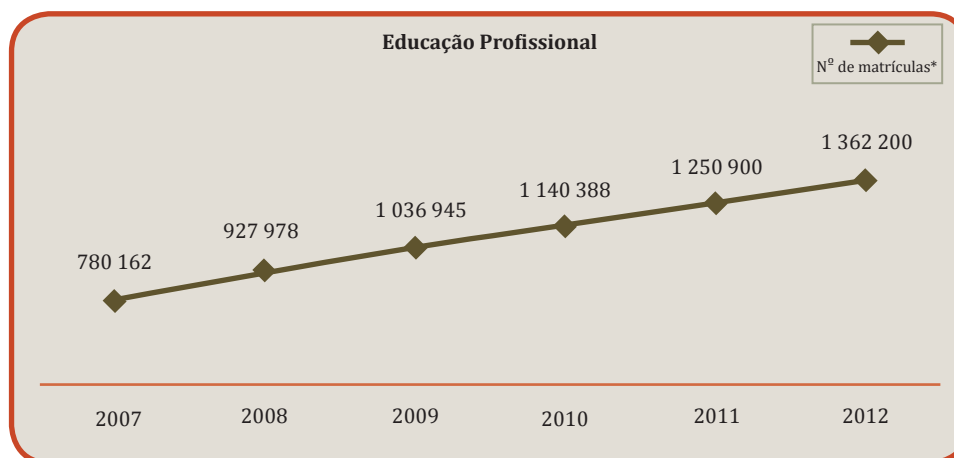
Etapas/Modalidades de Educação Básica	Matrículas / Ano			
	2011	2012	Diferença 2011-2012	Variação 2011-2012
Educação Básica	62 557 263	62 278 216	-279 047	-0,45
Educação Infantil	6 980 052	7 295 512	315 460	4,52%
• Creche	2 298 707	2 540 791	242 084	10,53%
• Pré-escola	4 681 345	4 754 721	73 376	1,57%
Ensino Fundamental	30 358 640	29 702 498	-656 142	-2,16%
Ensino Médio	8 400 689	8 376 852	-23 837	-0,28%
Educação Profissional	993 187	1 063 655	70 468	7,10%
Educação Especial	752 305	820 433	68 128	9,06%
EJA	4 046 169	3 861 877	-184 292	-4,55%
• Ensino Fundamental	2 681 776	2 516 013	-165 763	-6,18%
• Ensino Médio	1 364 393	1 345 864	-18 529	-1,36%

Fonte: Adaptado de: MEC/Inep/Deed.

No aspecto econômico, há necessidade de expandir a oferta desse tipo de curso, cujo principal objetivo é formar o aluno para atuar no mercado de trabalho, já que falta trabalhador ou pessoa qualificada para assumir imediatamente as vagas disponíveis. Por conta disso, muitas empresas têm que arcar com o treinamento de seus funcionários, treinamento este que não dá ao funcionário um diploma, ou seja, não é formalmente reconhecido.

Para atender à demanda do setor produtivo e satisfazer a procura dos estudantes, seria necessário mais que triplicar as vagas técnicas existentes hoje.

Podemos observar o crescimento da educação profissional no gráfico a seguir:



Fonte: Adaptado de: MEC/Inep/Deed.

* Inclui matrículas de educação profissional integrada ao ensino médio.

As políticas e ações do MEC nos últimos anos visaram o fortalecimento, a expansão e a melhoria da qualidade da educação profissional no Brasil, obtendo, nesse período, um crescimento de 74,6% no número de matrículas, embora esse número tenda a crescer ainda mais, visto que a experiência internacional tem mostrado que 30% das matrículas da educação secundária correspondem a cursos técnicos; este é o patamar idealizado pelo Ministério da Educação. Se hoje há 1,064 milhões de estudantes matriculados, para atingir essa porcentagem devemos matricular pelo menos 3 milhões de estudantes em cursos técnicos dentro de cinco anos.

Para cada situação pode ser adotada uma modalidade ou forma de Ensino Médio profissionalizante, de forma a atender a demanda crescente. Para os advindos do fluxo regular do Ensino Fundamental, por exemplo, é recomendado o curso técnico integrado ao Ensino Médio. Para aqueles que não tiveram a oportunidade de cursar o Ensino Médio, a oferta do PROEJA estimularia sua volta ao ensino secundário, pois o programa está associado à formação profissional. Além disso, o PROEJA considera os conhecimentos adquiridos na vida e no trabalho, diminuindo a carga de formação geral e privilegiando a formação específica. Já para aqueles que possuem o Ensino Médio ou Superior a modalidade recomendada é a subsequente: somente a formação técnica específica.

Para todos eles, com ligeiras adaptações metodológicas e de abordagem do professor, é extremamente útil o uso do livro didático técnico, para maior eficácia da hora/aula do curso, não importando a modalidade do curso e como será ofertado.

Além disso, o conteúdo deste livro didático técnico e a forma como foi concebido reforça a formação geral, pois está contextualizado com a prática social do estudante e relaciona permanentemente os conhecimentos da ciência, implicando na melhoria da qualidade da formação geral e das demais disciplinas do Ensino Médio.

Em resumo, há claramente uma nova perspectiva para a formação técnica com base em sua crescente valorização social, na demanda da economia, no aprimoramento de sua regulação e como opção para enfrentar a crise de qualidade e quantidade do Ensino Médio.

O Que É Educação Profissional?

O ensino profissional prepara os alunos para carreiras que estão baseadas em atividades mais práticas. O ensino é menos acadêmico, contudo diretamente relacionado com a inovação tecnológica e os novos modos de organização da produção, por isso a escolarização é imprescindível nesse processo.

Elaboração dos Livros Didáticos Técnicos

Devido ao fato do ensino técnico e profissionalizante ter sido renegado a segundo plano por muitos anos, a bibliografia para diversas áreas é praticamente inexistente. Muitos docentes se veem obrigados a utilizar e adaptar livros que foram escritos para a graduação. Estes compêndios, às vezes traduções de livros estrangeiros, são usados para vários cursos superiores. Por serem inacessíveis à maioria dos alunos por conta de seu custo, é comum que professores preparem apostilas a partir de alguns de seus capítulos.

Tal problema é agravado quando falamos do Ensino Técnico integrado ao Médio, cujos alunos correspondem à faixa etária entre 14 e 19 anos, em média. Para esta faixa etária é preciso de linguagem e abordagem diferenciadas, para que aprender deixe de ser um simples ato de memorização e ensinar signifique mais do que repassar conteúdos prontos.

Outro público importante corresponde àqueles alunos que estão afastados das salas de aula há muitos anos e veem no Ensino Técnico uma oportunidade de retomar os estudos e ingressar no mercado profissional.

O Livro Didático Técnico e o Processo de Avaliação

O termo avaliar tem sido constantemente associado a expressões como: realizar prova, fazer exame, atribuir notas, repetir ou passar de ano. Nela a educação é concebida como mera transmissão e memorização de informações prontas e o aluno é visto como um ser passivo e receptivo.

Avaliação educacional é necessária para fins de documentação, geralmente para embasar objetivamente a decisão do professor ou da escola, para fins de progressão do aluno.

O termo avaliação deriva da palavra valer, que vem do latim *vālêre*, e refere-se a ter valor, ser válido. Consequentemente, um processo de avaliação tem por objetivo averiguar o "valor" de determinado indivíduo.

Mas precisamos ir além.

A avaliação deve ser aplicada como instrumento de compreensão do nível de aprendizagem dos alunos em relação aos conceitos estudados (conhecimento), em relação ao desenvolvimento de criatividade, iniciativa, dedicação e princípios éticos (atitude) e ao processo de ação prática com eficiência e eficácia (habilidades). Este livro didático ajuda, sobretudo para o processo do conhecimento e também como guia para o desenvolvimento de atitudes. As habilidades, em geral, estão associadas a práticas laboratoriais, atividades complementares e estágios.

A avaliação é um ato que necessita ser contínuo, pois o processo de construção de conhecimentos pode oferecer muitos subsídios ao educador para perceber os avanços e dificuldades dos educandos e, assim, rever a sua prática e redirecionar as suas ações, se necessário. Em cada etapa registros são feitos. São os registros feitos ao longo do processo educativo, tendo em vista a compreensão e a descrição dos desempenhos das aprendizagens dos estudantes, com possíveis demandas de intervenções, que caracterizam o processo avaliativo, formalizando, para efeito legal, os progressos obtidos.

Neste processo de aprendizagem deve-se manter a interação entre professor e aluno, promovendo o conhecimento participativo, coletivo e construtivo. A avaliação deve ser um processo natural que acontece para que o professor tenha uma noção dos conteúdos assimilados pelos alunos, bem como saber se as metodologias de ensino adotadas por ele estão surtindo efeito na aprendizagem dos alunos.

Avaliação deve ser um processo que ocorre dia após dia, visando à correção de erros e encaminhando o aluno para aquisição dos objetivos previstos. A esta correção de rumos, nós chamamos de avaliação formativa, pois serve para retomar o processo de ensino/aprendizagem, mas com novos enfoques, métodos e materiais. Ao usar diversos tipos de avaliações combinadas para fim de retroalimentar o ensinar/aprender, de forma dinâmica, concluímos que se trata de um "processo de avaliação".

O resultado da avaliação deve permitir que o professor e o aluno dialoguem, buscando encontrar e corrigir possíveis erros, redirecionando o aluno e mantendo a motivação para o progresso do educando, sugerindo a ele novas formas de estudo para melhor compreensão dos assuntos abordados.

Se ao fazer avaliações contínuas, percebermos que um aluno tem dificuldade em assimilar conhecimentos, atitudes e habilidades, então devemos mudar o rumo das coisas. Quem sabe fazer um reforço da aula, com uma nova abordagem ou com outro colega professor, em um horário alternativo, podendo ser em grupo ou só, assim por diante.

Pode ser ainda que a aprendizagem daquele tema seja facilitada ao aluno fazendo práticas discursivas, escrever textos, uso de ensaios no laboratório, chegando à conclusão que este aluno necessita de um processo de ensino/aprendizagem que envolva ouvir, escrever, falar e até mesmo praticar o tema.

Se isso acontecer, a avaliação efetivamente é formativa.

Neste caso, a avaliação está integrada ao processo de ensino/aprendizagem, e esta, por sua vez, deve envolver o aluno, ter um significado com o seu contexto, para que realmente aconteça. Como a aprendizagem se faz em processo, ela precisa ser acompanhada de retornos avaliativos visando a fornecer os dados para eventuais correções.

Para o uso adequado deste livro recomendamos utilizar diversos tipos de avaliações, cada qual com pesos e frequências de acordo com perfil de docência de cada professor. Podem ser usadas as tradicionais provas e testes, mas, procurar fugir de sua soberania, mesclando com outras criativas formas.

Avaliação e Progressão

Para efeito de progressão do aluno, o docente deve sempre considerar os avanços alcançados ao longo do processo e perguntar-se: Este aluno progrediu em relação ao seu patamar anterior? Este aluno progrediu em relação às primeiras avaliações? Respondidas estas questões, volta a perguntar-se: Este aluno apresentou progresso suficiente para acompanhar a próxima etapa? Com isso o professor e a escola podem embasar o deferimento da progressão do estudante.

Com isso, superamos a antiga avaliação conformadora em que eram exigidos padrões iguais para todos os “formandos”.

Nossa proposta significa, conceitualmente, que ao estudante é dado o direito, pela avaliação, de verificar se deu um passo a mais em relação às suas competências. Os diversos estudantes terão desenvolvimentos diferenciados, medidos por um processo avaliativo que incorpora esta possibilidade. Aqueles que acrescentaram progresso em seus conhecimentos, atitudes e habilidades estarão aptos a progredir.

A base para a progressão, neste caso, é o próprio aluno.

Todos têm o direito de dar um passo a mais. Pois um bom processo de avaliação oportuniza justiça, transparência e qualidade.

Tipos de Avaliação

Existem inúmeras técnicas avaliativas, não existe uma mais adequada, o importante é que o docente conheça várias técnicas para poder ter um conjunto de ferramentas a seu dispor e escolher a mais adequada dependendo da turma, faixa etária, perfil entre outros fatores.

Avaliação se torna ainda mais relevante quando os alunos se envolvem na sua própria avaliação.

A avaliação pode incluir:

1. Observação
2. Ensaios
3. Entrevistas
4. Desempenho nas tarefas
5. Exposições e demonstrações
6. Seminários
7. Portfólio: Conjunto organizado de trabalhos produzidos por um aluno ao longo de um período de tempo.
8. Elaboração de jornais e revistas (físicos e digitais)
9. Elaboração de projetos
10. Simulações
11. O pré-teste
12. A avaliação objetiva
13. A avaliação subjetiva
14. Autoavaliação
15. Autoavaliação de dedicação e desempenho
16. Avaliações interativas
17. Prática de exames
18. Participação em sala de aula
19. Participação em atividades
20. Avaliação em conselho pedagógico – que inclui reunião para avaliação discente pelo grupo de professores.

No livro didático as “atividades”, as “dicas” e outras informações destacadas poderão resultar em avaliação de atitude, quando cobrado pelo professor em relação ao “desempenho nas tarefas”. Poderão resultar em avaliações semanais de autoavaliação de desempenho se cobrado oralmente pelo professor para o aluno perante a turma.

Enfim, o livro didático, possibilita ao professor extenuar sua criatividade em prol de um processo avaliativo retroalimentador ao processo ensino/aprendizagem para o desenvolvimento máximo das competências do aluno.

Objetivos da Obra

Além de atender às peculiaridades citadas anteriormente, este livro está de acordo com o Catálogo Nacional de Cursos Técnicos. Busca o desenvolvimento das habilidades por meio da construção de atividades práticas, fugindo da abordagem tradicional de descontextualizado acúmulo de informações. Está voltado para um ensino contextualizado, mais dinâmico e com o suporte da interdisciplinaridade. Visa também à ressignificação do espaço escolar, tornando-o vivo, repleto de interações práticas, aberto ao real e às suas múltiplas dimensões.

Ele está organizado em capítulos, graduando as dificuldades, numa linha da lógica de aprendizagem passo a passo. No final dos capítulos, há exercícios e atividades complementares, úteis e necessárias para o aluno descobrir, fixar, e aprofundar os conhecimentos e as práticas desenvolvidos no capítulo.

A obra apresenta diagramação colorida e diversas ilustrações, de forma a ser agradável e instigante ao aluno. Afinal, livro técnico não precisa ser impresso num sisudo preto-e-branco para ser bom. Ser difícil de manusear e pouco atraente é o mesmo que ter um professor dando aula de cara feia permanentemente. Isso é antididático.

O livro servirá também para a vida profissional pós-escolar, pois o técnico sempre necessitará consultar detalhes, tabelas e outras informações para aplicar em situação real. Nesse sentido, o livro didático técnico passa a ter função de manual operativo ao egresso.

Neste manual do professor apresentamos:

- Respostas e alguns comentários sobre as atividades propostas.
- Considerações sobre a metodologia e o projeto didático.
- Sugestões para a gestão da sala de aula.
- Uso do livro.
- Atividades em grupo.
- Laboratório.
- Projetos.

A seguir, são feitas considerações sobre cada capítulo, com sugestões de atividades suplementares e orientações didáticas. Com uma linguagem clara, o manual contribui para a ampliação e exploração das atividades propostas no livro do aluno. Os comentários sobre as atividades e seus objetivos trazem subsídios à atuação do professor. Além disso, apresentam-se diversos instrumentos para uma avaliação coerente com as concepções da obra.

Referências Bibliográficas Gerais

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1997.

FRIGOTTO, G. (Org.). *Educação e trabalho: dilemas na educação do trabalhador*. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2005.

BRASIL. *LDB 9394/96*. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br>>. Acesso em: 23 maio 2009.

LUCKESI, C. C. *Avaliação da aprendizagem na escola: reelaborando conceitos e recriando a prática*. Salvador: Malabares Comunicação e Eventos, 2003.

PERRENOUD, P. *Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens – entre duas lógicas*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

ÁLVAREZ MÉNDEZ, J. M. *Avaliar para conhecer: examinar para excluir*. Porto Alegre: Artmed, 2002.

SHEPARD, L. A. *The role of assessment in a learning culture*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association. Available at: <<http://www.aera.net/meeting/am2000/wrap/praddr01.htm>>.



Orientações AO PROFESSOR

ACIONAMENTOS ELETROPNEUMÁTICOS

Orientações gerais

O desenvolvimento da automação permitiu que a indústria alcançasse níveis fabulosos de produção, por meio de processos de elevada complexidade e velocidade operacional. Isso, certamente, não seria possível sem os acionamentos eletropneumáticos.

Os atuadores pneumáticos executam ciclos de operação a elevadas velocidades, apresentam segurança operacional, robustez, simplicidade construtiva e, principalmente, permitem a integração com os sistemas complexos de controle industrial por meio de sensores, e válvulas eletropneumáticas de comando e controle. Por intermédio dessa tecnologia é possível montar circuitos para executar as mais variadas tarefas, automaticamente, com velocidade e precisão antes nunca imaginadas.

Portanto, conhecer essa tecnologia passou a ser um requisito indispensável para os profissionais que querem trabalhar na indústria moderna, principalmente, na área de projeto, operação e manutenção industrial.

O livro *Acionamento eletropneumáticos* apresenta os conhecimentos básicos para a aprendizagem da tecnologia eletropneumática.

O primeiro capítulo aborda um pouco da história do uso do ar comprimido, destacando a dificuldade enfrentada inicialmente para se usar essa energia como fonte de potência para os processos produtivos. Destaca o ciclo histórico do desenvolvimento dessa tecnologia, desde os primeiros inventos na Grécia Antiga até os modernos sistemas eletropneumáticos utilizados na indústria moderna.

O segundo capítulo traz uma abordagem sobre as principais características e propriedades do ar. Esse conhecimento é fundamental para que os alunos possam compreender a necessidade do uso de vários equipamentos, principalmente para produzir, tratar, condicionar e distribuir o ar comprimido. Esse conhecimento é fundamental também para se entender o princípio de funcionamento dos vários componentes e dispositivos eletropneumáticos.

O terceiro capítulo traz a descrição dos principais componentes utilizados no processo de produção, tratamento, e distribuição do ar comprimido.

O quarto capítulo trata especificamente dos componentes aplicados no condicionamento do ar.

O quinto capítulo trabalha os conceitos básicos da eletricidade. Enquanto o sexto apresenta os componentes elétricos usados nos sistemas eletropneumáticos.

O sétimo apresenta especificamente os componentes eletropneumáticos, suas principais características técnico-construtivas, princípio de funcionamento e simbologias.

O oitavo capítulo apresenta vários exemplos de acionamentos eletropneumáticos, sua representação e trabalha a técnica de interpretação de circuitos.

O nono capítulo apresenta os métodos de projeto mais empregados na elaboração de circuitos eletropneumáticos.

O décimo capítulo fala sobre a importância do uso dos *softwares* de simulação dos acionamentos eletropneumáticos e apresenta os principais recursos disponíveis nesses simuladores.

Objetivos do material didático

- Conhecer a história do uso do ar comprimido pelo homem, bem como sua trajetória até dominar completamente sua aplicação.
- Aprender as principais características e propriedades físicas do ar.
- Enunciar as principais leis e conceitos da física aplicados no estudo do ar comprimido.
- Descrever o processo produção, tratamento, distribuição e condicionamento do ar comprimido.
- Aplicar os conceitos da eletricidade básica na resolução de problemas que explicam o funcionamento elétrico dos dispositivos eletropneumáticos.
- Entender o princípio de funcionamento dos principais componentes elétricos utilizados em comandos elétricos.
- Elaborar diagramas e interpretar circuitos elétricos.
- Identificar o princípio de funcionamento dos principais componentes eletropneumáticos.
- Compreender o funcionamento de acionamentos e interpretar circuitos de comando eletropneumáticos.
- Perceber os principais métodos de elaboração de projetos eletropneumáticos.
- Reconhecer as principais ferramentas dos *softwares* de simulação de circuitos eletropneumáticos para elaboração de projetos.

Princípios pedagógicos

O conteúdo foi organizado de modo a proporcionar a aprendizagem por meio da construção do conhecimento. Ou seja, cada capítulo serve de embasamento didático para o capítulo seguinte. A organização seguiu a mesma metodologia. Desse modo, o aluno vai acumulando conhecimento à medida que vai avançando nos assuntos.

Nos seis capítulos iniciais, o aluno terá todo o embasamento teórico necessário para desenvolver, no final, projetos de acionamentos eletropneumáticos. Ao término do capítulo 7 ele estará apto a descrever o princípio de funcionamento de vários componentes. Ao concluir o oitavo estará apto a interpretar circuitos. Ao término do nono ele poderá aplicar métodos específicos para construir lógicas de comandos; e ao final do décimo poderá projetar, simular e montar circuitos eletropneumáticos.

Articulação do conteúdo

A eletropneumática permite a contextualização de vários princípios da física e aplicação de conhecimentos de várias outras disciplinas. Desse modo, o professor poderá interagir com professores de disciplinas de formação geral, apresentando as possibilidades de desenvolvimento de aulas práticas em laboratório.

Atividades complementares

As principais atividades complementares no ensino da eletropneumática são as aulas práticas de laboratório e o uso dos *softwares* de simulação. Esses recursos didáticos de apoio propiciam uma experiência bastante rica na contextualização dos conceitos trabalhados, uma vez que as tarefas desenvolvidas são bastante próximas às tarefas vivenciadas na prática profissional real. A visita técnica é uma oportunidade ímpar dos alunos perceberem que os componentes aplicados nos sistemas reais são os mesmos, ou similares, aos que eles manuseiam no laboratório. Isto propicia uma maior segurança e confiança no processo de aprendizagem. As práticas em *kits* didáticos devem ser executadas por, no mínimo, dois alunos e no máximo, três. A prática mostra que a execução das atividades práticas em grupos propicia uma intensa discussão sobre os métodos e técnicas de montagem, princípio de funcionamento de componentes, interpretação de projetos; trazendo resultados de aprendizagem bem melhores que atividades desenvolvidas por alunos individualmente. O desenho manual dos circuitos também propicia um importante desenvolvimento da aprendizagem.

Sugestão de planejamento

A sequência dos conteúdos apresentadas não representa uma regra rígida que deve ser seguida de maneira invariável. Embora, como já foi dito, o conteúdo esteja organizado uma sequência construtiva de aprendizagem. O professor, de acordo com sua experiência, pode alterar essa sequência se considerar oportuno, fazendo valer sua experiência e criatividade. Por exemplo, uma turma que já possua o Ensino Médio, como nos cursos técnicos, talvez os cinco primeiros capítulos possam ser vistos como uma revisão de conteúdos da física. Assim, pode-se ganhar tempo para se aplicar em atividades de práticas de laboratório, trabalhando mais as técnicas de elaboração e montagem de projetos. No entanto, para uma turma que só tenha o Fundamental, como as turmas dos cursos integrados, talvez esses conteúdos necessitem ser mais profundamente trabalhados. Enfim, o planejamento sugerido pode ser tomado como uma referência para construção de outros planejamentos que certamente exigirão um formato específico de acordo com o perfil dos alunos e estrutura educacional disponível.

O conteúdo integral do livro foi elaborado como material de apoio didático, que pode ser vivenciado adequadamente para 50 horas em sala de aula/laboratório. Os capítulos foram divididos em dois semestres.

Semestre 1

Primeiro bimestre

Capítulo 1 – Introdução à eletropneumática

Capítulo 2 – Estudo do ar comprimido

Capítulo 3 – Produção, tratamento e distribuição do ar comprimido

Objetivos

- Apresentar a evolução histórica do uso da tecnologia pneumática.
- Conceituar sistema e acionamento eletropneumático.
- Apresentar a organização estrutural de uma cadeia de comando eletropneumático.
- Descrever as principais características e propriedades físicas do ar.
- Enunciar as principais leis da física relacionadas com a pneumática,
- Usar corretamente as unidades de medidas do Sistema Internacional de Medidas e aplicar as tabelas de conversão de unidades.
- Descrever o sistema de produção do AC, bem como o princípio de operação dos principais equipamentos e dispositivos utilizados.

Atividades

- Pesquisa sobre os primeiros dispositivos pneumáticos inventados pelo homem.
- Apresentação oral da pesquisa e discussão de resultados.
- Resolução das atividades propostas no livro texto e discussão das respostas.
- Pesquisa sobre experimentos da física experimental demonstrando o comportamento dos gases sob condições de temperatura, pressão e temperatura controladas.
- Apresentação oral da Lei dos Gases.
- Resolução de lista de exercícios sobre a lei dos gases e discussão dos resultados em grupo.
- Aula expositiva do princípio de operação dos equipamentos utilizados.
- Pesquisa sobre equipamentos de diferentes fabricantes utilizados na produção, tratamento e distribuição de AC.

Segundo bimestre

Capítulo 4 – Condicionamento do ar comprimido

Capítulo 5 – Conceitos básicos da eletricidade

Capítulo 6 – Componentes elétricos nos acionamentos eletropneumáticos

Objetivos

- Apresentar os elementos de condicionamento de ar comprimido, e de armazenamento.
- Conhecer os conceitos básicos da eletricidade.
- Saber sobre as características dos componentes elétricos.

Atividades

- Apresentação dos conceitos básicos da eletricidade como corrente, tensão, resistência elétrica, etc.
- Aplicação da Lei de Ohm na resolução de problemas.
- Descrever as principais características do comportamento da corrente e tensão em circuitos elétricos em série e paralelo.
- Discussão em grupo sobre os assuntos estudados.
- Resolução das atividades propostas no livro texto e das respostas.
- Aula expositiva do princípio de operação dos componentes eletropneumáticos utilizados nos acionamentos eletropneumáticos.

Semestre 2

Primeiro bimestre

Capítulo 7 – Componentes pneumáticos e eletropneumáticos

Capítulo 8 – Acionamentos eletropneumáticos

Objetivos

- Aplicar aula expositiva do princípio de operação dos componentes elétricos utilizados nos acionamentos eletropneumáticos.
- Apresentar os componentes para os alunos, fazendo com que todos possam manuseá-los, à medida que for explicando o funcionamento de cada um deles.

Atividades

- Pesquisa na web sobre componentes de diferentes fabricantes utilizados nos processos.
- Apresentação oral da pesquisa.
- Discussão em grupo sobre os resultados da pesquisa.
- Resolução das atividades propostas no livro texto e discussão das respostas.
- Apresentação da simbologia dos componentes.
- Resolução de lista de exercícios explorando o conhecimento na interpretação da simbologia dos componentes.

Segundo bimestre

Capítulo 9 – Métodos de projeto de acionamentos eletropneumáticos

Capítulo 10 – Simulação de circuitos eletropneumáticos

Objetivos

- Apresentar os sistemas sequenciais de movimentos de atuadores pneumáticos.
- Conhecer os métodos de projetos de acionamentos.
- Trabalhar com *softwares* para simulação de circuitos eletropneumáticos.

Atividades

- Apresentação dos principais métodos de elaboração circuitos eletropneumáticos.
- Apresentação dos circuitos elaborados para análise de falhas, em grupo.
- Pesquisa de circuitos puramente pneumáticos para que os alunos possam transformá-los para eletropneumáticos.
- Apresentação dos principais *softwares* simuladores e seus recursos utilizados na elaboração circuitos eletropneumáticos.
- Apresentação dos circuitos elaborados para análise de falhas, em grupo.

Orientações didáticas e respostas das atividades

Capítulo 1

Orientações

As aulas deverão ser teóricas e ao final de cada tema procurar interagir com os alunos verificando dúvidas. Para o primeiro capítulo é muito importante que o professor enfatize sobre a automação pneumática aplicada na indústria e o acionamento eletropneumático, pois assim, pode despertar o interesse do aluno a pesquisar mais sobre o assunto.

Respostas – páginas 23-25

- 1) Resposta pessoal.
- 2) b. A pneumática surgiu primeiro que a eletricidade, sendo esta última incorporada aos comandos pneumáticos para permitir maior controle das máquinas automáticas.

- 3) a. (V)
b. (V)
c. (F)
d. (F)
e. (F)
- 4) a. Ctesíbios – Fundou a Escola de Mecânicos em Alexandria e é tido como precursor da técnica de comprimir o ar.
b. Torricelli – Criou o barômetro.
c. Boyle – Ajudou a descrever as leis de compressão e expansão dos gases.
d. Leibinz – Participou dos estudos iniciais da física experimental.
e. Heron – Escreveu trabalhos sobre a utilização do ar comprimido e o vácuo que foram aproveitadas por reis em armas de guerra no século III d.C.
- 5) • Elevada relação custo/benefício – Vantagem: incremento de produção com investimento relativamente pequeno.
• Redução de custos operacionais – Vantagem: devido à alta velocidade dos movimentos pneumáticos e a liberação do homem de operações repetitivas, que possibilitam o aumento do ritmo de trabalho e da produtividade.
• Robustez dos componentes pneumáticos – Vantagem: possuindo elevada resistência a golpes e vibrações mecânicas. São de fácil manutenção. Elevado tempo de vida útil.
- 6) Podemos definir **eletropneumática** como sendo a combinação da energia elétrica como a energia pneumática nos processos industriais.
- 7) **Acionamento eletropneumático** é o conjunto de componentes elétricos e ou eletrônicos, dispostos adequadamente, por meio de circuitos de comando, para realizar determinados controles por meio dos componentes pneumáticos.
- 8) • Operações comandadas remotamente.
• Garantia da qualidade em operações complexas e de alta precisão.
• Flexibilidade na modificação de rotinas de produção por intermédio de modificações de programas.
- 9) d. B-A-E-C-D.
- 10) d. 1-V; 2-IV; 3-II; 4-III; 5-I; 6-VI.

Capítulo 2

Orientações

Professor, incentivar a pesquisa sobre experimentos da física experimental demonstrando o comportamento dos gases sob condições de temperatura, pressão e temperatura controladas; apresentação oral da Lei dos Gases é uma boa medida de fixação, e “bate-papo” para sanar dúvidas. Discussão em grupo sobre os resultados da pesquisa e resolução de lista de exercícios.

Respostas – páginas 37-39

- 1) b. O ar não possui forma própria. Por conta disso, tem a propriedade de assumir a forma de qualquer recipiente onde for confinado.
- 2) c. Se um recipiente com determinado volume de ar aprisionado no seu interior tiver seu volume reduzido por meio de algum dispositivo, o ar também terá seu volume igualmente reduzido, por conta de sua compressibilidade.
- 3) c. O compressor não precisa trabalhar continuamente.
- 4) c. A, D, B, C.
- 5) a. Preparação – Umidade e impurezas desgastam componentes.
b. Compressibilidade – Dificuldade em obter velocidades uniformes e constantes dos atuadores.
c. Poluição sonora – Silenciadores são necessários para assegurar o nível adequado para audição humana.
d. Forças – Capacidade entre 20 e 30 KN (a uma pressão de 7 Kpa).
- 6) b. Admitir o ar atmosférico, comprimi-lo por meio dos compressores, elevando sua pressão a valores bem acima da pressão atmosférica, e armazená-lo nos reservatórios para posterior uso pelos vários componentes dos circuitos.
- 7) a. Temperatura – Kelvin (K)
b. Tempo – Segundos (s)
c. Massa – Quilograma (kg)
d. Intensidade de corrente – Ampere (A)
e. Comprimento – Metro (m)
- 8) Isto decorre do fato de que houve aumento do volume do ar no interior do cilindro forçando o êmbolo para cima.
- 9)
$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} = \text{Constante}$$

Se a temperatura for constante, podemos ver que se V_2 for reduzido, no processo de compressão, ocorrerá o aumento de P_2 para manter constante o produto $P_1 \cdot V_1$.
- 10) Para que o processo de compressão possa atingir a máxima eficiência na produção do ar comprimido.

Capítulo 3

Orientações

Professor, para o Capítulo 3 é importante uma aula expositiva do princípio de operação dos equipamentos utilizados; pesquisa na web sobre equipamentos de diferentes fabricantes usados na produção, tratamento e distribuição de AC; apresentação oral da pesquisa e discussão em grupo sobre os resultados, bem como a resolução das atividades propostas no livro texto e discussão oral das respostas.

Respostas – páginas 55-58

- 1) d. Estão corretas as alternativas I, III e V.
- 2) b. Os compressores volumétricos também são chamados de compressores de deslocamento positivo.
- 3) c. Operam segundo o movimento alternativo de pistões no interior do compressor.
- 4) e. Compressor de parafuso.
- 5) a. Compressor de pistão – Também chamado de compressor de deslocamento linear.
b. Compressor de parafuso – Constituído de dois parafusos helicoidais.
c. Compressor axial – Aceleração do fluxo do ar no sentido do eixo do rotor.
d. Compressor tipo *roots* – O aumento da pressão ocorre devido à passagem forçada do ar entre os êmbolos do compressor.
e. Compressor radial – O ar muda de direção no interior da câmara de compressão, afastando-se do eixo do rotor.
- 6) a. I; b. V; c. IV; d. III; e. II.
- 7) O objetivo principal do sistema de tratamento do ar comprimido é remover as impurezas do ar.
- 8) São consideradas as principais impurezas para os sistemas de ar comprimido as partículas sólidas em suspensão na atmosfera, resíduos e oxidação de tubulações ou ferrugem, resquícios de óleo e a umidade.
- 9) É um trocador de calor usado para resfriar o ar comprimido.
- 10) A secagem por absorção utiliza uma substância chamada de adsorvente, sólida ou líquida, que possui a propriedade de absorver outra substância líquida ou gasosa. Esse processo se dá por meio de reações químicas entre o material adsorvente e umidade presente no ar.

- 11) A secagem por adsorção ocorre pela retenção da água por um material chamado adsorvente. O processo se dá pela retenção da água, por meio de um processo físico.
- 12) Em aplicações comerciais, como oficinas e postos de combustíveis, normalmente, apenas um compressor, de pequeno porte, é suficiente para fornecer a quantidade de ar comprimido requerida. Na indústria, porém, existe a necessidade do ar comprimido para várias aplicações diferentes. É mais econômico produzir o ar comprimido em um ponto específico, localizado estrategicamente, dentro da fábrica, e efetuar a distribuição por meio de uma rede de distribuição.
- 13) A rede deve apresentar a menor queda de pressão possível entre o compressor e o ponto de consumo. Por conta disso, necessita ser cuidadosamente dimensionada.
- 14) c. FFAAF

Capítulo 4

Orientações

Professor, fazer uma aula expositiva do princípio de operação dos componentes utilizados na distribuição de AC; sugerir pesquisa na web sobre componentes de diferentes fabricantes; apresentação oral da pesquisa; discussão em grupo sobre os resultados e resolução das atividades propostas no livro.

Respostas – páginas 66-68

- 1) I. Tubulações.
II. Umidade.
III. Condicionamento.
IV. Qualidade.
V. Óleo.
- 2) b. O defletor do filtro tem a função de provocar certo movimento rotacional no fluxo do ar, o que faz com que a umidade e as partículas sólidas não sejam lançadas contra a parede do filtro.
- 3) a. (V); b. (F); c. (V); d. (V); e. (F).
- 4) d. Filtro regulador de pressão.
- 5) d. Lubrificador.
- 6) d. Manômetro.

- 7) a. Utiliza uma escala circular com um ponteiro indicador interligado a um sistema de alavancas acoplado a um jogo de engrenagens.
- 8) a. Manômetro – Mede a pressão do circuito.
b. Filtro regulador de pressão – Filtra e controla a pressão.
c. Regulador de pressão – Controla a pressão do circuito.
d. Filtro – Retém impurezas como umidade e partículas sólidas.
e. Lubrificador – Ajuda a reduzir o desgaste entre as partes móveis dos componentes do circuito.
- 9) Secador, resfriador e filtro.
- 10) b. O deslocamento do ponteiro é proporcional ao valor da pressão medida.

Capítulo 5

Orientações

Professor, fazer uma aula expositiva sobre os conceitos da eletricidade básica; resolução, no quadro, de problema envolvendo os conceitos; contextualização dos conceitos utilizando, se possível, *kits* didáticos de eletricidade básica ou *softwares* simuladores; pesquisa na web de aulas demonstrativa dos conceitos; discussão em grupo sobre os resultados da pesquisa; resolução de lista de exercícios sobre aplicação da lei de Ohm; resolução de lista de exercícios sobre análise de circuitos.

Respostas – páginas 74-75

- 1) b. É o movimento ordenado dos elétrons no interior dos condutores.
- 2) c. Corrente elétrica.
- 3) a. Tensão – Volt.
b. Corrente – Ampere.
c. Resistência – Ohm.
d. Potência – Watt.
e. Capacitância – Faraday.
- 4) a. (V); b. (V); c. (F); d. (F); e. (F).
- 5) A corrente em todos os resistores da associação é a mesma da fonte.
- 6) b. A corrente que circula pelos resistores é diferente da fonte.

Capítulo 6

Orientações

Professor, apresentar aos alunos o princípio de operação dos componentes elétricos utilizados nos acionamentos eletropneumáticos e como eles devem manusear esses componentes; sugerir pesquisas sobre componentes de diferentes fabricantes; resolução e discussão sobre as atividades e dúvidas.

Respostas – páginas 91-94

- 1) a. Elementos de sinais.
b. Elementos de processamento de sinais.
c. Elementos de comandos.
d. Elementos de sinais.
e. Elementos de comandos.
- 2) d. Normal aberto, normal fechado e reversível.
- 3) a. (V); b. (F); c. (V); d. (F); e. (F).
- 4) a. I-5; II-2; III-1; IV-3; V-4.
- 5) d. O relé funciona segundo o princípio da indução eletromagnética, gerada pelo núcleo metálico de uma bobina.
- 6) d. Esses contadores, normalmente, possuem dois conjuntos de contatos com capacidade de condução de corrente diferentes. Os contatos dimensionados para correntes de intensidade menor são ditos contatos de comando e são tidos também como contatos auxiliares. Já os dimensionados para correntes de maior intensidade são chamados de contatos de força.
- 7) c. I-2; II-3; III-1; IV-4; V-5.
- 8) d. Os sensores indutivos funcionam segundo a ação de um campo eletromagnético, de alta frequência, gerado em uma bobina instalada na face do sensor. Já os capacitivos funcionam segundo o princípio de funcionamento dos capacitores.
- 9) b. O elemento magnético no sensor é um anel magnético instalado no pistão do cilindro.
- 10) c. (V); b. (V); c. (V); d. (V); e. (V).

Capítulo 7

Orientações

Professor, aplicar aula expositiva do princípio de operação dos componentes pneumáticos e eletropneumáticos usados na indústria e como manuseá-los; pesquisa sobre os diferentes fabricantes usados nesses processos; apresentação da simbologia dos componentes e resolução das atividades do livro texto.

Respostas – páginas 116-118

- 1) a. (F); b. (V); c. (V); d. (V); e. (F).
- 2) b. O cilindro de simples ação possui um ponto de alimentação, ou conexão de AC.
- 3) a. (V); b. (V); c. (F); d. (F); e. (F).
- 4) d. As válvulas não são utilizadas para mudar a posição de atuadores.
- 5) Válvula direcional – Altera o sentido do fluxo do ar.
Válvula “E” – Possui três conexões: duas entradas de pressão e uma única saída. A saída é liberada somente quando as duas entradas são pressurizadas.
Válvula de retenção – Possui a função de bloquear o fluxo de ar comprimido em um dos sentidos.
Válvula “OU” – Possui três conexões: duas entradas de pressão e uma única saída. A saída é liberada quando uma das duas entradas é pressurizada.
Válvula de escape rápido – Permite que o ar seja liberado rapidamente.
- 6) e. A válvula I é 3/2 vias normal fechado – acionamento por botão e retorno por mola; enquanto a III é 3/2 vias normal fechado – acionamento por simples piloto.
- 7) d. 3/2 vias normal fechado – acionamento por botão e retorno por mola.
- 8) a. 3/2 vias normal fechado – acionamento por rolete e retorno por mola.
- 9) a. 3/2 vias normal fechado – acionamento por simples piloto e retorno por mola.
- 10) Funcionamento: na posição inicial, o fluxo do ar vai de 1 para 2. Quando o solenoide Y1 é energizado o carretel é deslocado para esquerda que obstrui a passagem do ar para 2 e permite que o fluxo siga por 4. O fluxo muda de direção no interior da válvula. Se o solenoide Y2 for energizado ocorre o deslocamento do carretel para a direita; levando a válvula para a posição inicial.

Capítulo 8

Orientações

Apresentação e interpretação de vários circuitos eletropneumáticos. **Sugestão:** o professor interpreta um circuito básico e explora com a turma a interpretação de um circuito com uma lógica mais complexa, utilizando os mesmos componentes que o circuito anterior; apresentação de circuitos com defeitos para que os alunos possam identificar onde está a falha; pesquisa de projetos eletropneumáticos de algumas aplicações conhecidas da turma. Por exemplo: circuito de abertura e fechamento de porta automática de *shoppings*, ônibus e metrô. Resolução das atividades.

Respostas – páginas 133-138

- 1) a. (V); b. (V); c. (V); d. (V); e. (V).
- 2) a. O atuador é um cilindro de simples ação, e a válvula de comando uma 3/vias, acionamento por simples solenoide, retorno por mola.
- 3) d. S1 é um botão de pulso, Y1 é um solenoide, a tensão de alimentação do circuito é 24 Vcc.
- 4) d. Quando S1 é acionado, o solenoide Y1 é energizado, a válvula direcional muda de posição, fazendo com que o cilindro avance.
- 5) d. Quando S1 ou S2 forem acionados, o solenoide Y1 é energizado, a válvula direcional muda de posição, fazendo com que o cilindro avance.
- 6) d. O atuador é um cilindro de dupla ação, e a válvula de comando uma 5/2 vias, acionamento por simples solenoide, retorno por mola.
- 7) d. O solenoide Y1 é energizado, a válvula direcional muda de posição, fazendo com que o cilindro avance. Quando S1 é solto, a válvula direcional retorna para a posição inicial e o cilindro recua.
- 8) b. O atuador é um cilindro de dupla ação, e a válvula de comando 5/2 vias, acionamento por duplo solenoide.
- 9) a. Quando o S1 é acionado, o solenoide Y1 é energizado, a válvula direcional muda de posição, fazendo com que o cilindro avance. Quando o S2 é acionado, o solenoide Y2 é energizado, a válvula direcional muda de posição, fazendo com que o cilindro recue.
- 10) Quando o botão S1 é acionado o cilindro avança. Ao avançar a haste toca no fim de curso FC1, fechando seu contato NA que energiza o solenoide Y2 da válvula direcional. Nesse momento a haste do cilindro inicia seu recuo, automaticamente, desde que S1 esteja solto.

Capítulo 9

Orientações

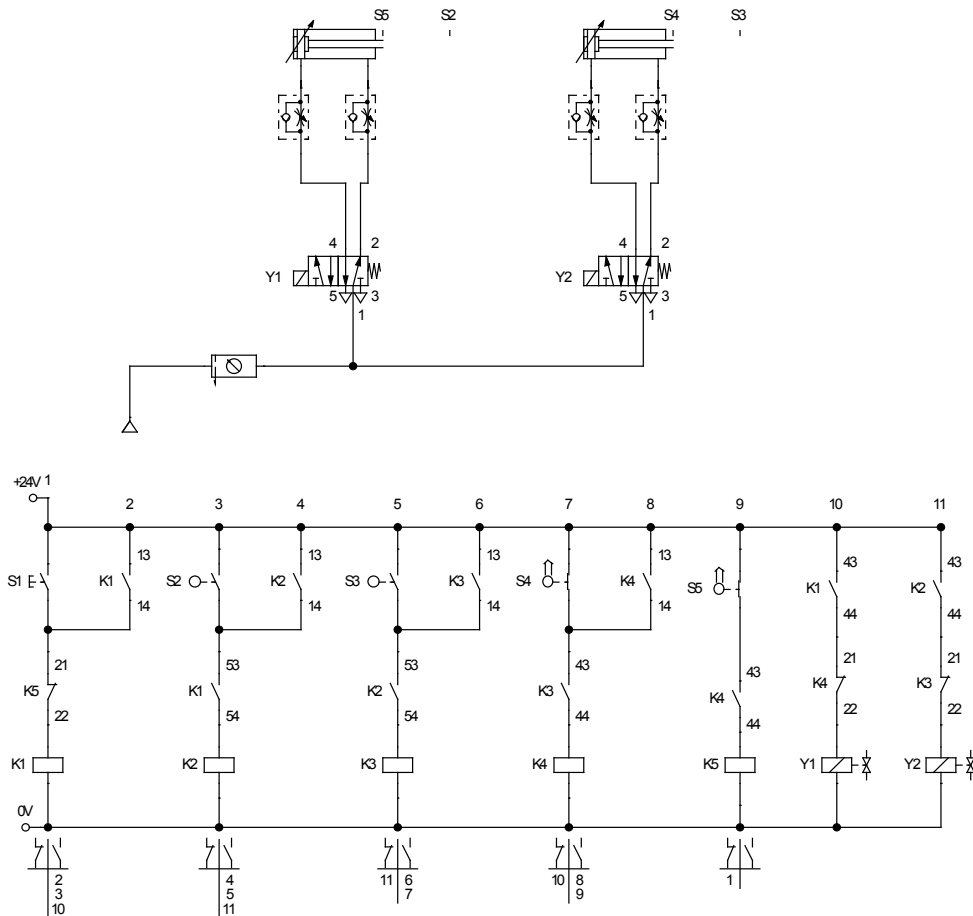
Apresentação dos principais métodos de elaboração de circuitos eletropneumáticos. **Sugestão:** o professor elabora um circuito básico e explora com a turma a elaboração de um circuito com uma lógica mais complexa, utilizando os mesmos componentes que o circuito anterior; apresentação dos circuitos elaborados para análise de falhas, em grupo; pesquisa de circuitos puramente pneumáticos para que os alunos possam transformá-los para eletropneumáticos; resolução de lista de exercícios explorando o conhecimento na elaboração dos circuitos utilizando os simuladores.

Respostas – páginas 152-155

- 1) e. Intuitivo, minimização de contatos ou sequência mínima, maximização de contatos ou cadeia estacionária.
- 2) a. (V); b. (V); c. (F); d. (F); e. (F).
- 3) c. A+B+B-A-.
- 4) a. O diagrama A é um diagrama trajeto-passo.
- 5) c. A+B+B-A-.
- 6) a. O recuo do atuador A se dá em um intervalo de tempo bem menor que seu avanço.
- 7) a. Descrever, por algum tipo de representação, o movimento dos atuadores.
b. Dividir a sequência de movimento em grupos de maneira que um mesmo atuador não apareça mais de uma vez no grupo.
c. Desenhar o circuito pneumático com todos os sensores utilizados para limitar o movimento dos cilindros.
d. Desenhar a parte elétrica, ou a cascata elétrica.
- 8) c. A+B/B-A-.
- 9) O diagrama foi elaborado segundo o método cascata para executar a sequência A+B+B-A-.

Observe que o contato NA de K1 é responsável por acionar a bobina de Y1, que fará com que o atuador A avance, ou seja: realizará a parte A+ da sequência. Ainda dependente desse contato está o solenoide Y3, que será acionado no momento em que A atuar o fim de curso S2. Desse modo vemos que a parte B+ será realizada. Observe que no momento em que B avançar completamente, o fim de curso S4 será atuado. Perceba que o contator K2 será energizado nesse momento, desligando K1 por meio de seu contato NF. Nesse momento, o contato NF de K1 energiza a linha 2 do comando. Perceba que a 2ª parte da sequência agora será realizada independente da primeira. Primeiramente, Y4 é acionado fazendo com que B retorne. Ou seja, B- é realizado. No momento em que ele recuar S3 será atuado, energizando Y2 que fará A recuar, realizando A-, completando o ciclo da sequência.

10)



Professor, as questões (11) e (12), para melhor esclarecimento e fixação, é aconselhável que sejam resolvidas em sala de aula.

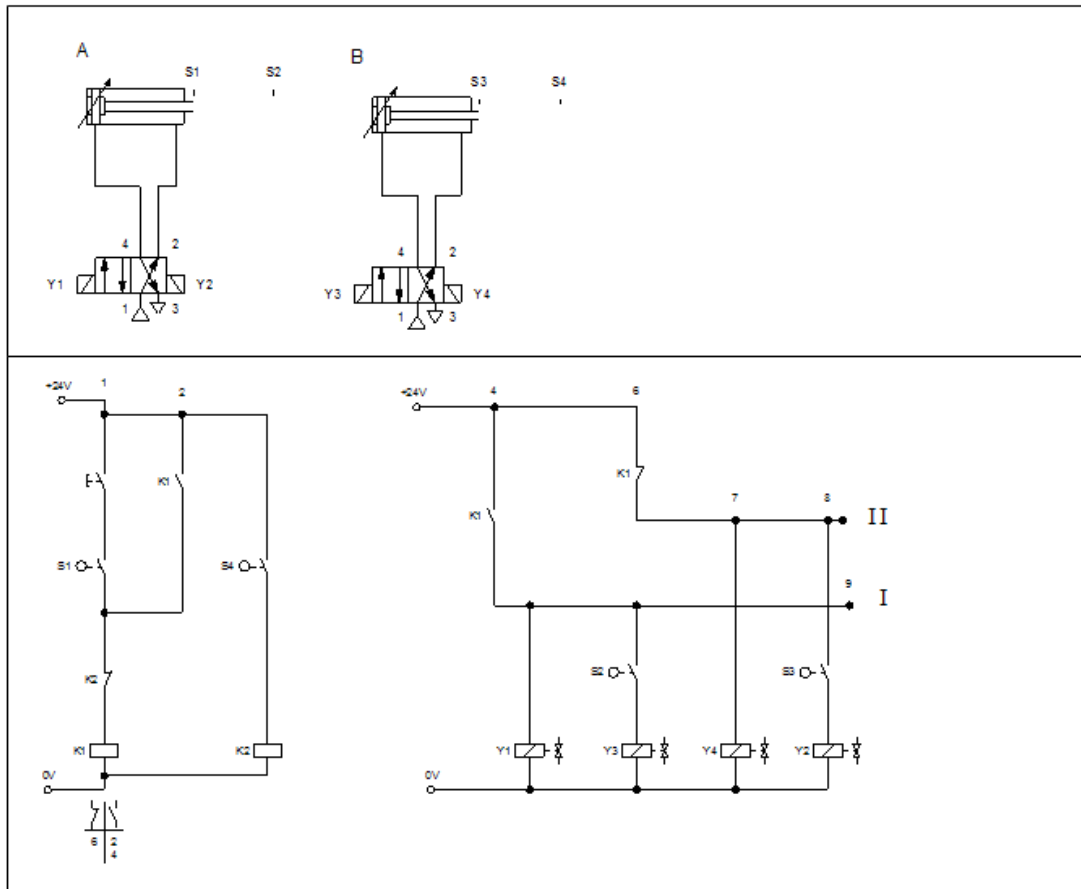
Capítulo 10

Orientações

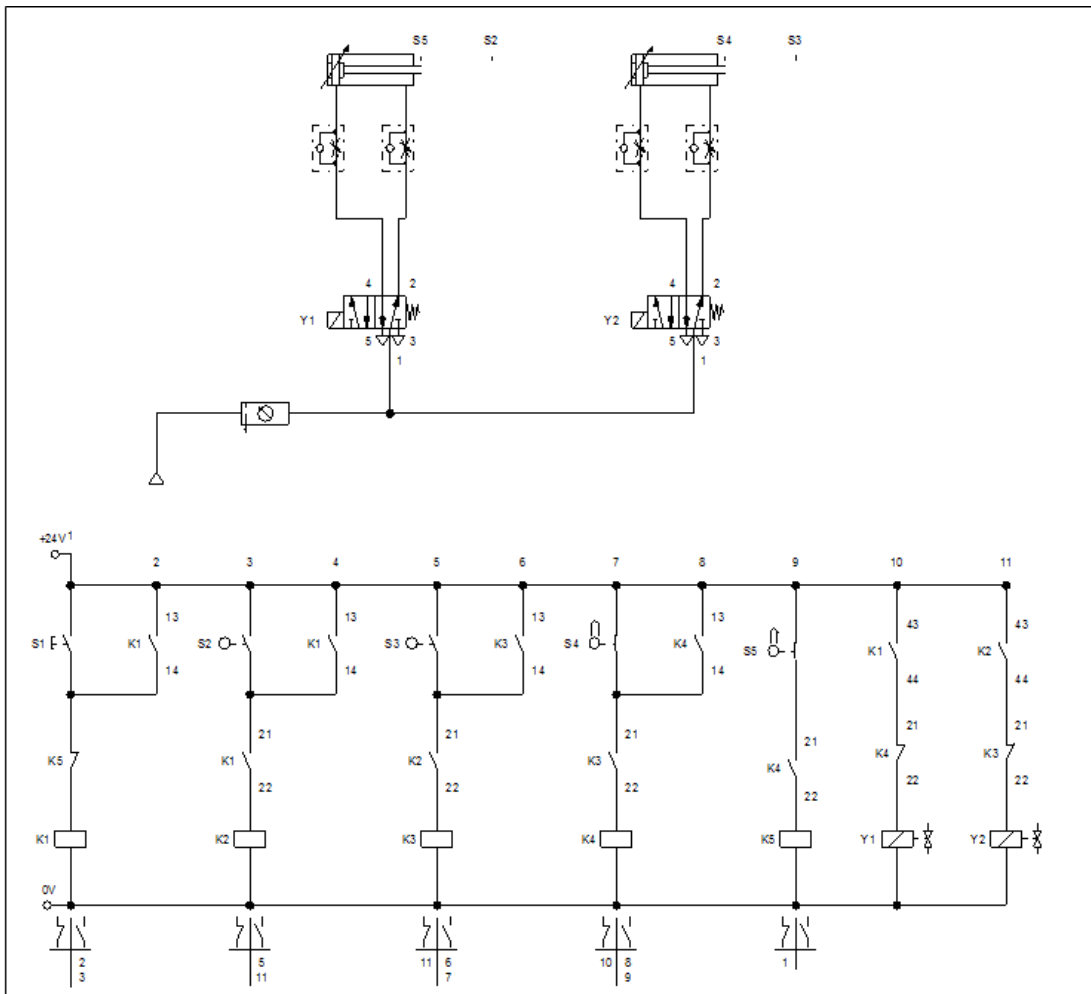
Apresentação dos principais *softwares* simuladores e seus recursos utilizados na elaboração circuitos eletropneumáticos. **Sugestão:** o professor, depois de apresentar os recursos e uso do *software*, elabora um circuito básico, usando o simulador, e explora com a turma a elaboração de um circuito com uma lógica mais complexa, utilizando os mesmos componentes que o circuito anterior; apresentação dos circuitos elaborados para análise de falhas; apresentação de situações-problema, para que os alunos apresentem soluções a partir de circuitos projetados no *software*; resolução de listas de exercícios explorando a elaboração de vários circuitos eletropneumáticos.

Respostas – páginas 165-166

- 1) a. (V); b. (V); c. (F); d. (V); e. (F).
- 2) a. Abrir um novo projeto.
- 3) c. Biblioteca.
- 4) d. Simulação.
- 5)



6)



7) O método cascata usa um número menor de relés do que o método passo a passo.

8) O método cascata traz a vantagem de utilizar menor número de relés, no entanto, o passo a passo traz maior flexibilidade no processo de manutenção; uma vez que cada passo pode ser analisado individualmente, independe dos outros.

9) Resposta pessoal.

Sugestão: O cascata, por apresentar maior simplicidade operacional.

10) Poder visualizar erros na lógica de funcionamento, antes da montagem do circuito.

11) Resposta pessoal.

12) Resposta pessoal.

13) Resposta pessoal.