



Projetos de Automação Industrial

Projetos de Automação Industrial

Marcelo Barboza Silva

© 2018 por Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida ou transmitida de qualquer modo ou por qualquer outro meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia, gravação ou qualquer outro tipo de sistema de armazenamento e transmissão de informação, sem prévia autorização, por escrito, da Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Presidente

Rodrigo Galindo

Vice-Presidente Acadêmico de Graduação e de Educação Básica

Mário Ghio Júnior

Conselho Acadêmico

Ana Lucia Jankovic Barduchi

Camila Cardoso Rotella

Danielly Nunes Andrade Noé

Grasiele Aparecida Lourenço

Isabel Cristina Chagas Barbin

Lidiane Cristina Vivaldini Olo

Thatiane Cristina dos Santos de Carvalho Ribeiro

Revisão Técnica

Marley Fagundes Tavares

Rafael Schincariol da Silva

Editorial

Camila Cardoso Rotella (Diretora)

Lidiane Cristina Vivaldini Olo (Gerente)

Elmir Carvalho da Silva (Coordenador)

Leticia Bento Pieroni (Coordenadora)

Renata Jéssica Galdino (Coordenadora)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S586p Silva, Marcelo Barboza
Projetos de automação industrial / Marcelo Barboza Silva.
– Londrina : Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018.
224 p.

ISBN 978-85-522-1169-3

1. Planejamento. 2. Desenvolvimento. 3. Projetos.
I. Silva, Marcelo Barboza. II. Título.

CDD 629.8

Thamiris Mantovani CRB-8/9491

2018
Editora e Distribuidora Educacional S.A.
Avenida Paris, 675 – Parque Residencial João Piza
CEP: 86041-100 – Londrina – PR
e-mail: editora.educacional@kroton.com.br
Homepage: <http://www.kroton.com.br/>

Sumário

Unidade 1 Ciclo de desenvolvimento de Projetos de Automação Industrial (PAI)	7
Seção 1.1 - Projetos para Automação de Sistemas	10
Seção 1.2 - Ciclo de vida de um projeto	25
Seção 1.3 - Processo de gestão de um projeto de automação	42
Unidade 2 Análise de viabilidade, gerência de riscos e desenvolvimento de cronograma físico-financeiro de PAI	59
Seção 2.1 - Estudo de viabilidade técnica	61
Seção 2.2 - Ciclo de vida de um projeto	77
Seção 2.3 - Análise de riscos e elaboração do cronograma	94
Unidade 3 Dimensionamento dos elementos e desenvolvimento do software de controle de PAI	113
Seção 3.1 - Dimensionamento dos elementos do sistema	115
Seção 3.2 - Especificação das redes de comunicação	132
Seção 3.3 - Desenvolvimento do software de controle	149
Unidade 4 Plano de comissionamento, operação assistida e encerramento de PAI	169
Seção 4.1 - Implantação	171
Seção 4.2 - Partida e operação assistida	188
Seção 4.3 - Suporte e homologação	205

Palavras do autor

Seja bem-vindo à disciplina Projetos de Automação Industrial. Você já parou para refletir a respeito de como a tecnologia tem evoluído na direção de oferecer sistemas cada vez mais autônomos e automatizados para interagir com o ser humano? Em um primeiro momento, a automação foi um meio para se obter maiores níveis de produção e qualidade na fabricação de produtos. Neste contexto, o diferencial de uma indústria esteve associado ao fato de possuir algum nível de automação implantado em seu sistema produtivo.

Entretanto, como um profissional, você irá se deparar com uma realidade em que a automação é um pré-requisito para que uma organização seja produtiva: sem automação, não há como garantir a sobrevivência neste mercado universalizado. As novas tecnologias só podem ser aplicadas em sistemas produtivos em que a automação esteja presente como base para execução e controle de seus processos.

Neste cenário, o objetivo desta disciplina é capacitar você para compreender métodos e técnicas que devem ser aplicados para o projeto de automação de sistemas produtivos presentes nas indústrias. A primeira unidade irá tratar da caracterização do ciclo de desenvolvimento de Projetos de Automação Industrial (PAI), em que serão considerados os aspectos relacionados ao projeto como um todo. Na sequência, você aprofundará sua visão a respeito das fases do ciclo de vida de um projeto e como se configura o processo de gestão destes projetos.

Na segunda unidade você aprenderá técnicas de análise de viabilidade e de risco para que possa esboçar um cronograma físico-financeiro, objetivando o desenvolvimento de um projeto de automação. Durante esta fase, você terá contato com procedimentos importantes, como a metodologia FEL (*Front End Loading*), conhecida também como Metodologia dos Portões.

Em seguida, na terceira unidade, você irá aprender a respeito do dimensionamento dos elementos que devem estar presentes nestes sistemas automatizados, considerando a especificação das redes de comunicação que são necessárias, além de analisar quais técnicas podem ser aplicadas para o desenvolvimento do software de controle.

Finalizando, na última unidade você será capacitado quanto à fase de comissionamento do sistema para a partida assistida e entenderá como planejar a homologação para a geração da documentação final para encerramento do projeto, além do relatório de lições aprendidas.

Você já imaginou o diferencial que irá adquirir por meio da competência que desenvolverá para realizar projetos de automação industrial?

Bons estudos!

Ciclo de desenvolvimento de Projetos de Automação Industrial (PAI)

Convite ao estudo

Caro aluno, esta primeira unidade tem como objetivo apresentar a você os principais conceitos envolvidos na definição de ciclo de desenvolvimento de um projeto de automação industrial. Desta forma, você terá uma noção de como os projetos de automação de sistemas são estruturados, se baseados no conceito de ciclo de vida, e como deve ser realizado um conjunto de procedimentos para que seja possível controlar a sua execução.

Para contextualizar o nosso estudo, considere a seguinte situação: você é o profissional responsável por gerenciar um projeto de automação para uma empresa de produtos alimentícios, reconhecida no mercado por oferecer ao consumidor produtos alimentícios de boa qualidade. A empresa deseja produzir um novo conceito de produto que se encaixa em um interessante nicho de mercado que ela deseja explorar, relacionado aos alimentos processados de origem animal. Como ela não abre mão de ser competitiva no mercado, tem a intenção de automatizar uma nova linha para fabricação desse novo produto.

Neste contexto, depois de uma breve análise da situação atual da empresa, foram identificados os seguintes pontos de atenção:

- Devido à crise econômica, foi necessário realizar uma demissão dos funcionários que oneravam a folha

de pagamento, de modo que os profissionais mais experientes tiveram que ser dispensados.

- Com a falta de pessoal, a sobrecarga de trabalho na fábrica é uma constante. Este fator está impedindo que você realize reuniões periódicas com as equipes para levantar os requisitos do projeto. Além disso, quando você consegue marcar uma reunião, ela é frequentemente remarcada na véspera.
- Na última reunião que foi realizada duas semanas atrás você tomou conhecimento do processo de fabricação dos produtos. No entanto, ele deverá ser modificado devido ao atraso dos fornecedores e da necessidade de aquisição de uma nova estação para controlar a consistência do alimento. Você não havia sido informado desta aquisição até então.
- Não existe nos arquivos e documentos da empresa a informação referente à composição dos alimentos e às técnicas de rastreabilidade da cadeia de suprimentos. Além disso, existe uma grande dificuldade de se obter as informações referentes aos testes e certificações necessários, pois são restritas aos supervisores da fábrica.

Como você pode observar pela situação atual da empresa, há um exaustivo trabalho inicial a ser realizado de forma a alinhar muito bem os requisitos do projeto. Como gestor, você deve aplicar técnicas de gestão de projetos para levantar as informações iniciais que são fundamentais para o sucesso deste projeto. Por onde começaria este trabalho? Quais as principais dificuldades que você irá enfrentar?

Esta unidade foi dividida em três seções, estruturadas de uma maneira que facilitará o seu entendimento e irá capacitá-lo para desenvolver um projeto de automação. A primeira seção abordará os conceitos básicos necessários para desenvolver projetos de automação. Você será orientado a respeito de como deve proceder para refletir sobre possíveis fatores que possam restringir o seu projeto e quais são os aspectos

importantes a respeito do conceito da gestão de projetos, para que você obtenha êxito na execução.

A segunda seção tem como objetivo capacitar no modelo ISA (*International Society of Automation* – Sociedade Internacional de Automação) que estabelece as fases do ciclo de vida de um projeto de automação. Para isto, serão apresentadas as principais características que identificam cada uma delas, ou seja, as principais noções a respeito das fases de iniciação, planejamento, realização, controle e encerramento. Para finalizar a unidade, serão apresentados os principais conceitos associados ao processo de gestão de projetos de automação baseados nas áreas de conhecimento do *Project Management Body Of Knowledge* (PMBOK), de forma que você saiba como diferenciar as definições de objetivo e escopo até a definição de uma proposta de programação, custos e orçamento previstos para a execução do projeto.

Esperamos que, ao final desta unidade, você esteja dominando todos os conceitos necessários para o seu avanço em termos de capacitação técnica para o desenvolvimento de projetos de automação. Para isso, sugerimos que você estude os pontos com atenção e realize todas as atividades propostas nesta unidade.

Bom trabalho!

Seção 1.1

Projetos para Automação de Sistemas

Diálogo aberto

A automação tornou-se um requisito essencial que deve estar presente em sistemas produtivos que atuam oferecendo produtos e soluções para o mercado. Onde quer que atuemos profissionalmente, nos depararemos com um mercado exigente em busca de produtos e soluções atraentes e de elevada qualidade a baixo custo para atender às expectativas. Por sua vez, se você é exigente, agora é o momento de ser um daqueles profissionais responsáveis por oferecer soluções para este perfil de mercado. Como deverá se comportar para atender a elevados níveis de exigência?

A palavra-chave é projetar! Qualquer coisa que você almeja construir, não há como atingir o seu objetivo se não for por meio da elaboração de um projeto, que procure organizar todos os passos a serem dados, para que o alvo desejado seja alcançado.

Dessa forma, vamos retomar a situação em que você será o profissional responsável por gerenciar o projeto de automatização da produção de um novo produto de uma empresa do setor alimentício. Como gestor, você deve aplicar técnicas de gestão de projetos para levantar as informações iniciais fundamentais para o sucesso do projeto. Para isto, é essencial que você aplique um procedimento que dê suporte ao seu cliente e que possa orientá-lo sobre como se deve agir estrategicamente.

Inicialmente, você observou a situação geral e atual da empresa e percebeu uma certa dificuldade de realizar reuniões e obter as informações necessárias para definir os requisitos do projeto. Entretanto, você deve dar o suporte necessário para seu cliente solucionar o primeiro nível conceitual do problema. Desta forma, existe a necessidade de fazer uma análise qualitativa dos aspectos relevantes que podem prejudicar o projeto como um todo. Como se deve proceder para levantar os fatores que podem dificultar a realização do projeto?

Para a solução deste problema, você verá nesta seção os conceitos básicos associados ao desenvolvimento de projetos de automação e aprenderá em detalhes que existem fatores que restringem um projeto. Além disso, você perceberá quais são os desafios e benefícios obtidos quando se aplica o conceito de gestão de projetos.

Bom trabalho!

Não pode faltar

Conceitos básicos associados ao desenvolvimento de projetos de automação

Quando o objetivo é desenvolver projetos de automação industrial, a primeira definição fundamental é a respeito do conceito de automação. De acordo com Prudente (2011), é possível identificar um sistema como sendo automatizado quando ele é capaz de realizar as suas funções sem que haja a necessidade de intervenção humana. Por sua vez, em Lamb (2015) o conceito de automação está vinculado a duas características fundamentais: mecanização e lógica programável. A mecanização seria uma questão de manipulação de objetos no mundo físico sem a interação humana, por meio de dispositivos que geralmente não são de grande complexidade. Naturalmente, com o avanço dos recursos computacionais, você pode observar uma constante evolução de dispositivos e controladores programáveis que podem ser utilizados em sistemas produtivos. Estes elementos são capazes de intervenções cada vez mais complexas e de incorporar recursos de Inteligência Artificial e aprendizagem autônoma, que fazem com que estes sistemas possam ser vistos como artificiais, capazes de tomar decisões que, anteriormente, dependiam do ser humano.

Neste cenário, os autores citam diversas vantagens associadas ao emprego da automação, tais como: a preservação do operador em situações de desgaste físico e em casos de risco de morte, o uso racional dos recursos que apontam para modelos voltados para sustentabilidade e aprimoramento contínuo da qualidade, permitindo elevados níveis de repetibilidade que devem estar presentes em sistemas que asseguram um determinado padrão de qualidade, convergindo para o fato de a automação ser um

agente que pode promover a melhoria da qualidade de vida de uma sociedade. Por estes motivos, é muito importante você entender alguns conceitos que serão o alicerce para desenvolver um projeto de automação.

Inicialmente, é interessante você saber o que é projeto. Baseado em Gido e Clements (2014), podemos definir projeto como um conjunto de ações que devem ser realizadas para que se possa atingir um determinado objetivo, e estas ações envolvem o uso de um determinado conjunto de recursos durante certo período de tempo. Portanto, projeto está associado a três elementos fundamentais: **produto** (resultado obtido por meio da execução das ações previstas), **recursos** (humanos e materiais) e **tempo**. Neste contexto, um projeto possui uma série de atributos.



Assimile

Atributos de um projeto

1. Objetivo – é a definição clara e precisa de qual resultado vai ser obtido a partir da aplicação de um determinado conjunto de recursos em um certo horizonte de tempo. Por exemplo, você pode ter que desenvolver o projeto de um veículo autônomo para transporte de passageiros com capacidade para 50 pessoas em dois anos, com um orçamento de R\$ 5 milhões. Muitas vezes, o cliente deseja ver também uma justificativa para o desenvolvimento do projeto, ou seja, um descritivo dos resultados positivos que serão alcançados.
2. Processo – descrição de um modelo conceitual da sequência a respeito de como as tarefas fundamentais devem ser realizadas.
3. Recursos – representam os recursos humanos, as instalações, os materiais, as máquinas e os dispositivos de controle e comunicação necessários para viabilizar a execução do processo.
4. Período – corresponde ao intervalo de tempo disponível, incluindo a especificação de datas para determinar sua conclusão.
5. Cliente – é aquele que representa quem irá investir para fornecer os recursos financeiros para viabilizar os recursos para execução do processo que faz parte do projeto.
6. Grau de incerteza – para que você possa desenvolver um projeto, terá que estimar como as coisas vão acontecer, ou seja, você assumirá determinadas hipóteses sobre disponibilidade dos recursos em determinadas datas, por exemplo. É muito importante documentar

todas as hipóteses e estimativas que você fizer para que possa avaliar frequentemente a incerteza de conclusão do objetivo estabelecido para o projeto, conforme o tempo for avançando e as hipóteses forem substituídas pela realidade vivenciada.

Uma vez esclarecidos os principais atributos de um projeto, você já será capaz de definir um por meio da descrição de seus atributos: especificar o objetivo do projeto e os demais atributos associados ao seu desenvolvimento.

Fatores que restringem um projeto

Existem vários fatores que podem interferir no sucesso de um projeto. A forma como esses fatores causam algum impacto negativo sobre os atributos do projeto pode ser observada na sequência:

1. Escopo

O escopo de um projeto reúne as informações sobre quais as tarefas que devem ser executadas para gerar as entregas de produtos ou serviços, a fim de cumprir os objetivos do projeto em um determinado prazo e de acordo com um orçamento definido, para satisfação do cliente.

Imagine quantos problemas podem acontecer, capazes de afetar o escopo de um projeto! Escopo mal definido significa que algum atributo do projeto não foi especificado de forma adequada e a consequência impacta diretamente na satisfação do cliente.

2. Qualidade

Os padrões de qualidade precisam ficar claramente estabelecidos, pois vão definir o aceite ou não dos resultados gerados durante o desenvolvimento do projeto. Em automação, há uma série de normas que devem ser atendidas, conforme a classe de sistemas que estiver sendo automatizada. Por exemplo, sistemas críticos como usinas nucleares podem provocar desastres e danos irreparáveis à vida humana e ao ambiente. Por este motivo, existem normas específicas que precisam ser obedecidas e isso envolve o planejamento de inspeções e testes exaustivos para verificação e validação das soluções durante o desenvolvimento desses projetos. Outra forma de verificar a qualidade é por meio da realização de auditorias durante a execução do projeto.

3. Planejamento

A partir da definição do objetivo de um projeto, fixa-se um término para finalização de seu escopo. Isto significa que uma série de datas são estipuladas como marcos que devem ser cumpridos. Eventos inesperados podem provocar atrasos que causam danos ao escopo do projeto.

4. Orçamento

O orçamento representa o montante que os clientes decidiram investigar para obter o cumprimento do objetivo do projeto. De uma forma geral, envolve o planejamento detalhado de desembolsos que devem estar sincronizados às entregas previamente programadas. Custos e despesas mal definidas causam uma restrição severa que pode comprometer a continuidade de um projeto.

5. Recursos

Um conjunto de recursos é fundamental para o desenvolvimento de projetos. Estão presentes recursos humanos constituídos por profissionais que precisam ter competência e maturidade adequadas para atuarem em diferentes fases do projeto, além de recursos materiais e dispositivos para a execução das tarefas, a fim de gerar as entregas previstas no escopo do projeto. Tudo isso suportado por uma infraestrutura adequada para que todos os recursos possam operar conforme planejado. Qualquer falha na previsão dos recursos, principalmente recursos humanos, pode comprometer o escopo do projeto.

6. Riscos

Os riscos precisam ser analisados de forma criteriosa, uma vez que a ocorrência deles pode afetar diretamente o êxito do projeto. Neste contexto, é necessário identificar os riscos em potencial, a probabilidade com que podem ocorrer e o impacto que podem provocar.

7. Satisfação do cliente

Gido e Clements (2014) colocam de forma clara e objetiva que, para se conquistar a satisfação de um cliente, é necessário ir além do simples atendimento ao escopo

de um projeto. O cliente estará satisfeito quando for construída uma relação de trabalho com ele durante o desenvolvimento do projeto. Desta forma, será gerada uma relação de confiança em que qualquer ajuste que for necessário realizar para o cumprimento do escopo do projeto será viável de ser feito, trazendo para o cliente uma realidade de participação ativa.

Neste cenário de fatores que podem afetar o bom desenvolvimento de um projeto, observa-se que um grande desafio para o projetista é manter o equilíbrio entre estes fatores, que pode ser visualizado de uma forma mais intuitiva na Figura 1.1.

Figura 1.1 | Equilíbrio entre os fatores que restringem o êxito de um projeto



Fonte: Gido e Clements (2014, p. 7).



Você viu que um dos fatores que restringem o sucesso de um projeto é a satisfação do cliente. De acordo com Kerzner (2017), as grandes empresas estão migrando de um simples modelo de gestão de projetos com foco em orçamento, cronograma, escopo e qualidade, para um modelo baseado no conceito de benefício, ou seja, no valor real que um determinado projeto agrega a seu cliente. Neste contexto, a preocupação está em avaliar se a solução desenvolvida atendeu de fato às necessidades do cliente.

Que tipo de proposta você teria para melhorar o modelo de gestão de uma empresa para que seus clientes experimentassem outro nível de satisfação?

Em tempo de competitividade acirrada, esta questão é fundamental para que uma empresa possa ser reconhecida pela qualidade dos produtos que entrega.

Desafios para a gestão de projetos e seus benefícios

Em termos de desafios para o desenvolvimento de um projeto, em Lima (2009) destacam-se fatores que podem resultar no fracasso. Neste contexto, o autor destacou os seguintes fatores:

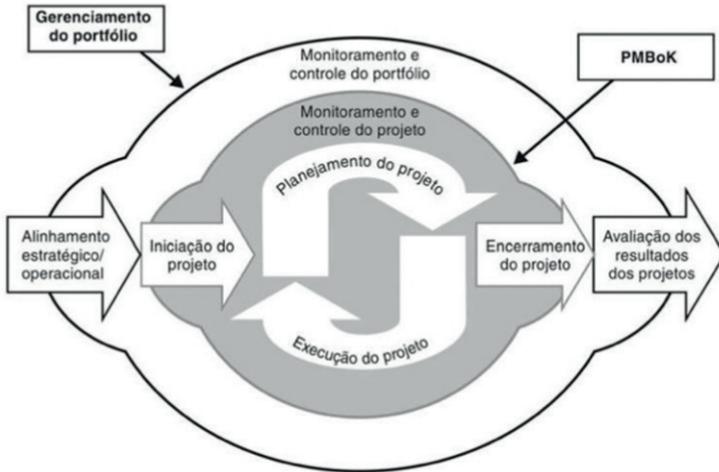
- Comunicação ineficaz.
- Problemas de definição de escopo com falhas.
- O suporte dos clientes que investem no projeto não ocorre conforme planejado.
- Requisitos associados ao produto a ser entregue são definidos de forma incompleta.
- Planejamento inadequado dos recursos.
- Falhas no processo de desenvolvimento do projeto que podem ocorrer, principalmente, na etapa de planejamento ou no controle de sua execução.
- Equipe não capacitada para o projeto.
- Definição inadequada de critérios de qualidade.
- Controle inadequado de mudança de requisitos durante o desenvolvimento do projeto.
- Controle inadequado para avaliação da satisfação do cliente.
- Plano de riscos mal definido.

- Gerenciamento ineficaz das situações de conflito.

É importante você saber que esta lista não é exaustiva, apenas exemplifica o que há de ocorrências mais comuns. Portanto, se para a execução de um projeto, existe um processo associado (entenda por processo a maneira como algo é feito (LIMA, 2009)), então é fundamental que uma organização estabeleça uma cultura de procedimentos operacionais que deva ser praticada. Quanto maior a maturidade de uma organização no sentido de padronizar seus processos, mais estes processos serão capazes de se tornar ferramentas de gerenciamento de novos projetos que venham a ser desenvolvidos. O resultado obtido com este tipo de cultura organizacional é que os processos se tornam repetitivos e a contratação de novos projetos passam a ter um elevado nível de previsibilidade em termos das saídas esperadas (LIMA, 2009). É a partir desta conduta que surge a necessidade de se fazer gestão de projetos para que as tarefas sejam executadas de acordo com um determinado modelo.

De acordo com Lima (2009), a partir de um conjunto bem definido de procedimentos de gestão de projetos surge uma metodologia. Neste sentido, o Project Management Institute (PMI) é uma entidade internacional que reúne profissionais que atuam na área de gestão de projetos, buscando definir boas práticas para as organizações. A teoria de gestão proposta pelo PMI foi documentada no Project Management Body Of Knowledge (PMBOK) e se baseia no ciclo de vida para o desenvolvimento de um projeto, em que basicamente devem estar presentes as fases de iniciação, planejamento, execução, controle/monitoramento e encerramento. A Figura 1.2 ajudará a visualizar um pouco melhor o conceito de processo para o desenvolvimento de um projeto que envolve fases para sua realização.

Figura 1.2 | O foco do PMBOK



Fonte: Lima (2009, p. 7).



Assimile

A gestão de projetos tornou-se algo tão importante que hoje é reconhecida como mandatória para a sobrevivência de uma empresa. Leia em Kerzner (2017) como evoluiu e quais foram as melhores práticas em gestão de projetos em diferentes períodos: (i) de 1945 a 1960; (ii) de 1960 a 1985 e (iii) de 1985 a 2014. Este conteúdo está disponível nas páginas de 3 a 12.

KERZNER, H. R., **Gestão de Projetos**: as melhores práticas. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2017.

Na área de automação, há uma tendência muito forte exatamente no sentido de buscar uma forma de gerenciar projetos que simplifique os procedimentos a serem aplicados. Estes processos devem ser generalizados o suficiente para que se tornem universais dentro de uma empresa. No quadro exemplificando, veja como esta preocupação é real para o caso da *Rockweel Automation*, que percebeu a importância de padronizar seus processos para melhorar a previsibilidade de execução de projetos novos que a empresa se propõe a desenvolver.



De acordo com Kerzner (2017), a Rockwell Automation é um exemplo de empresa de automação que se preocupou em buscar um novo processo “comum” que fosse seu grande diferencial para o desenvolvimento de produtos. Por se tratar de uma empresa mundialmente reconhecida na área de automação, é importante você entender um pouco melhor a complexidade dessa busca. A Rockwell Automation oferece uma grande diversidade de produtos para automação: (1) Controle de processo avançado; (2) Monitoração da condição e E/S; (3) Software de projetos e operações; (4) Sistemas digitais de controle distribuído; (5) Sistemas de acionamento; (6) Inversores; (7) Interface de operação e programação; (8) Produtos de controle industrial; (9) Produtos de rede industrial; (10) Sensores industriais; (11) Sistema de execução de manufatura; (12) Controle de movimento; (13) Centros de controle de motores; (14) Controladores programáveis; (15) Componentes de segurança; (16) Sistemas com instrumentos de segurança e (17) Treinamento.

Como resultado, ela desenvolveu um procedimento baseado em seis fases e, ao final de cada uma, é feita uma verificação para validar antes de evoluir para próxima. São elas: (1) Consideração (análise do negócio para ver se o investimento é viável); (2) Iniciação; (3) Viabilidade (para gerar os requisitos dos produtos, funcionais e cronograma); (4) Execução; (5) Liberação (finalizar os testes para montar e validar a produção piloto) e (6) Encerramento.

O maior objetivo era disciplinar os processos e decidir de forma objetiva quais projetos deveriam ou não ser financiados, pois muitos deles eram realizados sem que os critérios mínimos de análise fossem feitos para garantir seu sucesso comercial.

Sem medo de errar

Você tem uma excelente oportunidade de desenvolver um projeto de automação para uma empresa de produtos alimentícios, com o objetivo de automatizar uma nova linha para fabricação de alimentos processados de origem animal. Cabe a você aplicar técnicas de gestão de projetos iniciando com um bom levantamento das informações cruciais para o sucesso. Uma especificação inicial mal formulada pode causar desvios no projeto que são impossíveis de corrigir mais à frente.

Para isto, é essencial que você possa desenvolver um trabalho em parceria com o cliente, no sentido de orientá-lo no levantamento das efetivas necessidades e da realidade em que hoje ele atua para o desenvolvimento do projeto em questão.

Primeiramente, você deve dar o suporte necessário para o cliente solucionar seu primeiro nível conceitual do problema, levantando os fatores que podem prejudicar a realização do projeto. Retomando o conteúdo desta seção, você aprendeu que existem sete fatores fundamentais associados ao sucesso de um projeto. Em cada um destes contextos, eventos indesejáveis e imprevisíveis podem acontecer e, com isto, podem causar o comprometimento quanto ao alcance do objetivo planejado. Portanto, reflita sobre como elaborar uma análise qualitativa que descreva como ele deve proceder para levantar os fatores que podem prejudicar a realização do projeto.

Baseado nos atributos de um projeto e na situação atual da empresa que você identificou, vamos delinear uma análise básica dos fatores e levantar os possíveis eventos que poderiam ocorrer em cada contexto:

1. Possibilidades de afetar o escopo
 - Equipe não fez as reuniões que seriam suficientes para discutir o escopo.
2. Possibilidades de afetar a qualidade
 - Houve uma mudança de escopo causada por um processo adicional que o alimento deve sofrer antes de ser embalado para melhorar a sua consistência quando for consumido.
 - Se não houverem ajustes na programação e no orçamento, pode ser que a qualidade fique comprometida.
3. Possibilidades de afetar a programação
 - Atraso de um dos fornecedores responsável pelas embalagens.
4. Possibilidades de afetar o orçamento
 - Com a inclusão de uma nova estação para controlar a consistência do alimento, deve-se avaliar a necessidade de revisão do orçamento.

5. Possibilidades de afetar os recursos

- Com a crise no mercado, alguns profissionais experientes foram desligados e a empresa carece de pessoas com maturidade para atuar neste projeto.

6. Possibilidades que podem afetar a satisfação do cliente

- Observa-se a ocorrência de falhas na comunicação em virtude das constantes remarcações de reuniões.

Para cada atributo do projeto que você estiver analisando, é importante que esteja reunido com uma equipe multidisciplinar que irá te ajudar a definir os conteúdos a serem trabalhados e que somente as pessoas diretamente envolvidas poderão responder de forma concreta. Em cada um desses itens, as reflexões devem convergir para as seguintes respostas:

- Prevenir – quais ações devem ser tomadas para evitar a ocorrência de um evento indesejado?
- Antecipar – quais indicadores devem ser utilizados para identificar a evolução do processo que vai culminar no evento indesejado?
- Superar – como resolver o problema, caso ocorra o evento indesejado?

Atenção: estas informações serão necessárias para outras etapas do projeto.

Avançando na prática

Embalagens para alimentos processados

Descrição da situação-problema

Imagine uma nova empresa de produtos alimentícios, cujo processo de fabricação de alimentos processados envolve uma série de etapas que precisam ser realizadas em ambiente controlado. Esta necessidade decorre dos cuidados para não haver contaminação do produto que pode causar graves consequências para a saúde do consumidor. Um dos pontos cruciais é a etapa de envasamento. Para a embalagem de produtos alimentícios processados, será necessário analisar quais fatores podem restringir o projeto em termos de escopo, prazo, orçamento e qualidade. Você trabalha como um profissional de gerenciamento de projetos de automação

e foi solicitado que elabore um modelo de questionário que pode servir para levantar os fatores que poderiam comprometer o projeto. Como você realizaria esta tarefa?

Resolução da situação-problema

A embalagem de um alimento processado é projetada para atender aos requisitos do produto que está sendo embalado durante sua vida útil, ou seja, durante seu prazo de validade. Portanto, faz parte do escopo do projeto:

- Decidir a melhor proteção para o alimento.
 - Qual o impacto da embalagem se for frágil?
- Decidir a melhor conservação para o alimento.
 - Qual o impacto da embalagem se não garantir a consistência das propriedades do produto e poder afetar a saúde do consumidor?
- Decidir a embalagem mais acessível para o consumidor manusear.
 - Qual o impacto se o consumidor tiver dificuldades para manusear a embalagem?
- Decidir a melhor forma de organização da informação para que o distribuidor e o consumidor tenham a devida orientação para não afetar a qualidade do produto.
 - Qual o impacto sobre a questão de não esclarecer de forma adequada as informações de conservação do produto antes e após a abertura da embalagem?
 - Qual o impacto de não esclarecer devidamente como a embalagem deve ser estocada no distribuidor?

Aplicando a regra do “Prevenir”, “Antecipar” e “Superar”, você poderá concluir sobre como proceder. Por exemplo, se a embalagem for frágil, você vai identificar junto ao distribuidor e junto ao SAC da empresa como deve melhorar e criar uma nova embalagem para resolver o problema.

Entretanto, se a embalagem comprometer as propriedades do produto, deverá ser retirado todo o lote, e a empresa correrá um sério risco de deixar de existir no mercado. Portanto, será conveniente sacrificar as três variáveis, dependendo do caso.

Faça valer a pena

1.

Figura 1.1 | Equilíbrio entre os fatores que restringem o êxito de um projeto



Fonte: Gido e Clements (2014, p. 7).

De acordo com a figura acima, sobre os fatores que restringem um projeto, avalie a seguinte síntese proposta:

- I. Um grande desafio para o projetista é manter o equilíbrio entre estes fatores.
- II. Se para a execução de um projeto existe um processo associado, então é necessário estabelecer uma cultura de procedimentos operacionais que devem ser realizados de forma padrão.
- III. Se você aprende uma forma de elaborar os processos de diversos projetos em que você atuou, isto não significa que você poderá utilizá-la como modelo a ser seguido em futuros projetos.

Assinale a alternativa que associa Verdadeiro ou Falso, corretamente, de acordo com as afirmações acima.

- a) V-V-F.
- b) F-V-V.
- c) V-F-V.
- d) F-F-V.
- e) V-V-V.

2. Com relação aos atributos de um projeto, analise as seguintes afirmações:

- I. O processo descreve um modelo conceitual da sequência de tarefas que devem ser realizadas.
- II. O cliente não representa o investidor.
- III. O objetivo deve descrever o resultado que vai ser obtido a partir da aplicação de um determinado conjunto de recursos em um certo horizonte de tempo.

Assinale a alternativa que corresponde a uma análise correta das afirmações.

- a) Somente a afirmativa I é verdadeira.
- b) Somente a afirmativa II é verdadeira.
- c) Somente a afirmativa III é verdadeira.
- d) Somente as afirmativas I e III são verdadeiras.
- e) Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.

3. Na área de automação, há uma tendência muito forte exatamente no sentido de buscar uma forma de gerenciar projetos que _____ os procedimentos a serem aplicados e que possam ser _____ o suficiente para se tornarem _____ dentro de uma empresa.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto acima.

- a) detalhe; específicos; otimizados.
- b) simplifique; específicos; universais.
- c) simplifique; generalizados; otimizados.
- d) simplifique; generalizados; universais.
- e) simplifique; específicos; otimizados.

Seção 1.2

Ciclo de vida de um projeto

Diálogo aberto

Você é um técnico que está desenvolvendo um projeto de automação para uma empresa de produtos alimentícios. Esta é uma empresa de ponta no setor, reconhecida no mercado, por atender o consumidor com produtos de elevada qualidade. Seu primeiro desafio foi organizar o levantamento de fatores que poderiam prejudicar a realização do projeto.

Outro desafio que você precisa enfrentar é dar suporte ao cliente para que não haja falhas na iniciação do projeto. Neste contexto, como o cliente deve sistematizar a especificação de suas necessidades que justificam o desenvolvimento do projeto que ele pretende executar? Como o seu cliente já tem experiência em desenvolver outros projetos de automação de produtos alimentícios e conhece as normas da ANVISA, ele sabe que, para manter a qualidade de produção, é fundamental controlar os lotes de matéria-prima de todos os fornecedores envolvidos na fabricação de seu produto. Também, é necessário controlar todo o processo de fabricação quanto à contaminação e ao uso de conservantes e demais produtos químicos para composição do produto final que será embalado, para manter sua integridade até a data de vencimento.

Como parte de suas tarefas neste projeto, você precisa fazer um relatório técnico que esclareça como o cliente deve relacionar as necessidades com a visão estratégica da organização. Se necessário, mostre como a automação pode eliminar possíveis *trade-offs* (o fato de se atender a alguma necessidade poderia comprometer o atendimento a outra. Por exemplo, se o produto for de boa qualidade, será que pode ser de custo menor?).

Para avançar nesta etapa, você aprenderá, nesta seção, quais são as fases do ciclo de vida de um projeto. Além disso, saberá como realizar a iniciação, desenvolver o planejamento, conduzir a execução e controlar os prazos para que o cronograma seja cumprido. Por

fim, você verá como deve ser o encerramento de um projeto, tudo isto baseado no modelo proposto pela ISA (International Society of Automation).

Bom trabalho!

Não pode faltar

Fases do ciclo de vida de um projeto: modelo ISA

Você, técnico da área de automação, deve ser capaz de realizar projetos em diferentes áreas de atuação, como plantas industriais de processos químicos, fábricas de autopeças, montadoras de veículos, fábricas de produtos alimentícios, laboratórios farmacêuticos, fabricantes de máquinas, fabricantes de computadores, automação hospitalar, doméstica (automação predial), entre outros.

Para cada situação existe uma especificidade. Inicialmente, você conhecerá um modelo de fases de desenvolvimento de um projeto que pode ser aplicado de forma conceitual a uma diversidade de situações.

De acordo com Gido (2014), para que um projeto seja desenvolvido com êxito, é importante considerar um modelo conceitual básico para descrever o seu processo de desenvolvimento denominado ciclo de vida de um projeto.

Este ciclo de vida deve apresentar claramente, no mínimo, quatro fases:

- Iniciação
- Planejamento
- Realização
- Encerramento

Para ilustrar como estas fases são executadas ao longo do tempo, observe a Figura 1.3. Atente para o fato de que o esforço inicial é mínimo quando comparado ao que você deverá se dedicar na fase de realização do projeto.

A primeira pergunta a ser feita é a seguinte:

- Quais tarefas devem ser executadas em cada fase?

Vamos começar entendendo a fase de Iniciação, quando o projetista deve ficar atento para entender a necessidade que justifica o desenvolvimento do projeto. Esta necessidade pode ser interpretada como um problema que precisa ser resolvido, podendo ser, por exemplo, melhoria da produtividade, da qualidade do produto, diminuição do número de operadores em um determinado posto de trabalho, melhoria da segurança do processo, etc. Uma vez que a necessidade estiver formalmente definida, será o agente motivador para que exista quem queira investir neste projeto, ou seja, precisa estar de acordo com a visão estratégica da empresa. Portanto, esta fase é crítica, pois será o norte para o desenvolvimento do projeto. Se você determinar de forma equivocada as necessidades de seu cliente, certamente definirá um projeto que não atenderá às necessidades dele.

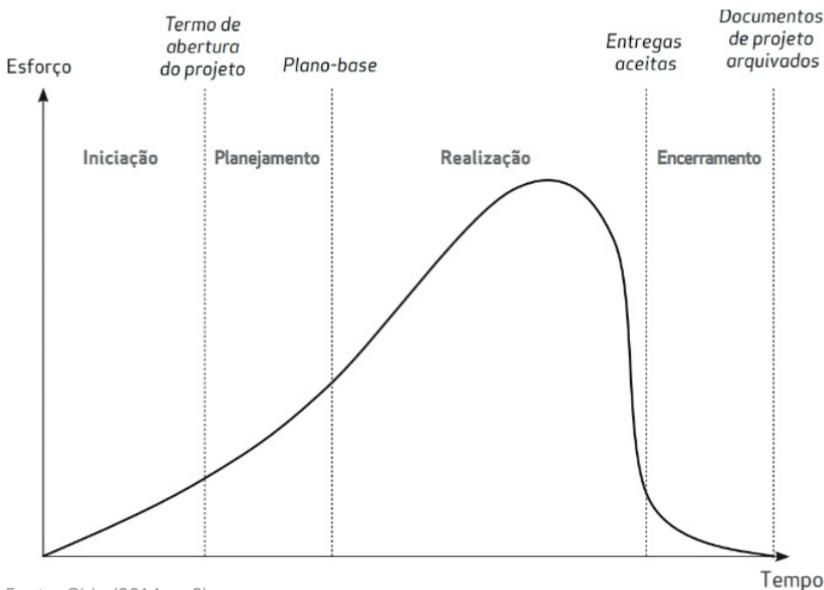
Uma sistemática para você definir as necessidades de uma organização consiste em descrever:

- A visão estratégica da empresa.
- A descrição das necessidades de acordo com a visão estratégica.
- As justificativas para o desenvolvimento da solução do problema proposto na descrição das necessidades.

Por causa desta importância é que o levantamento das necessidades é considerado um ponto estratégico para o crescimento de uma organização. Acertar o alvo das suas reais necessidades significa que o projeto vai agregar um valor importante para a empresa se manter competitiva.

O desenvolvimento de um projeto é autorizado através da emissão de um documento conhecido por **Termo de Abertura do Projeto**, que apresenta as informações fundamentais referentes ao gerente do projeto, justificativas, objetivos e metas de acordo com as necessidades a serem contempladas, além de restrições, de tal forma que seja um documento a ser seguido durante todo o ciclo de vida do projeto. Maiores detalhes e exemplos serão vistos nas próximas seções.

Figura 1.3 | Ciclo de vida de um projeto



Fonte: Gido (2014, p. 8).

A próxima fase demandará um esforço maior e corresponde ao Planejamento.

Imagine que você começou a atuar em uma empresa de produção de açúcar e, em uma visita à planta industrial, você foi questionado sobre o prazo para desenvolver um sistema supervisor do controle das centrífugas, cujo objetivo é diagnosticar problemas de superaquecimento devido à excentricidade no eixo principal decorrente do uso das centrífugas.

Se você não tem a cultura de se planejar, terá dificuldades em responder. Entretanto, o conceito de planejamento é inerente ao ser humano.

Planejamento corresponde ao desenvolvimento de um plano de ações que deve contemplar as seguintes questões (GIDO, 2014):

1. O que será feito?
 - A resposta está associada ao escopo do projeto: faça uma reflexão sobre este item.
2. Como será executado?
 - Como será feito está associado à descrição do processo

que envolve a sequência de atividades, que estabelece uma relação causa-efeito entre elas.

3. Quais recursos utilizar?

- Está associado aos recursos que foram previstos para o projeto. Isto envolve tanto a parte material quanto os recursos humanos com as devidas competências e experiências necessárias.

4. Quando deverá ser feito?

- É necessário projetar uma estimativa de tempo de duração de cada atividade e o sincronismo que possa existir entre elas.

5. Quanto vai custar?

- Está relacionado ao orçamento que foi previsto para a execução das atividades.

6. Qual o risco?

- É fundamental que seja elaborado um plano de gerenciamento de riscos para o caso de eventos indesejáveis ocorrerem e medidas de correção possam ser tomadas para minimizar o impacto destes eventos.

Desta forma, será obtido o **Plano-base** que direcionará a execução do projeto dentro do prazo e dos recursos previstos. Portanto, Plano-base é algo que contém uma descrição de como deve se proceder para executar o projeto, respeitando o que foi estipulado no TAP, de tal forma que será mais um documento a ser utilizado como referência para o controle da realização do projeto (GIDO, 2014).



Exemplificando

Vamos esboçar as etapas de planejamento, a fim de desenvolver um sistema de controle automático para dar partida em motores trifásicos para você treinar um pouco o seu raciocínio:

1. O que será feito?
 - Acionamento automático de motores trifásicos.
2. Como será executado?
 - Definição das funções de controle de acionamento e parada.

- Programação utilizando linguagens previstas na norma IEC (International Electrotechnical Commission) 61131-3.
 - Comissionamento.
 - Testes.
 - Entrega.
3. Quais recursos utilizar?
 - Controlador programável.
 - Painel de controle com botoeira de comando e leds de monitoração para informar o estado do motor.
 - Dispositivos de atuação do tipo chaves contadoras.
 - Programador de CLP (Controlador Lógico Programável) e eletricista.
 4. Quando deverá ser feito?
 - Quinze dias para aquisição do material.
 - Quinze dias para realização do projeto.
 5. Quanto vai custar?
 - Cotação dos recursos materiais mais a computação do tempo de trabalho dos profissionais.
 6. Qual o risco?
 - Formação de arco voltaico durante chaveamento do acionamento estrela-triângulo.

Uma vez levantadas todas estas informações em detalhes, distribuindo as tarefas no tempo e cotando o custo de todos os recursos, você terá a descrição do Plano-base para acionamento automático de motores trifásicos.

A próxima fase do ciclo de vida de um projeto é a Realização. Isso significa que o Plano-base elaborado na fase anterior deve ser executado. É nesta fase que o maior esforço é exigido.

A execução desta etapa resulta no produto que foi definido no objetivo do projeto. Portanto, ao se concluir esta fase, você deve apresentar como resultado algo que atende ao escopo do projeto, de tal forma que as metas tenham sido atingidas conforme programado e dentro do orçamento previsto.

Para executar a etapa de realização, é necessário estabelecer mecanismos capazes de controlar o prazo prescrito para execução

das atividades inerentes a essa fase e avaliar se os recursos estão sendo utilizados conforme a previsão. Portanto, é necessário estabelecer um processo de monitoração entre o previsto e o realizado, para que alarmes sejam disparados quando desvios ocorrerem.

Uma vez detectado um problema, ele precisa ser diagnosticado corretamente para que ações regulatórias possam ser tomadas.

É importante você entender que, antes de disparar ações desta natureza, é necessário fazer simulações para verificar se são ações eficazes e se vão trazer o projeto de volta para o estado desejado. Se não for feito este estudo de previsibilidade, você pode correr o risco de determinadas mudanças desestabilizarem a etapa de realização, a tal ponto que poderá sacrificar algum aspecto, isto é, o cronograma pode não ser cumprido, o orçamento pode ser extrapolado ou, então, resultados pretendidos podem não ser mais atingidos. A chave para o êxito está em detectar o problema o mais rápido possível. Quanto mais tarde, maior a quantidade de esforço que será necessário para trazer o projeto para uma situação controlável novamente.

As alterações que ocorrerem durante esta fase devem ser resolvidas mediante o estabelecimento de um sistema de controle de mudanças. Para realizar este procedimento, deve haver um sistema de comunicação efetivo entre as partes envolvidas, ou seja, cliente, gestor e equipe executora. O gestor deve ser o agente integrador e catalisador do processo de mudanças. O resultado deve ser a atualização do Plano-base que deve evoluir para futuras versões até o ponto em que se atinja um plano viável e aceitável.



Refleta

Considere a situação em que você é o gestor de um projeto de automação cuja fase de Iniciação foi cuidadosamente elaborada para levantamento das necessidades. Um Planejamento detalhado foi realizado e serviu como base para se obter êxito na fase de Realização, entretanto, você se depara com mudanças bem no meio dessa etapa.

Qual a sua reação?

Resistir a qualquer menção de apoio a este tipo de atitude?

Ou você entende que faz parte do processo e resolve correr o risco e

ver o que acontece, sem planos bem definidos a partir deste momento?
Refleta sobre esta situação e esboce o que deveria ser uma atitude de um gestor experiente.

Por fim, temos a fase de Encerramento, reconhecida como o momento em que será testada a organização do gestor do projeto e o quanto ele é metódico para desempenhar seu trabalho. Junto a esta etapa, espera-se que sejam gerados os seguintes produtos básicos (GIDO, 2014):

- Arquivamento de todos os documentos fundamentais para manutenção do sistema.
- Reflexão com a equipe a respeito das experiências adquiridas e realização de um estudo com a avaliação dos pontos fortes e fracos, bem como dos fatores que foram favoráveis e os que representaram situações de perigo para execução do projeto.
- Avaliação do nível de satisfação do cliente e pontos que podem e devem ser aprimorados.

Uma vez entendido este contexto de ciclo de vida de um projeto, você deve se perguntar: será que existe um modelo mais específico em que estes conceitos podem ser aplicados para gerar o projeto de automação de uma forma mais adequada?

A resposta é sim. Quem cuida disso é a Sociedade Internacional de Automação (International Society of Automation - ISA).

Vamos conhecer detalhes desta abordagem na sequência.



Pesquise mais

Uma questão muito importante que você deve considerar na sua prática profissional é a ética. Esse contexto deve ser aplicado em todas as áreas de sua vida, que envolve em primeiro lugar a sua família e, na sequência, o seu trabalho, considerando a forma como você gerencia a execução de projetos e as pessoas que estão vinculadas aos mesmos. O Project Management Institute (PMI) é um instituto reconhecido mundialmente e que constitui uma associação que oferece suporte a mais de 700 mil profissionais para desenvolverem as suas atividades com elevados padrões de qualidade e desempenho. Uma das questões fundamentais que o PMI considera é a prática da

ética para gerenciar projetos. Acesse estas informações no site do PMI através do link a seguir:

PMI – Project Management Institute. **O que é o PMI?** São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://brasil.pmi.org/brazil/AboutUS/WhatisPMI.aspx>>. Acesso em: 21 maio 2018.

Neste site você poderá acessar o Código de Ética do PMI. Reflita a respeito.

O modelo ISA para automação de sistemas

Agora que você já conhece de forma concreta o ciclo de vida básico de um projeto, vamos refiná-lo um pouco mais baseado na proposta da ISA. Neste caso, teremos seis fases (CARVALHO, 2010):

1. Estudo de viabilidade

Consiste no delineamento do escopo inicial do projeto.



Assimile

Estudo de Viabilidade é crítico!

Você precisa ser metódico para realizar o estudo de viabilidade de um projeto.

O projeto só será autorizado se for viável. Se assim for considerado, então o que foi definido nesta fase terá que ser cumprido nas demais. Portanto, esta é a etapa que estabelece uma visão geral das diretrizes para o desenvolvimento do projeto e prevê a sua viabilidade.

Passo 1: Descreva a real necessidade para a existência do projeto. Qual problema ou necessidade será atendido(a)?

Passo 2: Estabeleça um escopo inicial para atingir o resultado desejado. Para isso, você precisa definir:

- Qual o investimento necessário? Enumere os recursos necessários para a sua realização.
- Defina uma projeção orçamentária compatível.
- Estabeleça uma métrica para medir o ganho que será obtido com o desenvolvimento do projeto.
- Faça uma análise em termos de custo/benefício para que seja mensurada a viabilidade financeira do projeto.

Um estudo criterioso poderá efetivar o desenvolvimento de um projeto e estabelecer um referencial para nortear o seu ciclo de vida.

2. Definição do projeto

- Detalhamento do escopo.
- Detalhamento de aspectos operacionais para definir o processo de realização do projeto, envolvendo a escolha dos recursos de maneira favorável, conforme sua disponibilidade.

3. Projeto detalhado

- Desenvolvimento de um plano de gerenciamento de riscos.
- Definição de diretrizes baseadas em normas vigentes e boas práticas, de acordo com a natureza do projeto.
- Documentação das especificações dos recursos (equipamentos e instrumentos de suporte) a serem utilizados, incluindo a programação de ordens de compra desses equipamentos em tempo hábil.
- Descrição das funções que serão executadas utilizando modelos baseados em grafos orientados para especificação da lógica sequencial para realização dos processos e para as regras de monitoramento do sistema utilizando alarmes e interfaces homem-máquina (IHMs).
- Definição das redes de comunicação.
- Definição do plano de comissionamento para definir as rotinas de testes para verificação e validação do sistema.

4. Programação do sistema de controle

- Uma vez que o sistema de controle para automação envolve dispositivos de comando, monitoração, atuação e sensoriamento conectados aos controladores, você deve, neste contexto:
 - Programar a lógica de controle utilizando linguagens reconhecidas pelas normas IEC.
 - Programar os sistemas do tipo IHM.
 - Prever um repositório de dados.
 - Prever os testes de validação dos programas.
 - Preparar para start-up.

5. Implantação

- Realização do plano de comissionamento incluindo os

dispositivos presentes na planta e envolvendo três níveis de testes: (i) teste local dos dispositivos de comando, monitoração, atuação e sensoriamento; (ii) teste de comunicação entre os dispositivos e controladores; e (iii) testes de segurança.

6. Suporte e operação assistida

- Uma vez realizado o start-up, a próxima etapa é a entrega do projeto de automação para a equipe operacional do cliente. Portanto, é necessário dar um suporte a esta equipe que implica em oferecer treinamento adequado, inspeções periódicas e suporte para manutenção do sistema.

Desta forma, você é capaz de perceber como a ISA contribuiu para a definição de um conjunto básico de atividades que devem ser realizadas para o projeto de automação de um sistema industrial. Para um melhor entendimento, observe o Quadro 1.1 relacionando as fases do ciclo tradicional de projeto e o modelo proposto pela ISA.

Quadro 1.1 | Relação entre as fases dos modelos de ciclo de vida de projeto

Modelo tradicional	Modelo ISA
1. Iniciação	1. Estudo de viabilidade
2. Planejamento	2. Definição do projeto
	3. Projeto detalhado
3. Realização	4. Programação do sistema de controle
	5. Implantação
4. Encerramento	6. Suporte e operação assistida

Fonte: elaborado pelo autor.

Sem medo de errar

Agora que você já estudou os conceitos básicos, podemos retomar a tarefa que você precisa desempenhar como responsável pelo projeto de automação para a empresa de produtos alimentícios. Você já venceu o primeiro desafio que foi levantar os fatores que poderiam prejudicar a realização do projeto. Outro desafio que precisa enfrentar é dar suporte

ao cliente para que não haja falhas na iniciação do projeto, quanto ao aspecto de definição das necessidades. Portanto, como o cliente deve sistematizar a especificação de suas necessidades que justificam o desenvolvimento do projeto que ele pretende executar?

Elabore um relatório técnico que esclareça como o cliente deve estar relacionando as necessidades com o planejamento estratégico da organização.

Esboço do Relatório Técnico

Para que as necessidades sejam especificadas de forma adequada, este relatório está organizado em três partes:

- Descrição da visão estratégica da empresa.
- Descrição das necessidades de acordo com a visão estratégica da empresa.
- Justificativas para o desenvolvimento da solução do problema proposto.

I. Visão estratégica da Empresa

No início desta Unidade foi visto que o planejamento estratégico da Empresa de Produtos Alimentícios é desenvolver um projeto de automação para produzir um novo produto em sua linha, relacionado à fabricação de alimentos processados de origem animal, com níveis de excelência em termos de qualidade e, ao mesmo tempo, quer ser competitiva, ou seja, o custo tem que ser o menor possível, aliado à elevada qualidade.

II. Descrição das necessidades de acordo com a visão estratégica da empresa

Especificar a necessidade de um projeto significa identificar o problema que a empresa precisa resolver de acordo com sua visão estratégica.

Neste contexto, o problema é fabricar alimentos processados de origem animal, que contemple:

- Aplicação da automação para realizar o processo.
- Os produtos fabricados devem ser de elevada qualidade e menor custo.

III. As justificativas para o desenvolvimento da solução do problema proposto

Inicialmente, é importante justificar o porquê de se aplicar automação no processo de fabricação. A visão estratégica da Empresa de Produtos Alimentícios é propor uma nova solução em sua linha de produção: elevado controle de qualidade associado a custo acessível.

A automação Industrial é justificada por três aspectos fundamentais já vistos:

- Permite elevados padrões de controle de processos químicos e de manufatura que garantem repetibilidade na fabricação dos lotes de produção e que devem estar presentes em sistemas que asseguram um determinado padrão de qualidade.
- Viabiliza o uso racional dos recursos previstos para o projeto, que apontam para modelos voltados à sustentabilidade. Isto significa que, sistematicamente, o custo de produção passa a ser otimizado, por reduzir o desperdício tanto de matéria prima, quanto de energia para fabricação do produto.
- Permite a preservação do operador em situações de desgaste físico e em casos de risco de morte. Diminuindo acidentes, reduz o gasto com sinistros e indenizações que refletem no custo dos produtos.

Além disso, com os recursos de automação na empresa, será possível cumprir com maior eficiência as normas previstas pela ANVISA, citadas no início da seção:

- A procedência da matéria-prima utilizada na fabricação de cada lote de produtos pode ser registrada automaticamente, usando recursos de automação para registro de informação em Banco de Dados (utilizando código de barras, por exemplo, ou outras técnicas de identificação).
- Utilizando dispositivos avançados para controle e sensoriamento da dosagem de substâncias durante a fabricação do produto, é possível estabelecer um rígido controle de qualidade dentro de padrões aceitáveis aprovados por organizações internacionais de saúde.
- É possível realizar um controle de registro em Banco de Dados de falhas nas embalagens, de acordo com os lotes produzidos.

Desta forma, justifica-se porque na solução a ser desenvolvida é importante utilizar a automação para manter padrões de qualidade no processo de fabricação e também de uso racional dos recursos que aumentam a produtividade com menor desperdício.

A partir deste relatório, é possível identificar a visão estratégica da empresa, como as necessidades estão em sintonia com esta visão e como se justifica investir em uma solução baseada nestas necessidades.

Avançando na prática

Revisão dos processos de soldagem em fábrica de autopeças

Descrição da situação-problema

Uma fábrica de autopeças produz um determinado produto para o qual, em sua linha de montagem, é necessário realizar um processo de soldagem, executado manualmente. A empresa tem como meta aumentar 50% de sua produtividade em um ano. Entretanto, ela vem apresentando problemas de acidentes com funcionários que atuam neste setor e está com problemas em se manter na cadeia produtiva de uma grande montadora que exige um padrão de qualidade elevado, com baixa rejeição de peças por lote de fabricação, pois problemas de ruptura em pontos de solda estão ocorrendo. Este fabricante contratou você para fazer gestão de tecnologia na empresa e propor um novo projeto de automação que vai melhorar a competitividade dela. Para a fase de Iniciação deste projeto, faça um esboço de relatório técnico que apresente de forma sistemática uma descrição da necessidade de se desenvolver este projeto.

Resolução da situação-problema

Esboço do relatório

Para sistematizar a definição das necessidades, é necessário apresentar a visão estratégica da empresa, a descrição da necessidade da empresa de acordo com a visão e a justificativa para desenvolver uma solução para esta necessidade.

Visão estratégica da empresa

A visão da empresa é aumentar a sua produtividade anual em 50% e melhorar a sua competitividade no mercado.

A necessidade da empresa

De acordo com a visão, o projeto de automação a ser desenvolvido tem que contemplar as seguintes necessidades:

- Aumentar produtividade.
- Melhorar qualidade no processo de soldagem.
- Diminuir acidentes na linha de produção.

Justificativa para desenvolver uma solução para esta necessidade

Utilizando recursos de automação é possível usar células de soldagem robotizadas que poderão:

- Aumentar a produtividade – a questão passa a ser o dimensionamento e a programação do tempo de operação da(s) célula(s) de soldagem em turnos de acordo com a produtividade desejada.
- Melhorar a qualidade – esta é uma das vantagens de se utilizar robôs em operações repetitivas: garantem lotes de peças soldadas padronizadas que podem atender a rigorosos padrões de qualidade.
- Diminuir acidentes – o robô afasta o operador humano dessas operações de soldagem de alto risco, diminuindo os acidentes.

Desta forma, ficou estabelecida de maneira criteriosa a especificação das necessidades que correspondem à etapa crucial do ciclo de vida de um projeto: a fase de Iniciação.

Faça valer a pena

1. Planejamento corresponde ao desenvolvimento de um plano de ações que deve contemplar uma série de questões. As questões enumeradas de I a III possuem descrições dos conteúdos associados às respostas descritas nos itens de A a C.

- I. Como será executado?
- II. Quanto vai custar?
- III. Qual o risco?
- A. Está associado à descrição do processo que envolve a sequência de atividades.
- B. Está relacionado aos eventos indesejáveis e às medidas de correção que possam ser tomadas para minimizar o impacto destes eventos.
- C. Está relacionado ao orçamento.

Marque a alternativa que faz a associação correta entre as questões e a descrição dos conteúdos associados a cada resposta.

- a) I – B; II – C; III – A.
- b) I – B; II – A; III – C.
- c) I – C; II – A; III – B.
- d) I – A; II – B; III – C.
- e) I – A; II – C; III – B.

2. As alterações que ocorrerem durante a fase de Realização de um projeto de automação devem ser resolvidas mediante o estabelecimento de um sistema de controle de _____. Para realizar este procedimento, deve haver um sistema de _____ efetivo entre as partes envolvidas, ou seja, cliente, _____ e equipe executora. O gestor deve ser o agente integrador e catalisador do processo de mudanças.

Escolha a alternativa que preenche corretamente as lacunas acima.

- a) processo – comunicação - gestor.
- b) mudanças – controle – gestor.
- c) mudanças – comunicação – gestor.
- d) mudanças – comunicação – investidor.
- e) processo – controle – investidor.

3. Ao considerar o modelo ISA para definir o ciclo de vida de um projeto de automação industrial, você afirmaria que:

- I. O ciclo é constituído por cinco fases, e a terceira corresponde ao desenvolvimento do projeto detalhado.
- II. A segunda corresponde à etapa de definição do projeto.
- III. Durante a fase de estudo de viabilidade não se realiza o delineamento do escopo inicial do projeto.

Avaliando as três afirmações acima, assinale a alternativa correta.

- a) Somente a afirmativa I é verdadeira.
- b) Somente a afirmativa II é verdadeira.
- c) Somente a afirmativa III é verdadeira.
- d) Somente as afirmativas I e II são verdadeiras.
- e) Todas as afirmativas são verdadeiras.

Seção 1.3

Processo de gestão de um projeto de automação

Diálogo aberto

O sucesso de um projeto depende do conhecimento que o profissional responsável possui a respeito de gestão de projetos. A maior dificuldade do projetista é compreender que não basta conhecer as fases de um projeto, é necessário também entender que existem vários conhecimentos inseridos nestas fases, que precisam ser trabalhados para se obter sucesso em cada uma.

Sendo assim, vamos retomar a situação em que você é o gestor do projeto para automatização da produção de um produto em uma empresa do ramo alimentício. Nesta fase do projeto, você já auxiliou o cliente na identificação dos fatores que poderiam restringir o bom andamento do projeto, através de uma análise qualitativa da situação atual da empresa. Em seguida, você ajudou seu cliente na sistematização e na especificação das necessidades que justificam o desenvolvimento do projeto de automatização da produção.

Para concluir esta etapa, um dos pontos chave é definir, de forma clara e precisa, o objetivo do projeto. Todo gestor deve ficar atento e alerta a respeito desta questão, pois se trata de um requisito que norteia as decisões durante todo o ciclo de vida do projeto.

Desta forma, você, gestor, precisa esclarecer o seguinte aspecto para o seu cliente: ele está confuso e não sabe a diferença entre definir o objetivo e escopo do projeto. Como você poderia orientá-lo?

Para realizar esta tarefa e solucionar a dúvida do seu cliente, imagine que seu superior solicitou que você fizesse uma apresentação descrevendo as principais características presentes na descrição do escopo e dos objetivos de um projeto de automação. Além disso, solicitou também que você ilustrasse nesta apresentação a diferenciação entre objetivo e escopo presente no projeto que se deseja desenvolver.

Para te auxiliar nesta atividade, abordaremos aqui a questão de como se desenvolve um processo de Gestão de Projetos de

Automação, considerando a técnica do *Project Management Body Of Knowledge* (PMBOK). Você terá uma visão global das dez áreas de conhecimento que precisam ser consideradas para que o desenvolvimento das fases de um Projeto de Automação Industrial seja executado com êxito.

Bom trabalho!

Não pode faltar

Várias técnicas podem te auxiliar na gestão de projetos de automação para que as necessidades de um cliente sejam atendidas de forma adequada. O ponto de partida é você compreender o significado do termo “Gestão de projetos”. De acordo com Gido (2014), realizar o procedimento de gestão está relacionado a você desenvolver um processo que envolve duas atividades fundamentais:

- **Planejar** – significa que você deve traçar um plano para conquistar um determinado objetivo que vai ser atingido com a solução de automação que pretende desenvolver.
- **Executar** – uma vez que existe um plano, ele deve ser cumprido para que o objetivo pretendido se torne realidade.

Portanto, o foco de um processo de gestão é fazer com que aquilo que foi planejado seja executado.

Uma vez que já se sabe as principais fases do ciclo de vida de um projeto de automação, as ferramentas de gestão de projetos servem para nos auxiliar a desenvolver estas etapas, de tal maneira que minimize a possibilidade de ocorrência de eventos indesejáveis que possam prejudicar o andamento do projeto.



Assimile

Visão geral do PMBOK

O desenvolvimento de projetos de automação envolve um conjunto de áreas de conhecimento que precisam ser gerenciadas para que o ciclo de vida do projeto tenha êxito. Existem diferentes propostas de modelos de gestão de projetos. Por exemplo, Gido (2014) apresenta os principais aspectos que devem ser tratados envolvendo o planejamento e a execução.

Para o caso específico do desenvolvimento de projetos de automação, vamos considerar o PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) pelo seu reconhecimento de vasta aplicação nesta área técnica de projetos (MORAES; CASTRUCCI, 2010). Neste contexto, de acordo com Lima (2009), o PMBOK considera que estão envolvidas dez áreas de conhecimento na concepção de projetos. Portanto, quando se pretende gerenciar um projeto, é necessário administrar estas dez áreas para obter um bom resultado. As áreas contempladas são: Integração, Escopo, Tempo, Custos, Qualidade, Pessoas, Comunicação, Riscos, Compras e Envolvidos (LIMA, 2009; VENTURELLI, 2015).

Se forem aplicados estes aspectos de gerenciamento do conhecimento que envolve as três fases iniciais do ciclo de vida de um projeto de automação (Estudo de viabilidade, Definição do Projeto e Projeto Detalhado), tem-se como resultado um **Plano-base**.

Gerenciando estes conhecimentos nas fases da Programação do Sistema de Controle, da Implantação e do Suporte e Operação Assistida, é possível administrar os seguintes aspectos fundamentais:

- Realização do Trabalho.
- Monitoração e controle do progresso.
- Controle de mudanças.

Esta será a técnica utilizada e que deve ser vista como diretriz para a realização da gestão de projetos de automação industrial.

Uma vez que assimilada a visão geral associada à técnica baseada no PMBOK, o próximo passo é discutir os principais aspectos ligados às áreas de conhecimento presentes nos projetos de automação industrial (LIMA, 2009).

- **Integração** – esta área de conhecimento está sendo citada primeiro por causa de sua importância. Neste contexto se detém o conhecimento para estabelecer a direção para todo o projeto, até o seu encerramento. Permite conduzir a execução e o controle de seu acompanhamento em todas as fases e, se necessário, considera-se, de forma integrada, a necessidade de implantação de mudanças e suas reflexões até o encerramento do projeto. Os agentes (ou *stakeholders* no jargão de gestão de projetos) que mais atuam nessa área e que são responsáveis para que tudo seja conduzido dentro do escopo do projeto são o gerente de projeto, responsável

por manter a integração das diversas áreas, e o financiador de projeto. Nesta área acontece a elaboração do TAP (Termo de Abertura do Projeto), que deve ter no máximo duas páginas e conter as informações do exemplo da Figura 1.4.

- **Escopo** – esta área envolve a definição do escopo do projeto, que representa as tarefas que devem ser executadas para que a equipe possa cumprir as entregas dos produtos e/ou serviços estipulados, satisfazendo o cliente. A Figura 1.5 ilustra a sequência de atividades que devem ser realizadas na definição do escopo. Inicialmente, são definidas as regras a respeito de como o escopo será gerenciado durante o ciclo de vida do projeto, depois se elabora o escopo preliminar. Por existirem muitas variáveis que podem atuar no ciclo de um projeto, manter o processo sob controle pode apresentar um grau de complexidade. Para resolver esta questão, adota-se a técnica de decomposição do problema em problemas menores, que é a base para construção da EAP (Estrutura Analítica do Projeto). Trata-se de um organograma em que as caixinhas representam o projeto de forma estruturada e hierárquica, seu ciclo de vida e as atividades em cada contexto. Para descrever de forma objetiva, a EAP utiliza o conceito de dicionário para padronizar a descrição de cada caixinha. Feito isso, deve-se apresentar ao patrocinador do projeto o resultado obtido, para que ele aprove o escopo elaborado. Por fim, após a aprovação, surge a necessidade de controlar o escopo. Caso seja preciso implantar mudanças, elas devem ser gerenciadas, respeitando a área de integração, ou seja, deve-se verificar os possíveis efeitos em todas as áreas envolvidas na gestão do projeto.

Figura 1.4 | Modelo de TAP

Termo de Abertura do Projeto	Código TAP:
Título do Projeto:	
Área Responsável:	
Gerente Designado:	
Nível de Autoridade:	
Descrição do Projeto:	
Justificativa:	
Objetivos:	
Metas:	
Premissas:	
Restrições:	
Principais eventos	Data-alvo
Aprovado por:	
Assinatura:	Data:

Fonte: Lima (2009, p. 23).

Figura 1.5 | Definição do escopo de um projeto de automação



Fonte: Lima (2009, p. 34).

- Custo** – esta área de conhecimento é fundamental para organizar o orçamento do projeto. É necessário ficar atento para o fato de que é nesta área que ocorre a maioria dos problemas de gestão. Nesta etapa, o escopo precisa estar definido para direcionar a estimativa de recursos necessários, envolvendo materiais, equipamentos e pessoas. Para a estimativa de custos, é importante a disponibilidade de dados associados aos projetos realizados no passado e também a existência de um banco de dados de fornecedores no mercado. A partir das estimativas, associa-se a quantidade necessária de cada recurso para cumprir o escopo desejado. Para que se

tenha sucesso no orçamento realizado, é fundamental que haja comprometimento da equipe, monitoração e controle contínuo dos custos e, sempre que necessário, ações de correção devem ser tomadas de forma rápida e segura.



Refleta

Um dos grandes desafios durante a fase de Definição do Projeto e Projeto Detalhado é a questão de definição do escopo e seu controle.

Existe uma grande tendência de ocorrerem falhas nesta etapa em virtude da complexidade de agentes que interagem para a definição da abrangência correta que o escopo de um projeto de automação deve possuir. Se o escopo for simplificado, não atenderá às expectativas do cliente. Por sua vez, se for além do necessário, vai gerar um custo adicional na execução do projeto que pode inviabilizar a sua aprovação.

Se for contratado um novo profissional na área técnica de uma empresa que possui uma visão aquém da desejada sobre definição de escopo, ele pode tentar resolver este problema por tentativa e erro. Como você orientaria este profissional?

Argumente explicando como seria uma abordagem baseada no PMBOK.

- **Programação do tempo** – a programação do tempo é uma das áreas de conhecimento que traz mais fragilidade para executar o que se planeja. O problema é manter a previsibilidade de todos os eventos que foram considerados durante a fase de planejamento, de tal forma que haja um perfeito sincronismo entre o que foi previsto e que é feito. Quanto mais metódica for a estimativa de prazos para a realização das atividades inerentes à execução do projeto, menor a possibilidade de grandes desvios. Um fato é que todo atraso gera um custo adicional associado às fontes de custo fixo existentes no projeto. Dois aspectos fundamentais estão associados a esta área de conhecimento:
 - Encargo que os agentes envolvidos no projeto devem ter pelo cumprimento do escopo do projeto. Isso inclui o gerente, o patrocinador e os membros da equipe. Se não houver um forte compromisso de cada uma das partes para o êxito da programação planejada, será muito difícil cumprir os prazos.

- Necessidade de aplicar técnicas para a elaboração de cronogramas de atividades detalhados. A equipe deve analisar de forma criteriosa o que pode ser desenvolvido de forma paralela e o que precisa ser realizado de forma sequencial. Além disso, deve estabelecer os marcos que definem o progresso do cumprimento do objetivo associado ao escopo do projeto.
- **Comunicação** – a equipe envolvida precisa se comunicar para controlar o cumprimento do escopo, do prazo e do orçamento durante o ciclo de vida do projeto de automação industrial. Devem ser planejadas reuniões e apresentações durante o andamento do projeto para que seja possível avaliar seu progresso. Além disso, é necessário existir a previsão de entrega de relatórios periódicos técnicos (detalhando os avanços dos marcos conquistados no período, em termos de resultados técnicos) e gerenciais (para o controle do cronograma, custos e avaliação de necessidade de mudanças em virtude de eventos indesejáveis que possam ter ocorrido). É importante ressaltar que as atividades associadas a esta área de conhecimento implicam no empenho de tempo e de recursos que podem afetar o projeto se não forem previstos na etapa de planejamento. É fundamental elaborar duas coisas:
 - Uma lista dos participantes contendo, minimamente, o nome, cargo, função, área de atuação no projeto e dados para contato.
 - Um organograma contendo a hierarquia das pessoas que atuam no projeto, para que fique claro como devem ocorrer os processos de tomada de decisão.

Pessoas e Partes Interessadas – uma das áreas mais complexas é a de lidar com as pessoas para formação das equipes do projeto, principalmente quando o objetivo é que a equipe vença. De acordo com Lima (2009), para gerenciar pessoas é preciso definir o perfil de cada uma necessária no projeto, selecionar todas com os perfis adequados e montar a equipe. Uma vez definida, a equipe precisa ser capacitada o que for necessário, a fim de desenvolver as atividades previstas no escopo do projeto. É importante também estabelecer critérios para a premiação das pessoas em função do desempenho,

para incentivar alta produtividade na equipe. Por fim, é importante organizar uma forma de gerenciamento da equipe considerando a avaliação periódica de cada pessoa pelos superiores, para que haja uma oportunidade de aprimoramento e valorização contínua do profissionalismo praticado. Neste contexto de motivação dos recursos humanos, é importante que você saiba a importância de estender a necessidade de comprometimento a todas as pessoas envolvidas no projeto, pois isto é uma condição necessária para obter êxito.

Qualidade – geralmente envolve dois contextos que se complementam: (i) associada às características dos produtos fabricados no novo sistema projetado, ou seja, se está dentro dos padrões esperados; (ii) relacionada com a forma como o projeto é administrado para atingir os objetivos desejados, ou seja, se o projeto está sendo conduzido de forma controlada, respeitando o escopo. Neste contexto, diferentes conhecimentos que pertencem à área de gestão de projetos vão ser utilizados para estabelecer as diretrizes a respeito de como devem ser realizadas as atividades para manter o controle de execução do projeto. Por exemplo, em termos de comunicação, deve ser controlada a confecção dos relatórios gerenciais e técnicos previstos, sendo necessário estabelecer um marco para a elaboração deles, caso contrário, há um risco enorme de não cumprir o prazo de entrega deste documento, o que pode abalar a confiança dos interessados no projeto. De acordo com o PMBOK, há três dimensões que precisam ser tratadas para administrar a qualidade (Lima, 2009):

Planejamento – estabelece um plano capaz de manter a qualidade do projeto, definindo padrões que devem ser seguidos por causa da cultura organizacional da empresa e dos seus objetivos estratégicos, ou baseados em boas práticas trazidas do exercício da engenharia e da gestão de projetos. Como resultado, obtém-se o Plano de Gerenciamento da Qualidade que impõe os padrões a serem seguidos e como atingi-los.

Garantia – estabelece auditorias que devem ser realizadas para identificar e reforçar as boas práticas que estão surtindo bons e ótimos efeitos no projeto e também identificar as que não estão correspondendo como deveriam, para se refletir a respeito de continuar exercitando ou não.

Controle – cuida da emissão de pareceres com recomendações que podem envolver um plano de conduta de ações preventivas ou até corretivas, em função do acompanhamento dos resultados das auditorias realizadas para se verificar se estão dentro dos padrões esperados. Deve-se estipular uma pessoa responsável para responder a estes pareceres e um prazo para a resposta.



Exemplificando

Auditorias na prática

A realização de auditorias dentro de uma organização precisa ser praticada sem que haja uma visão negativa de fiscalização para punição. A questão é a melhoria contínua na qualidade dos resultados!

Portanto, as auditorias são instrumentos para garantir a qualidade e, para isto, podem abranger diferentes contextos que precisam ser exemplificados para você poder ter uma ideia de como praticá-las em uma organização. Veja os principais exemplos que podem ser praticados:

- Auditoria de questões técnicas - grupos internos que se reúnem com especialistas para melhorar seus resultados.
 - Auditorias voltadas para o gerenciamento das atividades – envolvem as equipes que cuidam do cumprimento dos prazos estipulados, conforme cronograma planejado.
 - Auditoria interna sobre os relatórios de acompanhamento – trata da avaliação da prestação de contas periódica que deve ser dada para a empresa em que o projeto está sendo desenvolvido. As informações prestadas precisam estar de acordo com as expectativas.
 - Auditoria externa – neste caso, uma empresa de assessoria externa é contratada para realizar os serviços de auditoria do projeto que está sendo desenvolvido.
-
- **Compras** – envolve todas as aquisições de recursos que o projeto demanda, que podem incluir equipamentos, materiais e prestadoras de serviços. A questão fundamental é envolver prestadoras de serviços para a aquisição de recursos que conheçam os protocolos a serem cumpridos, para que executem estas tarefas. Outro ponto fundamental é que as solicitações de compras devem seguir rigorosamente

o cronograma do projeto, caso contrário os atrasos serão inevitáveis. Por exemplo, se você depender de recursos humanos, não se esqueça que pode ser necessário capacitar pessoas, principalmente se forem utilizar recursos internos da própria organização. Uma ferramenta essencial nesta fase é a EAP. A Figura 1.6 mostra um modelo de acompanhamento de compras.

Figura 1.6 | Modelo de acompanhamento de compras

Acompanhamento das Aquisições do Projeto < Nome do Projeto >										
Pedido		Ordem de compra		Item #	Descrição	Custo		Data de entrega		Observações
Número	Data	Número	Data			Orçado	Real	Programada	Realizada	

Fonte: Lima (2009, p. 76).



Pesquise mais

É muito importante você adquirir uma visão geral a respeito de como podem ser utilizadas as várias técnicas de gestão de projetos para o desenvolvimento de um projeto de automação. Em Venturelli (2015), você pode ler uma síntese sobre este assunto e assistir a um vídeo (do minuto 00:13 ao 00:21) que trata da questão de desenvolvimento de projetos de automação industrial, focando mais na fase de implantação. VENTURELLI, M. Gerenciamento de Projetos de Automação Industrial. **Automação Industrial**, 2015. Disponível em: <<https://www.automacaoindustrial.info/gerenciamento-de-projetos-de-automacao-industrial/>>. Acesso em: 12 jun. 2018.

Concluindo esta seção, destaca-se o fato de que, ao longo desta disciplina, você será capacitado passo a passo para lidar com estas áreas de conhecimento para a realização de um projeto de automação industrial.

Sem medo de errar

Para concluir esta fase inicial do projeto, é fundamental definir, de forma clara e precisa, o objetivo. Os gestores precisam prestar muita atenção, pois se trata de um requisito que é base para a tomada de decisões durante todo o ciclo de vida do projeto.

Sendo assim, vamos retomar a situação apresentada em que você, como gestor responsável pela implantação de um projeto de automação em uma empresa de produtos alimentícios, precisa auxiliar seu cliente quanto ao fato de ele estar confuso e não saber a diferença entre o objetivo e escopo do projeto. Este tipo de problema acontece em virtude de várias experiências desgastantes que este empresário já teve com projetos de automação que ele executou no passado. Para realizar esta tarefa e solucionar a dúvida do seu cliente, seu superior solicitou que você faça uma apresentação contendo as principais características para descrição do escopo e dos objetivos de um projeto de automação e ilustre a diferença entre objetivo e escopo presente no projeto de automação em questão.

Esboço dos pontos importantes a serem abordados na apresentação:

- I. Objetivo é um dos atributos de um projeto, que se caracteriza por:
 - a) Existir um resultado bem definido a ser alcançado.
 - b) Existir um conjunto de recursos necessários para atingi-lo.
 - c) Existir um determinado período de tempo para sua execução.
 - d) Fazer parte da área de gerenciamento da Integração.
 - e) Estabelecer o direcionamento para todo o projeto.
 - f) Fazer parte do Termo de Abertura do Projeto – TAP.

No caso do projeto em questão, o objetivo é a fabricação de alimentos processados de origem animal de alta qualidade a um custo competitivo. Para isto, será implementada uma linha de produção automatizada, capaz de atender a esses requisitos.

- II. Escopo é um dos fatores vinculados ao êxito de um projeto, que se caracteriza por:
 - a) Representar as tarefas a serem executadas para que a equipe possa cumprir as entregas dos produtos e/ou

serviços estipulados, satisfazendo o cliente.

- b) Fazer parte da área de gerenciamento de escopo.
- c) Definir as regras a respeito de como o escopo será gerenciado durante o ciclo de vida do projeto.
- d) Construir a Estrutura Analítica do Projeto – EAP.
- e) Necessitar de aprovação junto ao patrocinador.
- f) Necessitar de gerenciamento do controle de execução: caso haja necessidade de mudanças, devem ser submetidas à área de gerenciamento de Integração.

O escopo consiste no trabalho que deve ser feito para que o objetivo seja atingido. Portanto, no caso do projeto em questão, as principais tarefas que compõem seu escopo são: (i) verificação da infraestrutura para adequações para a instalação da nova linha; (ii) aquisição de recursos em termos de equipamentos, softwares e prestadores de serviço para implementação da linha automatizada com estações robotizadas e célula de envasamento; (iii) orçamento de investimento previsto para realização das diversas fases; (iv) cronograma para execução; (v) plano de gerenciamento de riscos e (vi) definição dos produtos que serão entregues a cada marco. Todas estas tarefas devem ser fundamentadas nas exigências que o cliente estabeleceu para este projeto, que foram: o processo de fabricação deve atender às normas da ANVISA e assegurar altos padrões de qualidade, garantindo a certificação do produto. Além disso, o processo de automação deve garantir elevada produtividade e grande disponibilidade da planta para minimizar o custo do produto.

III. Diferenças fundamentais entre os dois conceitos:

- a) O objetivo é um atributo do projeto, enquanto o escopo é um fator vinculado ao processo de execução.
- b) O objetivo é uma decisão estratégica documentada no Termo de Abertura do Projeto, serve como diretriz e não deve estar sujeito a mudanças. Por sua vez, o escopo fica em uma posição hierárquica inferior, está associado ao conjunto de atividades que devem ser realizadas para cumprir as entregas programadas e pode sofrer alterações, impactando em possíveis mudanças em diferentes fases do projeto. Portanto, o escopo pode sofrer mudanças e está associado à Estrutura Analítica do Projeto.

Desse modo, o cliente deve saber que o objetivo é uma decisão estratégica que estabelece as diretrizes para definir o escopo do projeto, a fim de que o referido objetivo se cumpra.

Avançando na prática

Automação de processos químicos

Descrição da situação-problema

Imagine uma pequena fábrica de produtos de limpeza em que uma etapa de um de seus processos seja uma mistura para diluir um concentrado. A operação do misturador é manual, ou seja, uma pessoa abre a válvula para o enchimento do tanque com soluto e outra para o enchimento com solvente, definindo ele próprio a proporção desejada para obter a diluição necessária. O operador controla o acionamento do misturador no instante desejado e é responsável por controlar o tempo necessário para a mistura ficar homogênea. Para padronizar o processo de diluição, foi desenvolvido um projeto de automação, adotando-se a lógica de enchimento do tanque com solvente e com soluto por acionamento temporizado das válvulas de entrada de cada produto. A mistura também passou a ser temporizada. Colocado em operação, o sistema automatizado gerou o resultado esperado, mas depois começaram a ocorrer pequenos desvios na concentração. Identificou-se que a vazão não era suficientemente constante, e o problema acentuou-se no terceiro mês. Como era o período previsto para a limpeza dos dutos, realizou-se esta operação e a concentração passou a variar dentro de limites aceitáveis. Acompanhando a qualidade do produto, definiu-se um programa de manutenção para limpeza mensal dos dutos, o que causou uma paralisação importante no sistema para manutenção, impactando na produção. Analise o cenário e identifique o problema que ocorreu.

Resolução da situação-problema

Uma vez que a área de conhecimento envolvida é a qualidade, observa-se que a qualidade do produto não foi garantida. As boas práticas da engenharia estabelecem que:

- Utilizar uma lógica totalmente baseada no tempo fundamenta-se no uso de controle de malha aberta. Este tipo de solução pode causar erros na composição da mistura, pois não compensa variações na vazão.
- Em vez de um sistema de controle temporizado, seria mais conveniente utilizar um sistema de controle de malha fechada, usando sensores de nível.
- Quanto ao acionamento do misturador, geralmente, as boas práticas da engenharia indicam que pode ser temporizado, ou seja, deve ser aplicado o controle de malha aberta.

Portanto, houve um grande equívoco na fase de planejamento da solução de automação que não considerou a gestão da qualidade como deveria.

Faça valer a pena

1. Leia atentamente o texto com lacunas:

Para o caso específico do desenvolvimento de projetos de automação, considerando o reconhecimento do _____ na área técnica de desenvolvimento de projetos de automação, considera-se que estão envolvidas dez áreas de conhecimento na concepção de projetos. Portanto, quando se pretende gerenciar um projeto, é necessário gerenciá-las para obter um bom resultado. As áreas contempladas que precisam ser gerenciadas são: _____, Escopo, Tempo, Custos, _____, Pessoas, Comunicação, Riscos, _____ e _____.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto.

- a) PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*); Integração; Qualidade; Compras; Envolvidos.
- b) IEE (*Institution of Electrical Engineers*); Integridade; Qualidade; Compras; Envolvidos.
- c) PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*); Integração; Qualidade; Compras; Prestadores de serviço.
- d) PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*); Integridade; Qualidade; Vendas; Prestadores de serviço.
- e) IEE (*Institution of Electrical Engineers*); Integração; Qualidade; Compras; Prestadores de serviço.

2. Com relação ao Gerenciamento da Qualidade, faça uma análise das seguintes afirmações:

- I. As auditorias têm como foco identificar irregularidades na gestão dos projetos para punir os culpados.
- II. A auditoria externa é solicitada quando for quebrada a confiança interna na equipe que desenvolve o projeto.
- III. Os relatórios internos técnicos e gerenciais são ferramentas úteis para uma auditoria, pois já é uma forma de prestação de contas.

Assinale a alternativa que contém uma análise correta das afirmações.

- a) Somente a afirmativa I é verdadeira.
- b) Somente a afirmativa II é verdadeira.
- c) Somente a afirmativa III é verdadeira.
- d) Somente as afirmativas I e II são verdadeiras.
- e) Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.

3. Figura 1.5 | Definição do Escopo de um projeto de automação



Fonte: Lima (2009, p. 34).

Observando a Figura acima, sobre a definição do escopo de um projeto de automação, avalie a análise proposta:

- I. Planejar o gerenciamento do escopo de um projeto é um ponto estratégico que estabelece as diretrizes definidas no Termo de Abertura do Projeto (TAP).
- II. A Estrutura Analítica do Projeto é o ponto chave que deve ser utilizado para lidar com a complexidade do projeto.
- III. O controle do escopo deve ser hierárquico e não precisa se submeter a instâncias superiores, uma vez que já passou por uma instância de aprovação.

Assinale a alternativa que associa Verdadeiro ou Falso, corretamente, de acordo com as afirmações acima.

- a) V-V-F.
- b) F-V-V.
- c) F-F-V.
- d) V-F-F.
- e) F-V-F.

Referências

- GIDO, J. P.; CLEMENTS, J. **Gestão de projetos**. Tradução da 5ª edição norte-americana. São Paulo: Cengage Learning Editores, 2014.
- CARVALHO, F. B. **Estimativa de Ganhos Financeiros em Projetos de Automação e Controle – Uma Proposta Metodológica e Estudos de Caso**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia, UFMG, Minas Gerais, 2010.
- Globo Play AutoEsporte. **Carros autônomos e inteligentes**: Salão de Frankfurt dá pistas sobre o futuro da mobilidade. Frankfurt, 2017. Disponível em: <<https://globoplay.globo.com/v/6186907/>>. Acesso em: 21 maio 2018.
- KERZNER, H. R. **Gestão de Projetos: as melhores práticas**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2017.
- LIMA, G. P. **Série Gestão Estratégica - Gestão de Projetos**. São Paulo: LTC, 2009.
- MORAES, C. C.; CASTRUCCI, P. L. **Engenharia de Automação Industrial**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.
- PMI – Project Management Institute. **O que é o PMI?** São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://brasil.pmi.org/brazil/AboutUS/WhatisPMI.aspx>>. Acesso em: 21 maio 2018.
- PRUDENTE, F. **Automação Industrial PLC - Teoria e Aplicações - Curso Básico**, 2. ed. São Paulo: LTC, 2011.
- VENTURELLI, M. **Gerenciamento de Projetos de Automação Industrial**. Automação Industrial, 2015. Disponível em: <<https://www.automacaoindustrial.info/gerenciamento-de-projetos-de-automacao-industrial/>>. Acesso em: 13 jun. 2018.

Análise de viabilidade, gerência de riscos e desenvolvimento de cronograma físico-financeiro de PAI

Convite ao estudo

Para que você seja um excelente gestor de projetos de automação industrial, é necessário que você consiga analisar a viabilidade de um projeto, avaliar os riscos e elaborar o cronograma físico-financeiro de forma que o escopo do projeto seja cumprido.

Até o momento você foi capaz de levantar os aspectos que restringem o bom andamento do projeto de automação da fabricação de um produto alimentício processado de origem animal. Na sequência, você documentou a visão estratégica da empresa e as necessidades associadas a essa visão, justificando o desenvolvimento da solução do problema de automação proposto, e finalizou definindo o objetivo e o escopo do projeto. A partir destas informações, seu cliente conseguiu aprovar o planejamento do negócio atendendo às exigências da Anvisa referente ao controle da dosagem de substâncias para a fabricação do produto e à garantia de uma embalagem segura. Desta forma, o cliente optou pelo seguinte processo de fabricação da carne processada:

- I) A recepção, desossa e limpeza da matéria-prima.
- II) O processo de cura da carne com a injeção de compostos químicos.
- III) O processo de massagem.
- IV) Foi acrescida uma etapa de embalar automaticamente os produtos semiacabados para cozimento.

V) Após o resfriamento, o produto deve ser embalado novamente, para venda ao consumidor, devendo ser resfriado.

O problema atual que seu cliente enfrenta é a respeito de como ele deve proceder para decidir sobre o quanto de automação ele deve inserir em seu projeto. Ele quer avançar na fase de planejamento e concluir o estudo de viabilidade que envolve o detalhamento de questões técnicas, financeiras e de gerenciamento de risco. Para isto você terá que preparar relatórios técnicos de suporte para a solução das seguintes questões:

- Como deve ser o esboço do plano de estudo da viabilidade técnica deste projeto?

Qual é a sistemática para se elaborar o estudo de viabilidade financeira levando-se em conta os direcionadores de negócios identificados, um *budget* previsto de 2000 UM (Unidades Monetárias) e o fato de o cliente não aceitar um período de retorno do investimento superior a 30 meses?

- Uma vez que o processo será automatizado, como você desenvolveria uma matriz de riscos para que não haja comprometimento da qualidade do produto final a ser produzido?

Para responder a estas perguntas, na primeira seção desta unidade você verá como deve ser realizada uma análise de viabilidade técnica de um projeto de automação levando em consideração a metodologia FEL (*Front-End Loading*) e todas as diretrizes para sua viabilidade. Na seção seguinte, você verá como sistematizar a análise de viabilidade financeira de projetos, estimando os custos e as categorias de investimentos que podem estar presentes, e na última seção você será capacitado a desenvolver um plano de gerenciamento de riscos e verá como estimar prazos e ferramentas de acompanhamento para execução do projeto.

Vamos avançar para um novo patamar de competências em gestão de projetos. Bom trabalho!

Seção 2.1

Estudo de viabilidade técnica

Diálogo aberto

Um dos aspectos fundamentais que você deve considerar quando estiver na fase de iniciação de um projeto de automação industrial está associado ao estudo de viabilidade técnica. Se o seu cliente lhe apresentar um determinado problema e você não verificar se existe uma solução que seja possível implementar tecnicamente, então não adianta prosseguir com o projeto. Portanto, é fundamental que você seja capacitado para elaborar um bom estudo de viabilidade técnica que seja capaz de impactar no sucesso do projeto.

O objetivo do cliente agora é concluir o planejamento de seu projeto de automação para fabricação de carne processada. O primeiro passo para que isto aconteça é fazer o estudo de viabilidade técnica do projeto. Isto implica em que você retome o objetivo do projeto: fabricação de alimentos processados de origem animal de alta qualidade a um custo competitivo. Para isto será implementada uma linha de produção automatizada capaz de atender a esses requisitos. O cliente disponibilizou uma informação fundamental que é a descrição sequencial do processo de fabricação da carne processada. Outro problema fundamental que o seu cliente precisa resolver é sobre o atendimento às exigências da Anvisa quanto à necessidade de utilização de dispositivos avançados para controle e sensoriamento da dosagem de substâncias durante a fabricação do produto e garantia de uma embalagem segura para evitar que o produto seja contaminado antes de ser utilizado pelo consumidor final.

Como gestor deste projeto, você deve elaborar um estudo de viabilidade técnica deste projeto, de tal forma que utilize o objetivo do projeto como diretriz para associar os direcionadores corretos. Para tanto, descreva uma sistemática para especificação dos recursos necessários e atendimento às normas vigentes para a fabricação do produto desejado.

Nesta seção, serão abordados, inicialmente, os aspectos que norteiam a viabilidade de um projeto e seu impacto na definição

e no detalhamento deste projeto, fazendo reflexões a respeito do momento em que um projeto pode falhar. Na sequência, você verá em detalhes a metodologia FEL (*Front-End Loading*) e como ela pode mudar sua visão a respeito de estabelecer as diretrizes para o estudo da viabilidade técnica de um projeto de automação industrial.

Bom trabalho!

Não pode faltar

Até o momento você foi instruído sobre uma visão geral a respeito do ciclo de vida para o desenvolvimento de um projeto e viu que existe um modelo tradicional e o modelo sugerido pela ISA (*International Society of Automation* – Sociedade Internacional de Automação) para tratar de projetos de automação industrial. Foi observado, a cada fase do projeto, o que deve ser entregue para que as atividades possam ser realizadas de forma adequada e que resulte no produto desejado para cada uma das referidas etapas.

Outro aspecto importante que foi abordado se refere ao controle do ciclo de vida. Você aprendeu que existem ferramentas de gestão de projetos que se baseiam nas áreas de conhecimento que estão envolvidas com cada uma das fases, e utilizando estes conhecimentos é possível acompanhar e supervisionar o escopo do projeto para que o planejado seja cumprido.

Entretanto, de acordo com Motta et al. (2012), o fato de um projeto atender ao que foi estabelecido em seu escopo, sem extrapolar os custos e dentro do prazo, não garante que houve sucesso. Isto se justifica pela questão de que um projeto pode não atender de fato às expectativas do cliente. Por outro lado, destaca-se a situação em que houve alguma falha no atendimento dos requisitos básicos de escopo, ou então falha de programação ou de estimativa financeira, mas depois que o projeto foi finalizado, percebem-se, ao longo do tempo, resultados que superam as expectativas iniciais. A causa destas distorções está vinculada ao fato de gerentes de projeto poderem dar grande importância para as fases de planejamento e as subsequentes, mas correrem o risco de não atentarem à definição do projeto e seu detalhamento, ou seja, o gerenciamento cuidadoso da fase de iniciação, em que a viabilidade do projeto é avaliada.

Foi baseado neste contexto que a metodologia FEL, ou mais conhecida por metodologia dos portões, foi proposta pela IPA

(*Independent Project Analysis*). É um procedimento proposto para definir em detalhes o que deve ser realizado, antes que se inicie a fase de execução.

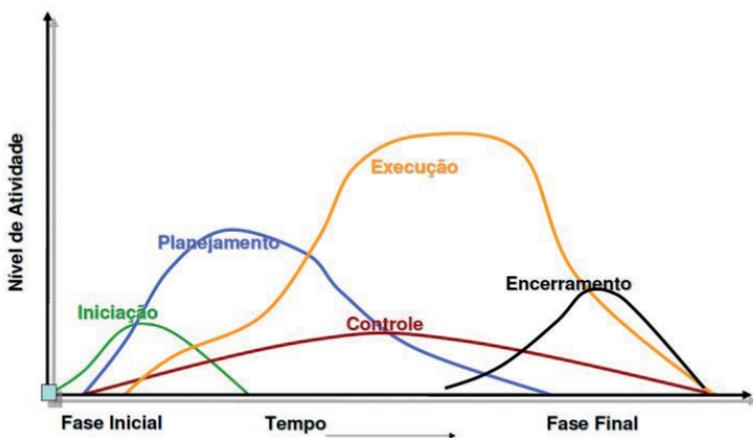
Na sequência vamos verificar como esta metodologia pode auxiliar na definição de forma criteriosa da viabilidade técnica de um projeto de automação industrial, mas antes será destacado um aspecto importante associado à possibilidade de um projeto ser descontinuado.

Quando um projeto pode fracassar?

De acordo com o modelo de ciclo de vida da ISA, a fase de Estudo de Viabilidade corresponde à fase de iniciação do modelo tradicional. Por sua vez, o ponto de partida para o estudo de viabilidade de um projeto deve ser a viabilidade técnica. Somente depois que for avaliada a viabilidade técnica é que se deve dar prosseguimento para a análise financeira.

Perceba então que há muitas situações em que um projeto pode ser descontinuado e, quanto mais ele evolui em seu ciclo de vida, maiores serão os recursos investidos e, portanto, maiores serão os prejuízos acumulados. A Figura 2.1 ilustra como as fases de um projeto devem ser executadas sequencialmente e o nível de atividade que deve ser aplicado para a realização de cada fase.

Figura 2.1 | Nível de atividade requerida em cada fase do ciclo de vida de um projeto



Fonte: Cavalcanti (2016, p. 4).

Desta forma, se houver a necessidade de abortar um projeto, é melhor que a possibilidade de ele fracassar seja identificada no início. É por este motivo que a viabilidade de um projeto deve ser estudada em sua fase de iniciação.

Foi visto na Seção 1.2 como o modelo sugerido pela ISA para o ciclo de vida de um projeto é adequado quando se considera o contexto de desenvolvimento de soluções de automação. Por sua vez, a metodologia FEL é mais ampla, podendo ser aplicada a uma vasta gama de projetos.

De acordo com Barbosa et al. (2013), o uso da metodologia FEL permite otimizar o ciclo de desenvolvimento de um projeto em suas fases que antecedem a fase de realização. Portanto, trata-se de uma ferramenta estratégica que pode tratar a respeito da possibilidade de fracasso de um projeto. O alvo é disponibilizar um meio sistemático de se criar modelos que simulam a realidade daquilo que será obtido ao final do projeto de tal forma que três alvos principais sejam atingidos: (i) deve-se atender às necessidades relacionadas à solução do problema de automação, considerando também as exigências legais que possam existir e as oportunidades que fazem parte do cenário; (ii) analisar as alternativas técnicas existentes; e (iii) deve ser contemplado o detalhamento da solução que for escolhida para que se tenha o planejamento ótimo que deve ser utilizado para **nortear** a fase de realização ou execução do projeto propriamente dito.

Para contemplar estes objetivos, a metodologia FEL está organizada em três etapas denominadas FEL 1, 2 e 3, conforme ilustrado na Figura 2.2.

Figura 2.2 | Ciclo de vida de um projeto considerando as etapas da metodologia FEL



Fonte: Ramos (2015, p. 55).

FEL 1 corresponde à etapa em que será avaliada a questão de quanto é proveitoso investir em um determinado projeto, dependendo de quanto for aderente ao plano de negócios da empresa, e devem ser listadas alternativas para serem analisadas

na próxima etapa. Desta forma, estão previstas as seguintes ações (BARBOSA et al., 2013; RAMOS, 2015):

- Descrição dos objetivos do projeto, considerando como referencial o negócio da empresa.
- Definição do escopo inicial com estimação de valores associados ao total de investimento (custos devem ter uma faixa de tolerância entre -25% e +40%).
- Análise da consonância do projeto com a realidade de mercado.

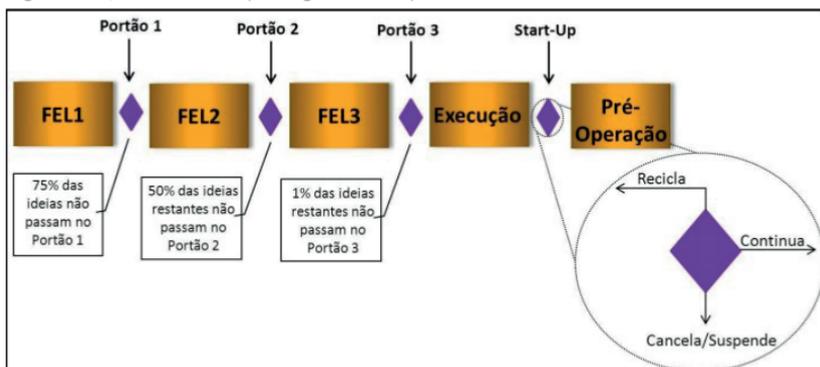
Na etapa FEL 2 inicia-se a definição do projeto e se forma a equipe para conduzir as atividades. O foco está em analisar as alternativas formuladas na etapa anterior e realizar uma avaliação econômico-financeira das opções listadas anteriormente para que seja encaminhada a melhor solução para o próximo portão. Nesta etapa é necessário realizar um estudo das instalações, licenças ambientais e demais requisitos associados ao estudo da viabilidade técnica do projeto, conforme será discutido em detalhes mais à frente.

A etapa FEL 3 está voltada para aprovação do projeto e apresentação de um plano para a fase de realização. A precisão das estimativas é melhorada com uma tolerância na faixa entre -10% e +10%. Os principais resultados desta etapa são escopo detalhado, as requisições de compras e equipamentos, análises de riscos e de cronograma concluídas. Inclui-se ainda a análise de requisitos de segurança, saúde dos trabalhadores e ambiental.

A cada etapa da metodologia FEL o projeto é testado, podendo ser aprovado ou não. Em caso afirmativo, evoluirá para a próxima etapa, caso contrário terá que retornar para refinamento ou então será definitivamente cancelado. A Figura 2.3 ilustra como é a dinâmica desta transição de etapas e quantifica a taxa de reprovação em cada portão.

A partir do entendimento desta lógica, observam-se vários pontos positivos presentes nesta metodologia. Inicialmente, evita o desperdício de recursos em projetos que não agregam valor para o negócio da empresa. Sistemáticamente, os projetos serão viáveis somente se estiverem em concordância com o plano de negócios da organização. Como consequência há uma redução nas mudanças que podem ocorrer na fase de execução do projeto.

Figura 2.3 | Processo de passagem entre portões



Fonte: Barbosa et al. (2013, p. 9).



Refleta

Um dos grandes desafios em gestão de projetos de automação está em realizar o estudo de viabilidade do projeto.

Imagine que um gestor de projetos teve um primeiro contato com a metodologia FEL e ele afirma para você que não se identificou com esta técnica, porque ela estabelece uma lógica de testes eliminatórios que não admite revisão dos conceitos durante a fase de iniciação.

Diante deste posicionamento, qual é a sua reação?

Você concordaria com a visão dele a respeito do processo de passagem entre portões?

A principal vantagem da utilização da metodologia FEL é que por ela pode-se visualizar plenamente os resultados que serão obtidos antes da fase de realização (BARBOSA et al., 2013). Os benefícios obtidos são vários, destacando-se a questão de potencializar as ações de controle da execução do projeto, uma vez que riscos já foram previstos e os cronogramas de execução planejados tiveram a oportunidade de serem sucessivamente refinados ao passar pelos portões.

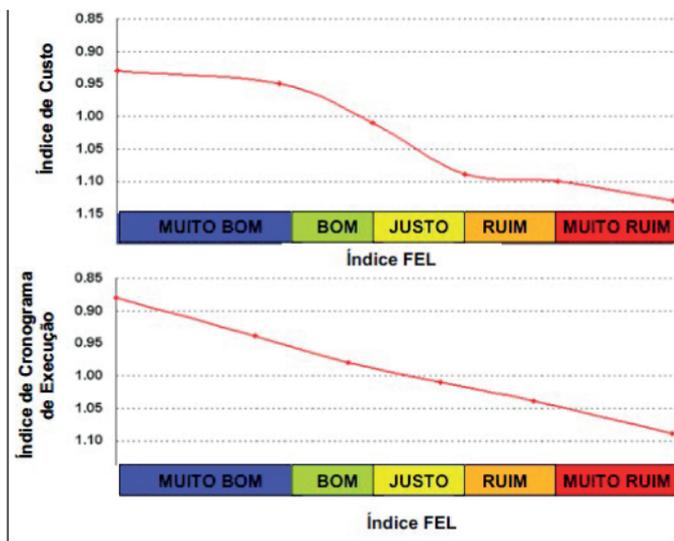


Refleta

A Figura 2.4 ilustra uma pesquisa realizada pelo IPA a respeito do impacto causado sobre o índice de custo de um projeto à medida que o índice

de cronograma de execução varia. Se os prazos vão sendo extrapolados, há um reflexo direto no custo do projeto que se torna crescente.

Figura 2.4 | Pesquisa IPA sobre a performance da metodologia FEL



Fonte: Barbosa et al. (2013, p. 13).

Baseado em Moraes e Castrucci (2010), Carvalho (2010) e Barbosa et al. (2013), é possível vincular diretrizes básicas que devem ser contempladas para avaliar a viabilidade técnica de um projeto de automação industrial. Neste sentido, podem ser consideradas as diretrizes que abrangem as seguintes questões:

- Contemplar os objetivos do cliente, considerando direcionadores de negócios voltados para a automação.
- Contemplar as normas vigentes relacionadas à automação dos processos.
- Contemplar critérios para a avaliação cuidadosa da infraestrutura disponível na planta a ser automatizada.
- Considerar critérios para o dimensionamento de recursos de hardware e de software para implantação da automação.
- Contemplar estratégias para recrutamento de recursos humanos capacitados e aderentes à realidade da organização.

Neste contexto, vamos descrever em detalhes as seis diretrizes para elaboração do estudo de viabilidade técnica de um projeto de automação:

1) Critérios para identificar os objetivos do cliente

Consiste em levantar o objetivo do projeto de automação que será considerado. É importante envolver os direcionadores de negócios que comumente fazem parte de projetos de automação industrial.



Assimile

Direcionadores de negócios em automação

De acordo com Carvalho (2010), existem direcionadores que costumam estar presentes em projetos de automação, ou seja, são direcionadores de negócios que podem estar vinculados com os alvos e as metas da empresa. Neste contexto podemos ter como foco:

- Atender a um determinado volume de produção.
- Atingir um determinado índice de produtividade por período de tempo.
- Diminuir o custo operacional da planta e controlar o consumo energético específico associado à fabricação de um determinado volume de produto.
- Melhorar o tempo de disponibilidade da planta para a fabricação de seus produtos.
- Melhorar a qualidade dos produtos que estão sendo fabricados, considerando as diversas etapas de fabricação existentes na planta.
- Medir o impacto causado no meio ambiente em virtude da operação da planta para a fabricação de seus produtos e a medida da ocorrência de eventos que afetam a segurança e a saúde dos operadores humanos que interagem com os processos produtivos que ocorrem na planta.

Concluindo: o problema de automação deve estar claro e, ao mesmo tempo, deve ser declarado formalmente qual é o direcionador, que está sendo contemplado para a sua solução.

2) CrITÉRIOS para atendimento às normas vigentes

De acordo com a natureza do projeto, é necessário fazer um levantamento das normas técnicas que regulam os processos vinculados ao projeto, para que os produtos gerados sejam aprovados por auditoria e fiscalização externas.

3) CrITÉRIOS para dimensionar os recursos associados à infraestrutura necessária

Para que a planta possa executar os processos utilizando automação é necessário fazer visitas de campo para verificar a disponibilidade e adequação das instalações físicas existentes, considerando minimamente as partes elétrica, hidráulica e pneumática.

4) CrITÉRIOS para dimensionar os recursos de hardware

Os processos automatizados dependem de equipamentos que podem necessitar de redimensionamento para a solução do problema proposto, além de novos dispositivos para atuação e sensoriamento, de sistemas de controle que sejam adequados à complexidade operacional que se deseja para a planta, considerando-se também as interfaces de comunicação com operadores e as redes de comunicação necessárias para integração.

5) CrITÉRIOS para dimensionar os elementos de software

Para que a planta funcione com o nível de automação desejado, é necessário dimensionar os sistemas de software que precisam ser desenvolvidos para programação dos sistemas de controle presentes. Para isso, as funções de controle devem ser definidas para que sejam programadas nos respectivos controladores, conforme os processos de fabricação e sistemas de controle e supervisão dos recursos envolvidos.

6) CrITÉRIOS para dimensionar os recursos humanos

Deve-se ter em mente quais são os diferentes perfis de profissionais para atuarem nas diversas fases do ciclo de vida do projeto. Por exemplo, são necessários profissionais competentes para atuarem nas fases de identificação das oportunidades, engenharia e operacional. Além disso, de acordo com Moraes e Castrucci (2010), é fundamental realizar um estudo sobre o impacto causado na vida social

dos funcionários que atuam na empresa para que não haja o fomento de um sentimento de ameaça aos seus empregados em virtude do projeto de automação que está sendo planejado.

Seguindo estas diretrizes, você será capaz de realizar a viabilidade técnica de um projeto de automação. Para complementar a viabilidade técnica, deve ser realizada a viabilidade econômico-financeira do projeto que será estudado em breve.



Pesquise mais

Para a aplicação da metodologia FEL existem alguns fatores que são críticos para que os resultados esperados possam ser alcançados. É importante que você saiba quais seriam estes fatores para que você possa ter maior discernimento dos principais aspectos que devem despertar a sua atenção e pratique a gestão de projetos de automação industrial com sucesso. Pesquise em:

BARBOSA, P. T. et al. Metodologia FEL: sua importância na avaliação de riscos e redução de impactos em escopo, tempo e custo de projetos complexos de engenharia. In: XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 33., 2013, Salvador. **Anais...** Salvador: Enegep, 2013. p.1-17.

Leia a seção que fala de fatores de sucesso, nas páginas 10 e 11.

Sem medo de errar

Na fase atual do projeto de automação para fabricação de carne processada, está sendo realizado o estudo de viabilidade, e o ponto de partida é fazer o estudo de viabilidade técnica do projeto. É fundamental que você retome o objetivo do projeto: fabricação de alimentos processados de origem animal de alta qualidade a um custo competitivo. Para isto será implementada uma linha de produção automatizada capaz de atender a esses requisitos. Além disso o cliente detalhou o processo de fabricação para que os recursos de automação possam ser implantados de forma adequada. Considerando estas especificações, tem-se a seguinte sequência de procedimentos: (i) a recepção, desossa e limpeza da matéria-prima; (ii) o processo de cura da carne com a injeção de compostos

químicos; (iii) o processo de massagem; (iv) foi acrescentada uma etapa de embalar automaticamente os produtos semiacabados para cozimento; (v) após o resfriamento, o produto deve ser embalado novamente, para venda ao consumidor, devendo ser resfriado. Associado a isto, seu cliente precisa resolver o problema de atender às exigências da Anvisa quanto à necessidade de utilização de dispositivos avançados para controle e sensoriamento da dosagem de substâncias durante a fabricação do produto e garantia de uma embalagem segura, a fim de evitar que o produto seja contaminado antes de ser utilizado pelo consumidor final.

Desta forma, foi solicitado um relatório técnico sobre o estudo de viabilidade técnica deste projeto, de tal forma que se baseie no objetivo do projeto para definir os direcionadores corretos e descreva uma sistemática para especificação dos recursos necessários e atendimento às normas vigentes para a fabricação do produto desejado.

Esboço do relatório

Para que o estudo de viabilidade técnica seja realizado com êxito, devem ser verificados:

1) Objetivos do cliente

Uma vez que o problema é automatizar uma nova linha de produção, e que o cliente enfatiza que precisa manter elevada qualidade do produto e custo competitivo, os direcionadores que precisam ser considerados são: (A) garantia da qualidade dos produtos que estão sendo fabricados considerando as diversas etapas de fabricação existentes na planta; (B) diminuição do custo operacional da planta.

2) Atendimento às normas vigentes

Contemplar as normas vigentes relacionadas à automação dos processos, principalmente junto à Anvisa. Desta forma, para garantir confiabilidade quanto ao cumprimento das normas, é necessário: (A) automação do processo de dosagem de substâncias químicas que ocorre na etapa (ii) de cura da carne. Portanto, deve-se optar por injetores automáticos; (B) automação do processo de embalagem do produto final que ocorre na etapa (v) para garantir a conservação do produto até que seja utilizado pelo consumidor final.

3) Recursos associados à infraestrutura necessária

De acordo com a especificação do processo de fabricação que foi disponibilizado pelo cliente, é necessário obter cinco estações de trabalho, sendo uma para cada etapa do processo. Será necessário realizar visitas técnicas para levantamento das condições das instalações elétricas, hidráulicas e pneumáticas e cabeamento para instalação das redes de comunicação necessárias para integração dos dispositivos e sistemas de controle.

4) Os recursos de hardware e software

Considerando as cinco estações de trabalho, têm-se: etapa (i) – a recepção, desossa e limpeza da matéria-prima pode ser manual ou automática. Se for automática existe maquinário apropriado para isso, que realiza evisceração, desossa e corte; etapa (ii) – o processo de cura da carne poderá ser realizado de forma automática por meio de injetoras apropriadas para garantir qualidade; etapa (iii) – o processo de massagem poderá ser realizado de forma manual ou automática. Se for automática, existe maquinário apropriado para isso, que realiza massagem, tombamento e maturação; etapa (iv) – foi acrescida uma etapa de embalar automaticamente os produtos semiacabados para cozimento. Se for automática, existe maquinário apropriado para isso, que embala e enforma para o cozimento; etapa (v) – após o resfriamento, o produto deve ser embalado novamente, para venda ao consumidor, existindo maquinário adequado para embalar, etiquetar e paletizar de forma automática. É necessário ser automático para manter o padrão de qualidade.

Para as etapas (i), (iii) e (iv), o investimento em automação depende da relação custo-benefício, em termos de ganho em produtividade. As estações de trabalho vão necessitar de CLPs (Controladores Lógicos Programáveis) para serem controladas, e estes controladores devem ser conectados em rede para que possam ser gerenciados por um sistema de controle supervisão.

5) Os recursos humanos

Uma vez que já é conhecido o ciclo de vida do projeto, para cada fase deve ser estipulado um perfil de equipe de colaboradores para atuarem no projeto: engenharia conceitual para desenvolvimento das especificações iniciais, depois

engenharia básica para o projeto detalhado e depois equipe técnica operacional para *start-up* da planta e manutenção.

Com esta descrição tem-se o esboço do estudo de viabilidade técnica que detalha os recursos de automação viáveis que podem estar associados a cada etapa do processo. A partir destas definições existem diferentes configurações de processos de automação que podem ser implementados e caberá uma análise de viabilidade financeira para decidir a respeito da melhor alternativa.

Avançando na prática

Revisão dos processos para aumentar competitividade

Descrição da situação-problema

Uma empresa está passando por uma revisão de seus processos de fabricação para ser mais competitiva, porque o custo de seu produto está elevado com relação aos seus concorrentes. Em visita à sua planta industrial, você verificou que utilizam CLPs para o controle das linhas de produção e que há diversas áreas que são utilizadas para estoque intermediário dos itens semiacabados que estão sendo processados. Quando você questionou o cliente sobre isso, ele lhe respondeu que os estoques existiam para não comprometer a produção e não deixar de cumprir prazos de entrega. Diante deste cenário, seu cliente confessa que, apesar de seus produtos serem de ótima qualidade e atender às necessidades técnicas do mercado, o custo para aquisição de seu produto é mais elevado e está cada vez mais difícil atrair interessados.

Explique como você iria proceder para atender aos objetivos de seu cliente.

Resolução da situação-problema

Considerando a situação presente, para contemplar os objetivos do cliente devem ser considerados os direcionadores do negócio da empresa. Portanto o foco está em diminuir o custo operacional da planta.

Por que está sendo considerado este direcionador?

Em virtude da existência de muitos estoques intermediários. Este cenário precisa ser investigado, pelos seguintes motivos:

- Material semiacabado armazenado tem um custo de depreciação associado por estar parado e ocupando um espaço físico que poderia ser utilizado como arranjo físico de novas máquinas e equipamentos.
- A possibilidade de existência de um desbalanceamento entre os centros de custo que acabam produzindo seus itens em excesso para não causarem paradas na linha de produção global da fábrica. O balanceamento precisa ser revisto, o que pode acarretar um maior índice de produtividade, que seria outro direcionador que poderia ser contemplado.

Portanto, os aspectos levantados podem melhorar a produtividade e causar um melhor uso dos espaços físicos, resultando em diminuição do custo do produto final.

Faça valer a pena

1. Em termos de diretrizes básicas que devem ser contempladas para avaliar a viabilidade técnica de um projeto de automação industrial, você diria que faz parte deste contexto:

- I) Contemplar as normas vigentes relacionadas à automação dos processos.
- II) Considerar critérios para o dimensionamento de recursos de hardware sem a necessidade de incluir requisitos de software.
- III) Contemplar estratégias para recrutamento de recursos humanos capacitados.

Marque a alternativa correta. É (são) verdadeira(s):

- a) Somente a afirmação I.
- b) Somente a afirmação II.
- c) Somente a afirmação III.
- d) Somente as afirmações I e III.
- e) Somente as afirmações II e III.

2.



[...] cerca de 30% dos problemas que ocorrem nos projetos são decorrentes de um projeto mal desenvolvido, tanto

no sentido de planejamento quanto na concepção de instalações e equipamentos, sobretudo na sua fase de concepção, onde seus reflexos irão aparecer durante a execução do empreendimento. (BARBOSA et al., 2013, [s.p.]

Se você é gestor de projetos em uma empresa que faz parte dos 30% citados no texto e decide aplicar a metodologia FEL para mudar o cenário de projetos mal desenvolvidos, então você afirmaria que:

- I) Passará pelo portão 1 para obter um detalhamento da solução adotada.
- II) Na etapa FEL 2 você vai utilizar ferramentas para selecionar a melhor das alternativas presentes.
- III) Na etapa FEL 3 você vai gerar o termo de aceitação do projeto.

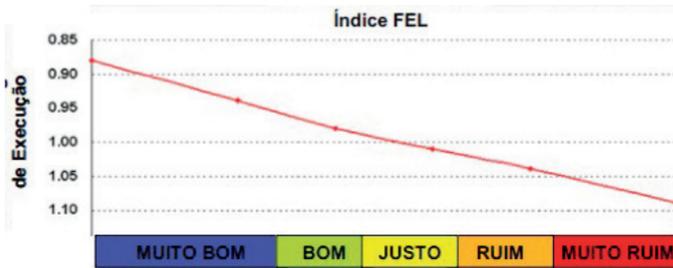
Assinale a alternativa que associa V (de verdadeiro) ou F (de falso) corretamente a respeito da aplicação da metodologia FEL.

- a) V-V-V.
- b) F-V-F.
- c) V-F-V.
- d) V-V-F.
- e) F-V-V.

3. Hoje você lidera uma equipe que consegue atender os prazos e custos para cumprir o escopo na entrega de projetos a seus clientes. Entretanto, você observa que os resultados em médio prazo não são os esperados por esses clientes. Para convencer a sua equipe a respeito do uso da metodologia FEL para obter melhores resultados no desenvolvimento de projetos de automação, você apresentou um gráfico baseado na pesquisa realizada pelo IPA, de acordo com a Figura 2.4 a seguir:

Figura 2.4 | Pesquisa IPA sobre a performance da metodologia FEL





Fonte: Barbosa et al. (2013, p. 13).

Um de seus engenheiros observa os gráficos e afirma:

- Nós já cumprimos o escopo dos nossos projetos, dentro dos prazos e custo estipulados, portanto esta metodologia não vai agregar nada.

Qual é a alternativa que apresenta a avaliação correta que você deve fazer diante desta visão de sua equipe?

- Os gráficos revelam aquilo que a equipe manifestou.
- Estes gráficos não possuem a informação que incentiva o uso da metodologia.
- Os gráficos estão corretos, mas não são eficazes para mostrar o potencial da metodologia.
- O problema de insatisfação dos clientes não está relacionado com a qualidade do trabalho da equipe.
- Deve-se recomendar para a equipe uma reflexão a respeito de como o estudo de viabilidade dos processos considera o negócio da empresa.

Seção 2.2

Ciclo de vida de um projeto

Diálogo aberto

Para que uma empresa seja competitiva no mercado, é necessário desenvolver projetos em que as tecnologias para aprimoramento da qualidade e da produção estejam presentes. Entretanto, estar em concordância com o plano de negócios da organização é uma condição essencial de competitividade. Não basta que um projeto seja tecnicamente excelente; é necessário que ele seja viável dentro do contexto de negócio da empresa.

Dando continuidade ao nosso trabalho, você é o responsável técnico que está envolvido em um projeto cujo cliente necessita automatizar o processo de fabricação de carne processada. Na primeira etapa você desenvolveu o estudo da viabilidade técnica. O segundo passo é realizar o estudo de viabilidade financeira do projeto.

Lembre-se de que o objetivo do projeto é a fabricação de alimentos processados de origem animal de alta qualidade a um custo competitivo. Para isto, pretende-se implementar uma linha de produção automatizada capaz de atender a esses requisitos. Um fato novo que você tem é o resultado do estudo de viabilidade técnica que já configurou os procedimentos de fabricação da carne processada da seguinte forma: (i) a recepção, a desossa e a limpeza da matéria-prima podem ser feitas manualmente ou de forma automática; (ii) o processo de cura da carne poderá ser realizado de forma automática por meio de injetoras apropriadas; (iii) o processo de massagem poderá ser realizado de forma automática ou manual; (iv) foi acrescentada uma etapa de embalar, de forma automática ou manual, os produtos semiacabados para cozimento; (v) após o resfriamento, o produto deve ser embalado novamente, de forma automática, para venda ao consumidor, devendo ser resfriado.

Seu superior delegou a você a tarefa de dar suporte para que seu cliente faça um estudo criterioso da viabilidade financeira do projeto e solicitou um relatório técnico que direcione este estudo, considerando os seguintes fatores restritivos: o orçamento inicial é

de 2 mil UM (Unidades Monetárias) e o tempo de retorno máximo de investimento é de 30 meses.

Como você pode orientá-lo para que essas atividades sejam realizadas com sucesso?

Para isto, você verá nesta seção como sistematizar o uso de direcionadores de negócios para se obter uma descrição das categorias de investimento necessárias. Feito isto, você verá como fazer uma análise financeira quantitativa da viabilidade de um projeto, considerando a aplicação de técnicas amplamente utilizadas para esta finalidade. Este estudo será complementado com os esclarecimentos sobre como calcular custos diretos e indiretos envolvidos nos processos produtivos que fazem parte do escopo do projeto.

Bom trabalho em mais esta etapa!

Não pode faltar

Determinação dos custos do projeto: direcionadores de negócios

Já foram apresentados os direcionadores de negócios que podem estar presentes em soluções de automação. De acordo com Carvalho (2010), e considerando as questões de gestão de projetos de automação em Moraes e Castrucci (2010), é importante formular uma lógica que defina um procedimento para que você possa, como gestor de projetos de automação, observar de forma sistemática os direcionadores e investimentos necessários para que o plano de negócios da empresa seja contemplado. Neste contexto, é proposto o seguinte procedimento:

- 1) Selecionar os direcionadores que estão diretamente ligados ao plano de negócios da empresa, com base nos direcionadores selecionados durante a viabilidade técnica, e verificar as possibilidades de interação entre indicadores, considerando o viés de impacto nos resultados financeiros.
- 2) Considerar as atividades técnicas que foram estudadas durante a viabilidade técnica do projeto e as soluções de automação vinculadas a estas atividades e que afetam os direcionadores. Se houver mais de uma alternativa técnica, optar pela que for mais viável financeiramente.
- 3) Organizar as categorias de investimentos envolvidas para viabilizar o cálculo sistemático dos custos.

Neste contexto, está prevista a interação entre direcionadores. Esta análise é positiva porque pode justificar os resultados da viabilidade técnica que foi executada anteriormente, mostrando como uma solução técnica pode resultar em vários benefícios financeiros envolvendo outros direcionadores. Para que seja possível analisar esta interação, será importante aprofundar o seu conhecimento sobre este assunto e analisar em detalhes os diferentes direcionadores (CARVALHO, 2010):

- Volume de produção: a partir do levantamento da demanda de um determinado produto, deve-se estabelecer um volume de produção necessário. Este parâmetro refere-se à quantidade de itens que devem ser produzidos em um horizonte de tempo que tem como referencial o mercado, e não a linha de produção da planta industrial.
- Produtividade: o índice de produtividade está relacionado com a capacidade de produção da planta, ou seja, agora sim temos a linha de produção como referencial. Neste sentido, deve ser analisado se a produtividade vigente é capaz de atender ao volume de produção desejado. Para melhorar o índice, deve-se rever o grau de automação presente nos processos produtivos em questão.
- Disponibilidade: mede a taxa percentual de tempo relativa em que a planta operou normalmente sem que ocorressem falhas ou manutenção. Quanto menor o número de paradas na planta, maior será esta taxa.
- Custo operacional: corresponde à somatória dos seguintes custos associados: insumos e matérias primas; mão de obra, manutenção e serviços; energia elétrica e demais fontes de energia; e descartes e perdas por causa de parada na produção.
- Qualidade: os produtos fabricados passam por uma série de processos de transformação até chegarem ao estado de produto final. A cada etapa de transformação é necessário verificar se os padrões de qualidade estão em conformidade com as exigências impostas pelo mercado consumidor. Caso contrário, os produtos não aceitos representam um custo que não gera receita!
- Segurança e saúde: considera o risco que as atividades profissionais podem causar à saúde do ser humano envolvido

no processo, tanto por causa da sua forma de trabalhar quanto pela questão de ocorrência de acidentes.

- Consumo energético específico: é a razão entre a quantidade de energia utilizada (diferentes fontes envolvidas) e o volume produzido, obtendo-se uma taxa de energia consumida por unidade de volume de produto gerado.
- Meio ambiente: mede o impacto que a fabricação de uma empresa causa no meio ambiente, envolvendo o conceito de uso racional das fontes de energia e da matéria-prima, principalmente. Considera-se também a geração de poluentes decorrente da execução dos processos de fabricação.

Portanto, conhecendo em maiores detalhes os direcionadores, você será capaz de relacionar um subconjunto deles que melhor atenda às necessidades do plano de negócios de cada organização e terá maior flexibilidade de análise financeira da proposta técnica.



Exemplificando

Aplicando direcionadores para fabricação de medicamentos

Considere uma situação em que um novo laboratório deseja entrar no mercado de fabricação de produtos farmacêuticos. Após fazer uma análise estratégica de seu plano de negócios, o corpo diretivo responsável pela criação do novo laboratório decide que o foco de produção será a linha de medicamentos genéricos de alta demanda. Para dar prosseguimento ao projeto, é necessário definir quais são os direcionadores que devem ser aplicados para nortear as decisões que devem ser tomadas a fim de decidir qual é a melhor solução tecnológica que se ajusta ao plano de negócios estratégico que foi definido.

Em primeiro lugar considera-se a qualidade. O laboratório precisa se adequar às normas da Anvisa para a produção dos medicamentos. Este é um aspecto primordial e mandatório. Em segundo lugar deve atentar ao volume de produção demandado para os medicamentos que pretende fabricar. Com isto terá uma noção do investimento que precisa ser feito para atender ao mercado e não perder a confiabilidade de ser um fornecedor que cumpre prazos de entrega. Por fim, tem a questão do indicador associado ao custo operacional. Este mercado é extremamente competitivo e precisa minimizar os custos de forma intensa. Automaticamente, o direcionador produtividade deve estar presente para atender a um determinado volume

de produção e para garantir um bom uso dos recursos que impactará em minimização do custo operacional.

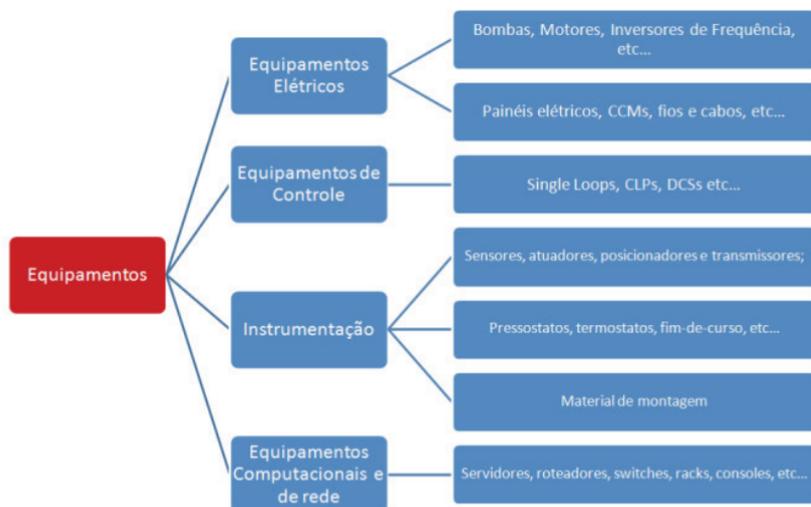
Portanto, para a fabricação dos produtos farmacêuticos conforme planejado, possíveis indicadores seriam: (i) qualidade; (ii) volume de produção; e (iii) custo operacional.

Na sequência vamos analisar a questão das categorias de investimentos para contemplar de forma adequada a análise de custo de um projeto de automação industrial.

Categorias de investimentos

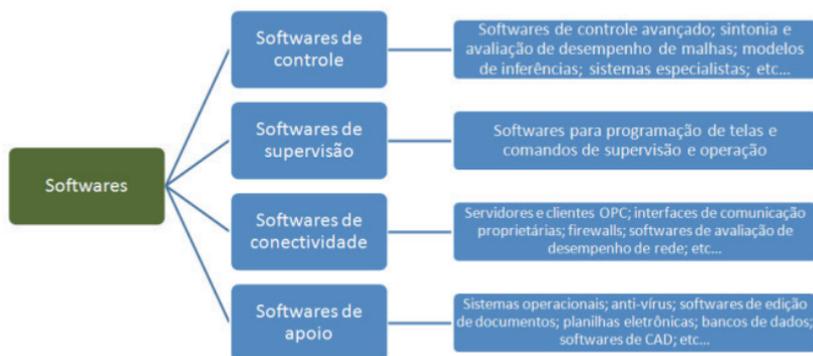
De acordo com Carvalho (2010) e Moraes e Castrucci (2010), em um projeto de automação industrial é importante que o gestor entenda como é composto o custo associado ao desenvolvimento destes projetos. Em termos conceituais, estes custos abrangem três segmentos de recursos que podem ser organizados em um contexto de equipamentos (ver Figura 2.5), outro de softwares (ver Figura 2.6) e outro de serviços (ver Figura 2.7).

Figura 2.5 | Composição do investimento focado em equipamentos



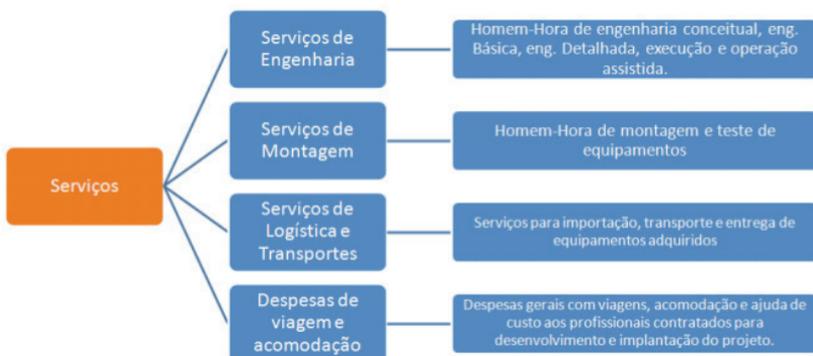
Fonte: Carvalho (2010, p. 35).

Figura 2.6 | Composição do investimento focado em softwares



Fonte: Carvalho (2010, p. 36).

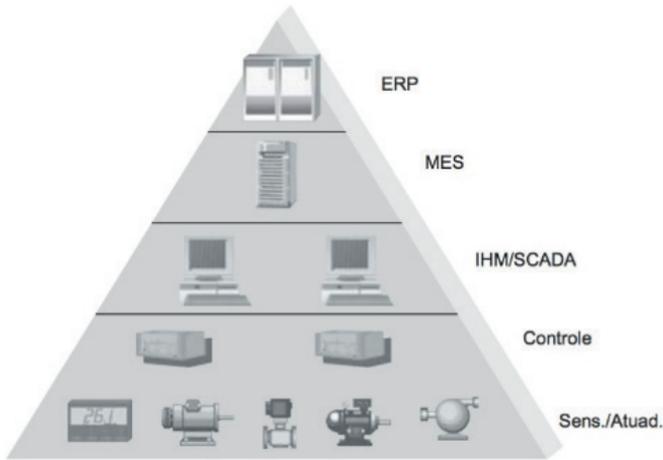
Figura 2.7 | Composição do investimento focado em serviços



Fonte: Carvalho (2010, p. 35).

Por meio do modelo de integração previsto na pirâmide da automação, estes recursos são integrados na organização da seguinte forma: o sistema ERP (*Enterprise Resource Planning* – Sistema Integrado de Gestão) de planejamento da produção comunica-se com a camada MES (*Manufacturing Execution Systems* – Sistemas de Controle da Produção) de execução da produção, que se comunica com os sistemas SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition* – Controle Supervisório e Aquisição de Dados) por meio de IHM (Interface Homem-Máquina), para aturem nos sistemas de controle locais (Figura 2.8).

Figura 2.8 | Pirâmide da automação integrando as classes de recursos



Fonte: Santos (2014, p. 29).

Estas informações corretamente organizadas são fundamentais para estimativa dos custos inerentes ao projeto, a fim de que seja possível analisar sua viabilidade e sintonia com o planejamento estratégico da empresa.



Assimile

Vamos discutir alguns detalhes importantes associados às três classes de investimentos presentes em um projeto de automação industrial. Primeiramente, os custos associados aos equipamentos envolvem as partes de acionamentos elétricos (que podem estar acoplados a pneumáticos e hidráulicos), dispositivos de controle, instrumentação e sistemas de comunicação. Uma vez que estes equipamentos sempre possuem alguma interface de programação, então é fundamental prever os custos associados aos recursos de software para programação dos sistemas supervisórios e de controle, além dos softwares necessários para garantir a comunicação e os softwares de apoio presentes nas organizações para a gestão de todo o negócio da empresa, conforme previstos na pirâmide da automação. Além disso, temos os custos associados à realização dos serviços que precisam ser executados envolvendo o HH (homens por hora) de engenheiros e de técnicos para serviços de instalação e montagem. Complementar-se este contexto de prestação de serviços com logística e transporte

e programação de despesas como viagem, alimentação e hospedagem dos profissionais que atuarem nos projetos.

Análise financeira

Existem diversas técnicas que podem ser utilizadas para analisar a viabilidade financeira de um projeto (CARVALHO, 2010). Para que você tenha uma visão fundamental sobre este estudo, serão apresentadas três técnicas que são bem conhecidas:

- a) Valor presente (**VP**): a partir de um valor projetado (**VF**) para o futuro, calcula-se o valor correspondente no presente **VP**, de acordo com a equação $VP = \frac{VF}{(1+i)^n}$, em que:
 - **i** é a taxa de desconto.
 - **n** é o número de períodos de tempo.
- b) Valor presente líquido (**VPL**): é obtido descontando-se o investimento inicial que é feito no presente do **VP** calculado. Portanto, se um **VPL** for positivo, então o projeto é economicamente viável.
- c) Período de retorno de investimento (**PPb**): permite o cálculo do tempo necessário para se obter o retorno do investimento que foi realizado. Para o cálculo, têm-se $PPb = \frac{CI}{Rpp}$, em que:
 - **CI** é o custo total do investimento envolvendo a soma dos custos diretos e indiretos.
 - **Rpp** é a receita esperada por período.

O valor deste índice deve ser comparado com o plano de negócios da empresa para saber se atende ou não às expectativas dela.

Portanto, para se analisar a viabilidade de um projeto, é essencial realizar uma análise quantitativa de dois parâmetros:

- **Primeiro parâmetro**: cálculo do valor presente líquido do resultado que se espera obter no futuro, após a implantação do projeto para se verificar se o retorno é maior que o investimento.
- **Segundo parâmetro**: cálculo do período de retorno de investimento (*payback*), para saber se está de acordo com o plano de negócios da empresa.

Estes dois parâmetros são essenciais para sinalizar a respeito da viabilidade de um determinado projeto de automação industrial.



Uma empresa deseja realizar um projeto de automação para atender a uma necessidade de aumento de 50% de demanda em seus produtos, e, para isto, seu corpo diretivo estabeleceu como direcionador básico produtividade. Um gestor de tecnologias para automação propôs uma solução que implicava em um investimento que exigia um período de retorno de quatro anos. Para esta estimativa, ele considerou a média de receita obtida pela produção da empresa em um determinado período do passado.

Prontamente, a empresa abortou o projeto justificando que este período era da ordem de grandeza do ciclo de vida útil do produto que estaria sendo fabricado. Diante desta situação, a empresa solicitou a você um parecer sobre esta proposta.

Existe algum ponto equivocado que merece uma revisão?

Qual é o seu parecer a respeito da forma como foi estimada a receita por período?

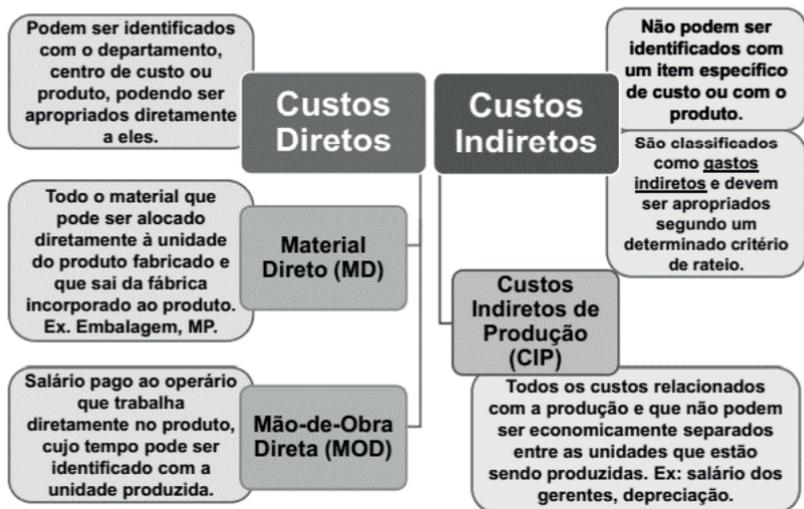
Estimativo dos custos diretos e indiretos

Para o cálculo do período de retorno de investimento (*payback*) que foi comentado anteriormente, é necessário somar os custos diretos e os custos indiretos para se obter o custo total **CI** utilizado na análise financeira. De acordo com Alves e Fiorio (2014), tem-se que:

- Os custos diretos são aqueles que envolvem tudo o que está ligado diretamente ao produto, não sendo necessário fazer rateio.
- O custo indireto está associado a algo que não está vinculado diretamente ao produto, como os gastos com seguros, segurança, impostos, etc. Neste caso, estes custos devem ser rateados.

Exemplos de custo direto e indireto estão ilustrados na Figura 2.9.

Figura 2.9 | Exemplos de custos direto e indireto em uma fábrica



Fonte: Alves e Fiorio (2014, p. 3).

Para o rateio podem ser utilizados diferentes critérios (ALVES; FIORIO, 2014). Veja três exemplos importantes de critérios para se efetuar o rateio de custos indiretos:

- A quantidade de unidades produzidas em cada setor.
- HH utilizados para a produção dos itens em cada setor.
- Valor agregado aos itens que são processados em cada setor.

Desta forma, você conclui esta seção complementando o estudo de viabilidade de um projeto de automação industrial, considerando a questão de viabilidade financeira atrelada à viabilidade técnica. O próximo passo será fazer uma análise de risco do projeto.



Pesquise mais

O gestor digital

A questão da evolução tecnológica altera os processos produtivos constantemente e as formas de gestão. Com isso, as empresas passam a ter um novo conceito de direcionador da transformação digital.

Pesquise este assunto lendo a respeito do uso de tecnologias que causam mudanças nos modelos de negócios em:

BARBOSA, M. A. 11 tecnologias que impactam os negócios. **Revista Mundo Corporativo**, n. 59, p.1-8, jan.-mar. 2017. Disponível em: <<http://www.mundocorporativo.deloitte.com.br/11-direcionadores-de-impacto/>>. Acesso em: 23 jul. 2018.

Sem medo de errar

O seu cliente deseja concluir o estudo de viabilidade do projeto de automação para fabricação de carne processada. Para isto você deve executar o segundo passo, que é fazer o estudo de viabilidade financeira do projeto. Agora você tem o seguinte resultado do estudo de viabilidade técnica do projeto: (i) a recepção, a desossa e a limpeza da matéria-prima podem ser manuais ou automáticas; (ii) o processo de cura da carne poderá ser automático por meio de injetoras apropriadas; (iii) o processo de massagem poderá ser automático ou manual; (iv) foi acrescentada uma etapa de embalar os produtos semiacabados de forma automática ou manual para cozimento; (v) após o resfriamento, o produto deve ser embalado novamente, de forma automática, para venda ao consumidor. Diante deste cenário, seu superior delegou a você a tarefa de dar suporte para que seu cliente faça um estudo criterioso da viabilidade financeira do projeto e solicitou um relatório descrevendo uma proposta de sistemática que considere como aplicar direcionadores de negócios para se analisar as categorias de investimentos necessárias para a realização de um projeto de automação. Lembre-se de que seu cliente estipulou que o orçamento máximo para investir é de 2 mil UM (Unidades Monetárias) e o tempo de retorno de investimento máximo aceitável é de 30 meses.

Esboço do relatório

Uma vez realizada a viabilidade técnica do projeto, o próximo passo é realizar a viabilidade financeira. Para isto são propostos quatro passos:

- 1) Selecionar os direcionadores que estão diretamente ligados ao plano de negócios da empresa, verificando as possibilidades de interação entre eles.

Tendo como base os direcionadores selecionados durante o estudo de viabilidade técnica temos qualidade

e custo operacional. Para atender aos padrões de qualidade, os processos serão enquadrados nas normas vigentes. Com relação ao custo, foram adotadas soluções voltadas para automação do processo, reduzindo as operações manuais, que gastam mais tempo e podem impactar negativamente na qualidade. O impacto direto será no direcionador produtividade, que, por sua vez, deve melhorar a disponibilidade, pois os índices de repetitividade para execução dos processos são garantidos pela precisão das máquinas, envolvendo apenas a programação adequada de manutenções em função do desgaste natural das máquinas, sem envolver operadores humanos.

- 2) Considerar as atividades técnicas que foram estudadas durante a viabilidade técnica do projeto e as soluções de automação vinculadas a estas atividades e que afetam os direcionadores.

O processo de fabricação foi organizado em cinco etapas (de (i) a (v)), sendo que as etapas (ii) de cura e (v) de embalar o produto final devem ser automatizadas por questões de qualidade e atendimento à Anvisa, conforme estudo de viabilidade técnica realizado anteriormente.

- 3) Organizar as categorias de investimentos envolvidas para viabilizar.

Uma vez elencados os recursos, eles devem ser classificados para que viabilize o cálculo sistemático dos custos (diretos e indiretos). Portanto, as possibilidades de investimento em automação que devem ser estudadas são: (A) automação de todas as etapas; (B) automação somente da etapa (i) de recepção, desossa e limpeza da matéria-prima; (C) automação somente da etapa (iii) de massagem; (D) automação somente da etapa (iv) de embalagem dos produtos semiacabados para cozimento; (E) automação das etapas (i) e (iii); (F) automação das etapas (i) e (iv); e (G) automação das etapas (iii) e (iv). Para avaliação das propostas, considere que foi realizada uma pesquisa tecnológica, obtendo-se os dados da Tabela 2.1 sobre os valores orçados para cada proposta de investimento de automação listada e uma estimativa de receita esperada em um período de um ano para cada um dos cenários.

Tabela 2.1 | Estima de custo e receita para cenários de investimento em automação

Cenário de investimento	A	B	C	D	E	F	G
Custo (UM)	2.610	1.375	1.320	1.430	1.950	1.920	1.980
Receita (UM)	870	500	510	520	730	770	850

Fonte: elaborada pelo autor.

- 4) Uma vez estabelecido o conjunto de investimentos necessários, os custos podem ser dimensionados, e assim podem ser aplicadas as técnicas de análise financeira:

o próximo passo será calcular o *PPb*, que foi limitado pelo cliente em 30 meses. Considerando a Tabela 2.1 com os diferentes cenários, calculou-se uma estimativa do *PPb* para cada cenário, o que gerou a Tabela 2.2.

Tabela 2.2 | Estima de custo *PPb* para os cenários de investimento em automação

Cenário de investimento	A	B	C	D	E	F	G
Custo (UM)	2.610	1.375	1.320	1.430	1.950	1.920	1.980
Receita (UM)	870	500	510	520	730	770	850
<i>PPb</i> (meses)	36	33	31	33	32	30	28

Fonte: elaborada pelo autor.

A partir dos dados levantados é possível realizar uma avaliação financeira e concluir que:

- O cenário A é inviável porque excede o *budget* em cerca de 30%.
- Os cenários B, C, D e E excedem o período máximo de retorno de investimento e, portanto, são desqualificados.
- Os cenários F e G são viáveis, aprovados financeiramente.

Portanto, estas são as propostas que devem avançar para que sejam analisadas na próxima etapa de gerenciamento de riscos.

Avançando na prática

Direcionadores de negócios para projeto de automação para atender demanda de mercado

Descrição da situação-problema

Um fabricante de pastilhas de freio para automóveis foi convidado para entrar em uma cadeia produtiva de uma determinada montadora e terá, a partir de agora, que atender a uma determinada demanda, que é 15% maior do que a praticada atualmente. Por isso ele precisa formular os direcionadores de negócios que devem ser adotados para que o plano de negócios da empresa seja contemplado. Atualmente, a empresa convive com problemas que causam uma taxa de disponibilidade da planta de 68%. As informações obtidas através dos direcionadores precisam ser consistentes para que os investimentos possam ser planejados adequadamente e evitar prejuízos.

Resolução da situação-problema

Inicialmente é importante orientar o cliente que ele deve, antes de tudo, realizar análise da viabilidade técnica. Após isso será possível aplicar a seguinte sistemática:

Passo 1: selecionar os direcionadores que estão aderentes ao plano de negócios da empresa.

Neste caso, o primeiro direcionador que deve ter sido considerado durante a análise da viabilidade técnica é o volume de produção, que deve subir 15%. Neste caso, para se aumentar o volume de produção, primeiramente foi considerada a taxa de disponibilidade da planta. Havendo problemas de manutenção que causam paradas excessivas, devem-se melhorar estas atividades. Isto causará um impacto em outro direcionador, que é produtividade. Se o índice de produtividade aumentar, o volume de produção também sofrerá acréscimo. O resultado irá convergir para o atendimento do plano de negócios da empresa.

Passo 2: considerar as atividades técnicas que foram estudadas durante a viabilidade técnica do projeto e as soluções de automação vinculadas. Neste caso, o foco pode ser as atividades

de manutenção que devem ser melhoradas a fim de incrementar a taxa de disponibilidade, impactando em melhoria do índice de produtividade para se atingir 15% de ganho no volume de produção. Dependendo da situação, verificar o que deve ser feito para melhorar o processo de acordo com os recursos que a tecnologia de automação pode oferecer. Por exemplo, pode ser que atividades de manipulação baseadas em operadores humanos provoquem interrupções por causa de estoques intermediários que são gerados.

Passo 3: organizar as categorias de investimentos envolvidas. Durante a fase de estudo de viabilidade os recursos são levantados, o que facilita a organização dos investimentos necessários para que os custos diretos e indiretos sejam calculados.

Desta forma, o cliente terá lucidez para definir de forma sistemática os direcionadores de negócios que podem solucionar o seu problema.

Faça valer a pena

1. Para realizar a análise financeira de um projeto, é fundamental apresentar algumas técnicas que são fundamentais. Neste contexto, considere as seguintes afirmações:

- I) O valor presente projeta os investimentos para o futuro.
- II) Se o valor presente for positivo, então o projeto é viável.
- III) O período de retorno de investimento (*payback*) tem a limitação de não levar em conta a receita por período.

Assinale a alternativa que associa corretamente V ou F às afirmações, obedecendo a sequência:

- a) V – V – V.
- b) V – V – F.
- c) V – F – F.
- d) F – F – F.
- e) F – V – V.

2. Para se desenvolver um projeto de automação, é necessário organizar os investimentos em três categorias, conforme descrito na Tabela 2.3:

Tabela 2.3 | Categorias de investimentos

EQ	Equipamentos
SO	Software
SE	Serviços

A seguir, na Tabela 2.4, estão listados os principais investimentos que serão utilizados:

Tabela 2.4 | Investimentos previstos

I	HH de engenharia conceitual
II	Interfaces de comunicação proprietárias
III	Sistemas operacionais
IV	Termostatos

Assinale a alternativa que organiza corretamente os investimentos de acordo com as categorias existentes.

- a) I – SE; II – SE; III – SO; IV – EQ; V – EQ.
- b) I – SE; II – SO; III – SO; IV – EQ; V – EQ.
- c) I – SE; II – SO; III – EQ; IV – EQ; V – EQ.
- d) I – SE; II – SO; III – SO; IV – EQ; V – SO.
- e) I – SE; II – SO; III – SO; IV – EQ; V – EQ.

3. Um fabricante de produtos de limpeza está passando por um processo de reestruturação em sua empresa em função de um aumento de demanda em torno de 25%, resultando em uma demanda de 150 mil unidades mensais. É política da empresa não investir em projetos que tenham um tempo de retorno de investimento maior que 2 anos. Para atingir este objetivo, foi feito um levantamento de dados conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 2.5 | Informações levantadas para orientar a reestruturação

Índice ou taxa	Valor
Disponibilidade	65%
Produtividade	4 mil unidades diárias (30 dias por mês)
Valor presente	R\$ 2,3 milhões

Baseados nestes dados, são sugeridas algumas conclusões, na forma de afirmações, listadas a seguir:

- I) Com certeza, a única alternativa para se atender à demanda é melhorar a produtividade por meio de ações de automação dos processos.
- II) A taxa de disponibilidade indica que o sistema tem problemas de paradas que devem ser resolvidos, para depois se considerar a necessidade de intensificação da automação dos processos.
- III) Os dados são insuficientes para se avaliar se o projeto está de acordo com as políticas estratégicas da empresa.

Faça um diagnóstico das afirmações sugeridas e, neste contexto, assinale a alternativa correta:

- a) Todas as afirmações são verdadeiras.
- b) Somente as afirmações I e II são verdadeiras.
- c) Somente as afirmações II e III são verdadeiras.
- d) Somente as afirmações I e III são verdadeiras.
- e) Somente a afirmação III é verdadeira.

Seção 2.3

Análise de riscos e elaboração do cronograma

Diálogo aberto

O sucesso de um projeto depende do cuidado com que a gestão de riscos é realizada. Este estudo permite que o gerente de projetos defina estratégias de como reagir diante da ocorrência de eventos indesejáveis. Além disso, outro fator fundamental se refere à elaboração de um cronograma de execução das atividades e do planejamento de como será realizado o controle de acompanhamento do projeto para que o previsto seja comparado com o realizado de forma adequada.

Neste contexto, vamos continuar o nosso projeto de automação do processo de fabricação de carne processada. Sendo o responsável técnico, você já realizou as etapas de análise de viabilidade técnica e financeira do projeto. Entretanto existe uma questão pendente que preocupa seu cliente: como estipular uma forma de analisar os riscos que podem afetar o projeto, uma vez que o processo será automatizado? Este aspecto da automação do processo exige uma definição objetiva de quais são os riscos que podem degradar a qualidade de seu produto. Deve-se utilizar como base de conhecimento o levantamento que você já realizou a respeito dos fatores que podem comprometer o sucesso do projeto, assim como os pontos críticos que foram levantados em relação ao controle de dosagem de substâncias químicas no processo de cura da carne, e também a questão da robustez da embalagem para não prejudicar o produto até que chegue ao alcance do consumidor final.

Portanto, uma vez que o processo será automatizado, você precisará desenvolver uma matriz de riscos para que não haja comprometimento da qualidade do produto final que o cliente deseja produzir. Você sabe como realizar esta tarefa?

Adicionalmente, é necessário elaborar um relatório contendo a descrição de uma matriz de riscos para que não haja comprometimento da qualidade do produto final que

estará sendo fabricado, citando alguns exemplos de risco que possam existir. Você saberia montar uma matriz de riscos para este projeto?

Nesta seção você verá como lidar com a questão de gestão de riscos envolvendo a questão de identificação, avaliação e respostas aos riscos de tal forma que você será capaz de elaborar uma matriz de avaliação de riscos. Na sequência você verá como deve ser sistematizada a descrição das atividades que precisam ser desenvolvidas em um projeto de automação para que possa ser estimado um cronograma de execução do projeto. Por fim, você verá como poderá utilizar ferramentas computacionais para o controle e acompanhamento do projeto, aplicando o conceito de linha de base. Para o sucesso de suas atividades, é necessário que você se dedique atentamente ao conteúdo desta seção, realizando todas as atividades proposta.

Bom trabalho!

Não pode faltar

Um gestor jamais pode ignorar que todo projeto pode ser afetado por riscos. Um risco está associado à ocorrência de um evento inesperado que pode causar algum efeito positivo ou negativo em um projeto, e a habilidade de gerenciar riscos é um diferencial presente em gestores que possuem uma visão mais atual sobre a dinâmica que envolve o ciclo de vida de um projeto (LIMA, 2009). Neste contexto, o conceito de risco reúne três aspectos fundamentais: ocorre na forma de evento, que possui uma probabilidade de ocorrência e que provoca um impacto. Esta visão é importante, pois estas três dimensões direcionam a execução da gestão de riscos. Além disso, se os riscos são inevitáveis, estar preparado para eles aumenta a chance de sucesso de um projeto. Por isso é importante uma gestão de riscos que avalie como o escopo, os custos e o cronograma podem ser afetados na ocorrência dos eventos. O nosso objetivo será construir uma **matriz de avaliação de riscos**, que tem como formato a Figura 2.10, onde as letras B, M e A correspondem a níveis baixo, médio e alto, respectivamente.

Figura 2.10 | Modelo de matriz de avaliação de riscos

Risco	Impacto	Probabilidade de ocorrência (B, M, A)	Grau de impacto (B, M, A)	Disparador da ação	Responsabilidade	Plano de resposta
Chuva no dia do evento	<ul style="list-style-type: none"> • Baixo atendimento • Perda financeira 	M	A	Previsão do tempo dois dias antes do evento	Laura	<ul style="list-style-type: none"> • Reservar espaço coberto agora • Recrutar voluntários extras para trabalhar contra o relógio para organizar ambientes fechados • Desenvolver um plano detalhado
Estrada em construção	<ul style="list-style-type: none"> • Atendimento reduzido • Receita reduzida 	A	A	Departamento de Estradas publica cronograma de construção	Allison	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar rotas alternativas • Ter placas prontas • Colocar placas ao longo de todas as rotas • Anunciar nos meios de comunicação

Fonte: Clements e Gido (2014, p. 279).

O ponto de partida será entender como se identifica um risco. A situação mais favorável para se identificar riscos seria a consulta aos dados registrados em experiências anteriores. Em especial, no caso de automação de sistemas industriais, o registro de dados passados é insuficiente. Entretanto, com o avanço dos recursos computacionais e para manipulação de dados, esta realidade está mudando. Se não existirem dados armazenados o suficiente, uma das práticas mais utilizadas para se identificar riscos é a partir de reflexões em equipe, em que profissionais experientes estejam reunidos. Estas reuniões são chamadas de *brainstorming*. Este termo costuma ser traduzido como tempestade ou explosão de ideias. Durante estes encontros deve-se valorizar a criatividade e não inibir as manifestações dos participantes para se ter bons resultados (DUARTE, 2015).

Existem outras técnicas também como a de Delphi, em que não é necessário que os participantes estejam presentes e nem que se identifiquem. Neste caso, dados dos projetos são enviados aos participantes juntamente com um questionário a ser respondido por eles. O levantamento dos riscos é feito em um relatório baseado nas sugestões recebidas dos vários participantes.



Existem várias técnicas que podem ser utilizadas para identificar riscos. Como gestor de projetos é importante você conhecer mais detalhes a respeito de como conduzir um *brainstorming*, por exemplo, e outras técnicas, como o *brainwriting* e o uso dos diagramas de Ishikawa. No artigo a seguir, há mais informações a respeito deste assunto:

DUARTE, J. Planejamento e identificação de riscos no gerenciamento de projetos. **GP4US**, 8 set. 2015. Disponível em: <<https://www.gp4us.com.br/identificacao-de-riscos/>>. Acesso em: 24 jul. 2018.

Após a identificação dos riscos, temos como saída uma lista que deve ser avaliada. Para que seja possível avaliar o risco, é necessário dispor de duas informações: da probabilidade de ocorrência e do impacto causado caso o evento venha a ocorrer (CLEMENTS; GIDO, 2014). Por exemplo, em termos de probabilidades de ocorrência, podemos estabelecer os níveis muito alto (MA), alto (A), médio (M), baixo (B) e muito baixo (MB) e quantificar estes níveis, conforme descrito na Figura 2.11. Quanto ao impacto, pode ser classificado também como muito alto (MA), alto (A), médio (M), baixo (B) e muito baixo (MB) e quantificado conforme indicado na mesma matriz. O resultado de avaliação de cada risco será a multiplicação dos valores da probabilidade pelo impacto correspondente, resultando nos dados da matriz ilustrada na Figura 2.11. Posteriormente, podem-se classificar os riscos como alto, médio ou baixo, conforme também mostrado na figura. Esta matriz foi elaborada baseada em Lima (2009) e apresenta cinco níveis de probabilidade e cinco dimensões de impactos diferentes.

Figura 2.11 | Matriz de avaliação do produto entre probabilidade e impacto

PROBABILIDADES	Matriz de avaliação Probabilidade X Impacto (PI)				
90%	0,045	0,09	0,18	0,36	0,72
70%	0,035	0,07	0,14	0,28	0,56
50%	0,025	0,05	0,10	0,20	0,40
30%	0,015	0,03	0,06	0,12	0,24
10%	0,005	0,01	0,02	0,04	0,08
	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8
	IMPACTO				
	Risco Alto				
	Risco Médio				
	Risco Baixo				

Fonte: adaptada de Lima (2009, p. 66).

Desta forma fica mais simples de se estabelecer um grau de prioridade para se tratar cada um dos riscos. Existe ainda a possibilidade de você considerar de forma estratégica se um risco deve prevalecer sobre os demais, e, desta forma, devido a um grau de subjetivismo requerido, deve-se cuidar para que a regra de negócio da empresa não seja desrespeitada.

O próximo passo será definir as respostas que devem ser associadas aos possíveis riscos. De acordo com Clements e Gido (2014), a resposta que pode ser dada diante da ocorrência de um risco é:

- Evitar o risco: neste caso o risco é evitado de tal forma que se decide mudar a ação que iria ser executada, que poderia provocar um evento de risco.
- Mitigar o risco: na situação em que o risco ocorrer, deve-se diminuir ao máximo possível o impacto causado.
- Aceitar o risco: significa que não haverá a preocupação de evitar o risco ou de reduzir o impacto que poderá ser causado.

Portanto o tipo de resposta deve levar em conta o nível de criticidade de um risco. Além disso, é fundamental que o gestor compreenda que todo risco tem um evento iniciador, que pode ser chamado de "disparador da ação". Por exemplo, se um determinado projeto de automação que está em andamento depende de importação de equipamentos, uma greve de até trinta dias no sistema alfandegário pode causar um atraso no projeto.

Uma vez definidos os critérios de atribuição de respostas à ocorrência de riscos, o próximo passo é definir como será a monitoração e o controle de riscos no projeto.



Assimile

Monitoração dos riscos

Uma questão importante que você, gestor de projetos, precisa ter ciência é a respeito do fato de os riscos serem dinâmicos, ou seja, conforme o projeto evolui com o tempo, pode ser que novos riscos passem a existir, uma vez que a realidade mudou. Por outro lado, pode ser que riscos que eram relevantes para a antiga realidade não sejam mais viáveis, porque a probabilidade de ocorrência tornou-se mínima.

Portanto, é fundamental manter uma disciplina de atualização dos riscos por meio de reuniões de gestão de riscos incluindo como item de pauta uma reflexão sobre fatos novos que impactariam o projeto.

Para finalizar este assunto, não se esqueça de manter um histórico de ocorrência de riscos para que sirva como fonte de conhecimento para novos projetos. Agora você já está preparado para preencher a Matriz de Avaliação de Riscos de um projeto de automação industrial.

Definição das tarefas ou atividades

Considere que você já definiu um escopo para o projeto. Agora você deve avançar na fase de planejamento das tarefas e na definição dos prazos para execução de forma a definir o cronograma com a devida alocação dos recursos e custos. A primeira ação necessária é no sentido de gerar a estrutura analítica de projeto (EAP). Enquanto o **escopo** define "**o que**" deve ser feito, a **EAP** define "**como**" deverá ser feito. Desta forma, uma EAP organiza todas as tarefas que devem ser feitas, de tal forma que as entregas sejam realizadas.

A EAP é um diagrama estruturado que é dividido em níveis com as tarefas a serem executadas para o desenvolvimento do projeto. Ela auxilia diretamente no controle das entregas que devem ser efetuadas. Deve-se dividir o trabalho total do projeto em partes para garantir que o resultado final seja atingido. As partes de um nível mais baixo subordinado a um nível superior são os **pacotes de trabalho** (CLEMENTS; GIDO, 2014). Por sua vez, estes pacotes devem conter todas as atividades que devem ser realizadas para que a entrega ocorra.

! **Atenção**

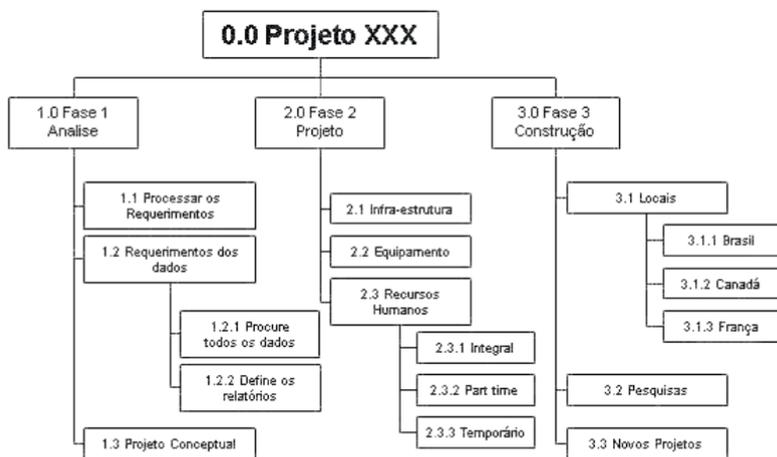
Os projetos de automação costumam ser complexos, e para elaborar uma EAP é necessário envolver diferentes áreas que atuam diretamente no projeto. Portanto, o gerente de projeto deve formar uma equipe multidisciplinar para elaborar a EAP.

De acordo com Costa (2017a), existem três abordagens clássicas para elaboração da EAP:

A) Orientada por fases

Neste caso, a EAP descreve um processo associado ao ciclo de vida do projeto, enumerando as fases para o seu desenvolvimento. A vantagem é que mostra naturalmente a evolução do projeto com o tempo, facilitando seu entendimento e gerenciamento. A desvantagem é que não destaca os recursos necessários para as fases, podendo ocultar algum aspecto importante. Além disso, podem ser incluídas tarefas de gestão do projeto, que são atividades de caráter administrativo. A Figura 2.12 ilustra um exemplo de EAP deste tipo.

Figura 2.12 | EAP por fases

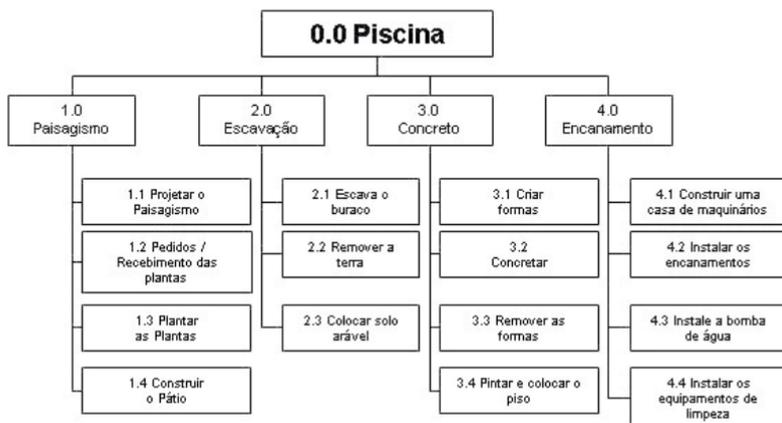


Fonte: Costa (2017a, p. 3).

B) Orientada por entregas

Descreve as entregas que deverão ser efetuadas (Figura 2.13). A vantagem é que evidencia as partes do projeto e facilita as reflexões sobre riscos e novas soluções quando for necessário. O problema é que se perde a visão dos acontecimentos em função do tempo.

Figura 2.13 | EAP por entregas

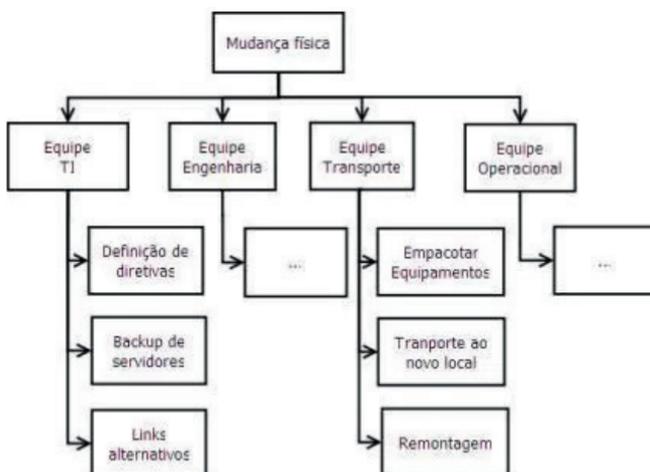


Fonte: Costa (2017a, p. 3).

C) Orientada por equipes

As atividades são agrupadas por equipes envolvidas em sua execução (Figura 2.14). É um modelo importante para o caso de projetos que envolvem equipes com compromissos muito distintos. Entretanto, perde-se na representação da evolução no tempo e das entregas.

Figura 2.14 | EAP por equipes

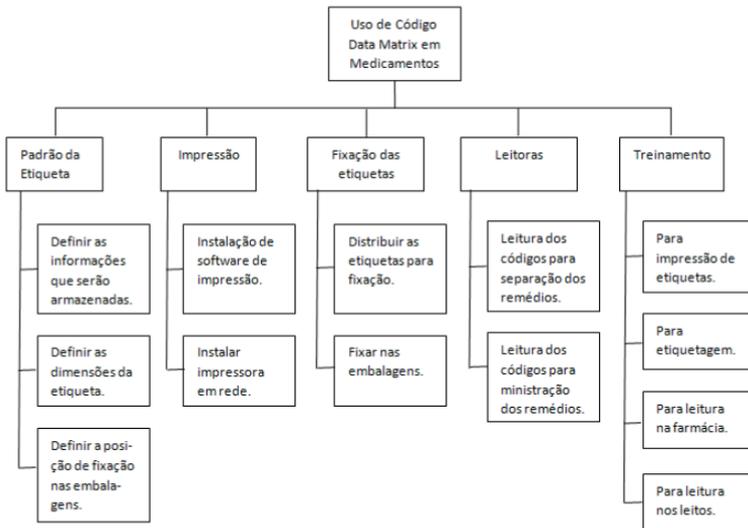


Fonte: adaptada de Costa (2017a, p. 3).



Um hospital deseja utilizar o sistema de código de barras Data Matrix (código de barras 2D utilizado na indústria) para identificação de seus medicamentos que são ministrados aos pacientes, de forma a garantir a segurança, evitando erros de medicação e realizando o controle eficaz de estoque dos medicamentos nas farmácias hospitalares. Este projeto de automação implica em providenciar impressoras para gerar os códigos, scanners para leitura, padronização dos rótulos para as diferentes embalagens e treinamento para capacitação de uso da nova tecnologia. Uma EAP para o desenvolvimento deste projeto pode ser vista na Figura 2.15.

Figura 2.15 | EAP para o projeto de automação utilizando Data Matrix



Fonte: elaborada pelo autor.



Para o projeto de automação de um processo de secagem de peças utilizando fornos elétricos, é necessário desenvolver um processo de automação utilizando esteiras transportadoras. Como se trata da utilização de fornos com mais de 50,00 m de comprimento, é necessário que a temperatura seja controlada durante o percurso das peças, exigindo um sistema de controle de parâmetros distribuídos.

Como o investimento é elevado, deve-se elaborar a EAP de forma detalhada durante a fase de planejamento.

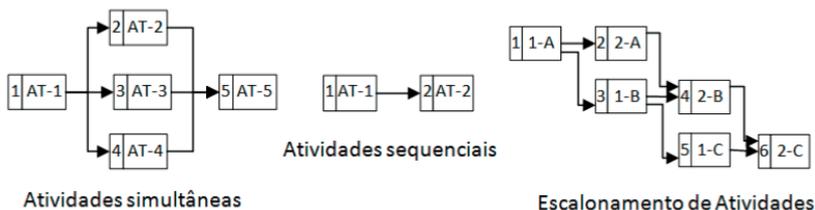
Na sua opinião, qual seria a melhor abordagem para orientar a elaboração desta EAP?

Uma vez obtida a descrição das atividades na EAP, o próximo passo é modelar o seu sequenciamento. Conforme Clements e Gido (2014), para modelar a lógica de sequenciamento utiliza-se o diagrama de redes baseado em PERT - CPM (*Program Evaluation and Review Technique - Critical Path Method*, ou Técnica de Avaliação e Revisão - Método do Caminho Crítico). Nessas redes, as atividades podem ser conectadas da seguinte forma (LIMA, 2009):

- Término – Início (TI): início da próxima depende do término da atual (sequência).
- Início – Início (II): início de paralelismo de atividades (simultâneas).
- Término – Término (TT): término de paralelismo de atividades (simultâneas).
- Início – Término (IT): término da atual depende do início da próxima (sequência com atraso ao desligar). Esta relação é pouco utilizada na prática.

A Figura 2.16 ilustra três arranjos básicos possíveis em que as atividades são executadas de forma sequencial (uma após o término da outra), ou de forma simultânea (são executadas em paralelo), ou de forma escalonada (os recursos 1, 2 ou 3 podem ser escalados assim que terminarem suas tarefas).

Figura 2.16 | Lógicas de execução das atividades



Fonte: elaborada pelo autor.

O próximo passo para se obter o cronograma desejado consiste em estimar o tempo de duração das atividades e estimar os recursos

necessários para a realização delas. Existem várias ferramentas computacionais no mercado que auxiliam no controle e na gestão de projetos. Como exemplo, tem-se o Project Libre. Trata-se de uma ferramenta para gestão de projetos de código aberto, que possui uma série de recursos para se acompanhar a evolução do projeto, sendo capaz de gerar a linha de base (*baseline*), que representa o plano acordado para o desenvolvimento de um projeto (COSTA, 2017b). A linha de base representa a trajetória que um projeto deve percorrer e se torna a referência para saber se o projeto está se desviando do previsto. As linhas de base devem ser determinadas antes de o projeto entrar na fase de execução e, como exemplo, podem referenciar:

- **Escopo:** baseada nas entregas previstas e nos critérios de aceite adotados.
- **Tempo:** baseada nas datas que foram estipuladas para as tarefas serem executadas.
- **Custo:** baseada no orçamento que prevê os investimentos que podem ser realizados.
- **Qualidade:** baseada em métricas de qualidade para avaliação dos produtos gerados.

Sempre que ocorrer alguma mudança no projeto, a linha de base deve ser atualizada desde que a referida mudança tenha sido aprovada. Deve-se ter cautela em atualizar a linha de base sem que haja uma avaliação criteriosa dos impactos sobre o orçamento, tempo e escopo.

Com o uso de ferramentas computacionais, o gerente de projeto pode manter um controle efetivo sobre a execução do projeto e gerenciar mudanças quando necessário.



Dica

O Project Libre pode ser obtido gratuitamente. Disponível em: <www.projectlibre.com>. Acesso em: 24 jul. 2018.

Sem medo de errar

Uma questão que preocupa seu cliente é sobre como estipular uma forma de analisar os riscos que podem afetar o projeto. Em virtude da automação do processo, deve-se ter cautela com a

definição objetiva de quais são os riscos que podem degradar a qualidade do produto. Deve-se usar como base de conhecimento o levantamento que já foi realizado a respeito dos fatores que podem comprometer o sucesso do projeto, juntamente com os pontos críticos que foram levantados em relação ao controle de dosagem de substâncias químicas no processo de cura da carne e também a questão da robustez da embalagem, para não prejudicar o produto até que chegue ao alcance do consumidor final. Para se construir uma matriz de avaliação de riscos, devem ser seguidos os seguintes passos:

Passo 1: identificar os riscos.

Para o caso da empresa em foco, foram realizadas reuniões com o cliente que serviram para se levantar as seguintes situações:

- R1: há dificuldade em organizar as reuniões entre as equipes envolvidas. Neste caso é possível aplicar a técnica Delphi para os casos em que os encontros poderiam fracassar.
- R2: há o ponto crítico em relação ao controle de dosagem de substâncias químicas no processo de cura da carne. Neste caso é importante não efetuar o processo manualmente e utilizar dispositivos automáticos para esta operação. Se ocorrer, o produto daquele lote deve ser retirado do mercado.
- R3: há a questão da robustez da embalagem para não prejudicar o produto até que chegue ao alcance do consumidor final. Neste caso é importante testar diferentes propostas de embalagens e organizar um serviço do tipo SAC para o registro de eventuais ocorrências.

Passo 2: avaliação dos riscos

Para isto é necessário obter as probabilidades de ocorrência de cada risco e o impacto causado se ele ocorrer. Utilizando a métrica de acordo com a matriz da Figura 2.11, e considerando a realidade do cliente, é possível quantificar da seguinte forma:

- R1: segundo o cliente costuma acontecer o problema de desmarcar as reuniões com uma frequência mediana. Portanto a probabilidade de R1 é M. Quanto ao impacto causado por uma reunião desmarcada, pode ser grande se for, por exemplo, para avaliar o impacto de uma mudança.

Entretanto, se for uma reunião rotineira, o impacto será baixo. Portanto, em média podemos dizer que o impacto de R1 será M. Teremos $PI(R1) = P(R1) \cdot I(R1) = 0,5 \cdot 0,2 = 0,01$. Portanto, definimos **risco baixo**.

- R2: como este risco pode causar um dano de comprometer a qualidade do produto, será adotada a automação do processo minimizando a probabilidade de ocorrência para MB. Por sua vez, o impacto é elevado, ou seja, MA. Teremos $PI(R2) = P(R2) \cdot I(R2) = 0,1 \cdot 0,8 = 0,08$. Portanto, definimos **risco médio**.
- R3: este risco compromete a confiabilidade do produto perante o consumidor. Considerando que os testes serão rigorosos, para escolha de uma embalagem adequada, teremos probabilidade MB. O impacto pode ser considerado mediano M. Teremos $PI(R3) = P(R3) \cdot I(R3) = 0,1 \cdot 0,2 = 0,02$. Portanto, definimos **risco baixo**.

Passo 3: Respostas aos riscos

- R1: neste caso teremos:
 - Disparador da ação: verificação de que as equipes não têm a oportunidade de se reunir.
 - Plano de resposta: evitar o risco. Aplicar a técnica Delphi para discutir a pauta da reunião.
- R2: neste caso teremos:
 - Disparador da ação: verificação de que a carne não atende ao padrão via testes internos.
 - Plano de resposta: mitigar o risco e recolher o produto do mercado, caso já tenha sido distribuído.
- R3: neste caso teremos:
 - Disparador da ação: verificação de que as embalagens estão com problemas via SAC.
 - Plano de resposta: mitigar o risco resolvendo o problema com o processo de embalar o produto.

Com estas informações é possível implementar a matriz de análise de risco descrita a seguir.

Quadro 2.1 | Matriz de riscos do projeto de automação

Risco	Impacto	Probabilidade de ocorrência / grau de impacto / avaliação de risco	Disparador da ação	Plano de resposta
Há dificuldade em organizar as reuniões entre as equipes envolvidas	Pode ser grande se for uma reunião para avaliar mudanças no projeto	M / M / risco baixo	Verificação de que as equipes não têm a oportunidade de se reunir	Evitar o risco. Neste caso é possível aplicar a técnica Delphi para os casos em que os encontros poderiam fracassar
Descontrole de dosagem de substâncias químicas no processo de cura da carne	Pode causar um dano de comprometer a qualidade do produto	MB / MA / risco médio	Verificação de que a carne não atende ao padrão via testes internos	Mitigar o risco e recolher o produto do mercado, caso já tenha sido distribuído
Falta de robustez da embalagem que pode prejudicar o produto até que chegue ao alcance do consumidor final	Compromete a confiabilidade do produto perante o consumidor	MB / M / risco baixo	Verificação de que as embalagens estão com problemas via SAC	Mitigar o risco resolvendo o problema com o processo de embalar o produto

Fonte: elaborada pelo autor.

É importante acrescentar que a monitoração dos riscos é fundamental, checando a disponibilidade das equipes antecipadamente para as reuniões, fazendo testes de dosagem de substâncias na carne e mantendo o SAC em operação e utilizando as informações para o controle de qualidade do produto.

Frequência de atualização na linha de base

Descrição da situação-problema

Um gestor de tecnologia trabalha em uma indústria de autopeças e está convivendo com uma situação de modernização do processo de fabricação de alguns itens em virtude da mudança do padrão de qualidade exigido por seus clientes. Para isto foi necessário robotizar diversas operações de soldagem e também de estampagem. Para este projeto de modernização do sistema produtivo, está sendo desenvolvido um projeto de automação de alto investimento e que já implicou em cinco mudanças estratégicas envolvendo orçamento e escopo, em virtude da necessidade de equipamentos importados que precisaram ser substituídos. A cada mudança, este gestor responsável fazia imediatamente uma atualização nas linhas de base para acompanhar o previsto e o realizado e verificar se o andamento do projeto está de acordo. Entretanto, surgiu uma sexta ocorrência em que não foi possível adequar as linhas de base, deixando o gestor preocupado. Qual é a atitude necessária neste tipo de situação?

Resolução da situação-problema

Um dos grandes desafios que um gestor de tecnologia enfrenta para gerenciar as mudanças de um projeto é com relação à frequência com que deve alterar sua linha de base. Assim que houver uma ocorrência, deve-se aguardar um estudo detalhado do impacto desta ocorrência para se dimensionar o quanto vai afetar o custo, o tempo e o escopo do projeto. Estas três variáveis são os pilares de sustentação e não se pode ir alterando as linhas de base de forma automática, pois chega um momento em que não há mais como compensar os impactos que se somam.

Sendo assim, a cada mudança, avalia-se o impacto e se verifica se o projeto pode absorver ou não. Em caso afirmativo, atualize a linha de base, em caso negativo, mantenha a linha de base e busque outras alternativas.

Desta forma, é possível manter o gerenciamento do projeto sob controle.

Faça valer a pena

1. Um gestor jamais pode ignorar o fato de que todo projeto pode ser afetado por eventos não previstos. Um risco está associado à ocorrência de um evento inesperado que pode causar algum efeito positivo ou negativo em um projeto, e o fato de se gerenciar riscos é um diferencial presente em gestores que possuem uma visão mais atual sobre a dinâmica que envolve o ciclo de vida de um projeto.

Assinale a alternativa correta a respeito de gestão de riscos:

- a) O escopo é definido na fase inicial de um projeto e não pode ser afetado por riscos.
- b) A matriz de avaliação de riscos não precisa computar a probabilidade de ocorrência de um risco.
- c) Aceitar o risco não é uma resposta cabível diante da ocorrência de um risco.
- d) A situação mais favorável para se identificar riscos seria a consulta a dados vivenciados em experiências anteriores.
- e) Mitigar o risco implica em prevenir que um risco possa ocorrer.

2. Para fazer a aplicação do conceito de diagramas de rede para elaboração de estimativas de cronogramas de execução de um projeto de automação, você afirmaria que:

- I) A partir do diagrama de rede, será possível gerar a EAP (Estrutura Analítica de Projeto) de forma sistemática.
- II) Das formas de conexão entre atividades, deve-se evitar o uso da conexão Término – Início (TI) por causar atrasos na execução do projeto.
- III) A conexão Início – Término (IT) é frequente para representar atividades simultâneas sem o risco de atrasos.

Assinale a alternativa que atribui Verdadeiro ou Falso corretamente às afirmações, de acordo com a ordem em que foram descritas:

- a) F-V-V.
- b) F-F-V.
- c) F-F-F.
- d) V-F-F.
- e) V-V-F.

3. Um dos aspectos que precisa ser avaliado com cuidado é a atualização de uma linha de base em um projeto de automação. Considerando que tempo, orçamento e escopo são três dimensões que devem sempre ser respeitadas como restrições fundamentais durante a fase de execução de um projeto, avalie as afirmações a seguir:

- I) Não tem sentido considerar outras linhas de base que não sejam escopo, tempo e custo para controlar o desenvolvimento de um projeto.
- II) Assim que ocorrem mudanças em uma das três restrições, automaticamente deve ser atualizada a linha de base.
- III) Podem acontecer mudanças em um projeto que inviabilizam uma nova linha de base, obrigando o gestor a buscar alternativas para restabelecer o equilíbrio do projeto sem mudar a linha de base.

Avaliando as afirmações e o contexto apresentado, assinale a alternativa correta:

- a) Somente as afirmações I e II estão corretas.
- b) Somente a afirmação I está correta.
- c) Somente a afirmação II está correta.
- d) Somente a afirmação III está correta.
- e) Somente as afirmações I e III estão corretas.

Referências

- ALVES F.; FIORIO, V. O que são custos diretos e indiretos de produção? **Indústria Hoje**, nov. 2014. Disponível em: <<https://www.industriahoje.com.br/o-que-sao-custos-diretos-e-indiretos-de-producao>>. Acesso em: 24 jul. 2018.
- BARBOSA, M. A. 11 tecnologias que impactam os negócios. **Revista Mundo Corporativo**, n. 59, p. 1-8, jan.-mar. 2017. Disponível em: <<http://www.mundocorporativo.deloitte.com.br/11-direcionadores-de-impacto/>>. Acesso em: 24 jul. 2018.
- BARBOSA, P. T. et al. Metodologia FEL: sua importância na avaliação de riscos e redução de impactos em escopo, tempo e custo de projetos complexos de engenharia. In: XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 33., 2013, Salvador. **Anais...** Salvador: Enegep, 2013. p.1-17.
- CARVALHO, F. B. **Estimação de ganhos financeiros em projetos de automação e controle**: uma proposta metodológica e estudos de caso. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2010.
- CAVALCANTE, R. C. Proposta de implementação de um programa de gestão da qualidade utilizando a metodologia FEL: estudo de caso no setor público. In: XIII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 13., 2016. **Anais...** Resende: Seget, 2016. Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos16/1152486.pdf>>. Acesso em: 24 jul. 2018.
- CLEMENTS, J. P.; GIDO, J. **Gestão de projetos**. 2. ed. Tradução da 5ª ed. norte-americana. São Paulo: Cengage Learning Editores, 2014. [Minha Biblioteca].
- COSTA, F. Como fazer uma WBS/EAP. **Projetos e TI**, 13 nov. 2017a. Disponível em: <<https://projetoseti.com.br/como-fazer-uma-wbs-eap/>>. Acesso em: 24 jul. 2018.
- _____. Entenda o que é uma baseline e sua importância nos projetos. **Projetos e TI**, 29 jun. 2017b. Disponível em: <<https://projetoseti.com.br/entenda-o-que-e-uma-baseline-e-sua-importancia-nos-projetos/>>. Acesso em: 10 jun. 2018.
- DUARTE, J. Planejamento e identificação de riscos no gerenciamento de projetos. **GP4US**, 8 set. 2015. Disponível em: <<https://www.gp4us.com.br/identificacao-de-riscos/>>. Acesso em: 24 jul. 2018.
- LIMA, G. P. **Gestão de projetos**: como estruturar logicamente as ações futuras. Rio de Janeiro: LTC, 2009. Série Gestão Estratégica. [Minha Biblioteca].
- MORAES, C. C.; CASTRUCCI, P. L. **Engenharia de automação industrial**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.
- MOTTA, O. M. et al. Alinhando os objetivos técnicos do projeto às estratégias de negócio: contribuição da metodologia FEL no pré-planejamento de grandes empreendimentos. **Revista Gestão Industrial**, v. 7, n. 4, p. 99-117, 12 jan. 2012. DOI: 10.3895/s1808-04482011000400005. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/viewFile/827/761>>. Acesso em: 23 jul. 2018.

RAMOS, W. J. Aplicação de VIPs em projetos de capital: teoria e prática. **Revista Mundo PM**, n. 63, p. 54-62, jun.-jul. 2015.

SANTOS, M. M. D. **Supervisão de sistemas: funcionalidades e aplicações**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2014.

Dimensionamento dos elementos e desenvolvimento do software de controle de PAI

Convite ao estudo

Para que um projeto de automação industrial tenha êxito, é crucial que um gestor de tecnologia saiba como conduzir as atividades relacionadas à etapa que precede o planejamento, ou seja, a etapa de realização que envolve o maior gasto de energia previsto em seu ciclo de desenvolvimento. Por este motivo, não basta apenas realizar um excelente planejamento das técnicas que vão orientar a realização efetiva das diversas fases.

Você teve uma postura positiva até o momento e finalizou a etapa de planejamento de um projeto de automação. Com isto, encerrou suas atividades com aquele cliente com problemas na questão de aprovação das embalagens de seus produtos alimentícios junto à ANVISA. Como isto envolve um período de tempo indeterminado, você será envolvido a partir de agora em um novo projeto e seu alvo é atender às necessidades de seu novo cliente que planejou realizar a automação de uma planta industrial responsável por fabricar detergente industrial. Este processo envolve as seguintes atividades:

- i. Mistura de um soluto baseado em soda cáustica com solvente em um tanque de mistura A.
- ii. Mistura de um desengraxante com solvente em um tanque B.

- iii. Medição de um volume fixo de neutralizador em um tanque de medição N, que deve ser previamente aquecido.
- iv. Mistura do conteúdo dos três tanques em um tanque aerador P para obtenção do produto final.

Seu desafio é atender o cliente que precisa de um dimensionamento dos principais elementos que devem estar presentes neste sistema para a realização do processo de fabricação do detergente, conforme planejado.

Quais seriam os principais dispositivos utilizados neste sistema de produção?

Os tanques, sensores e atuadores locais poderiam ser interligados por uma rede de comunicação?

Como seria o desenvolvimento do software de controle para programação dos controladores para que a produção de detergente ocorra conforme planejado?

Para que você seja capacitado para esta nova fase, estudará como sistematizar a descrição técnica dos dispositivos que devem compor o objeto de controle e os demais equipamentos e dispositivos de um sistema de automação industrial. Verá também como utilizar as redes industriais para integrar o fluxo de informações de controle e uma sistemática para programar os controladores para executar os processos na planta industrial automatizada.

Com isto, você será competente para dimensionar os elementos de um sistema de controle e desenvolver o software de programação para um sistema de automação industrial.

Um excelente trabalho nesta nova unidade!

Seção 3.1

Dimensionamento dos elementos do sistema

Diálogo aberto

Para que um profissional possa implantar um sistema de automação industrial, ele necessariamente terá que modelar a estrutura deste sistema que é essencial para obter o comportamento dinâmico que se espera.

Você já passou pela fase de planejamento de um projeto de automação industrial e agora seu desafio é realizar uma descrição técnica de todos os elementos físicos que devem estar presentes em um sistema de automação industrial, para que aquilo que foi planejado seja executado.

Seu alvo agora é atender às necessidades de seu cliente que planejou realizar a automação de uma planta industrial responsável por fabricar detergente industrial. Este processo consiste em:

- Misturar um soluto baseado em soda cáustica com solvente em um tanque de mistura A.
- Misturar um desengraxante com solvente em um tanque B.
- Medir um volume fixo de neutralizador em um tanque de medição N, que deve ser previamente aquecido.
- Misturar o conteúdo dos três tanques em um tanque aerador P para obter o produto final.

Seu cliente precisa de um dimensionamento dos principais elementos que devem estar presentes neste sistema automatizado. Para isto, é necessário que você organize, na forma de um relatório técnico, os procedimentos que precisam ser adotados para realizar esta tarefa de forma sistemática, a fim de responder os seguintes questionamentos:

- Como se deve organizar estes elementos/dispositivos em um diagrama esquemático?
- Como elaborar uma listagem de todos os dispositivos que interagem com o objeto de controle, incluindo uma classificação destes elementos de acordo com sua funcionalidade?

Com exceção do tanque de medição, os demais tanques possuem misturadores com sensores de nível indicando vazio, nível de soluto desejado e tanque cheio.

Para ser possível elaborar este relatório, você verá como deve ser definido um modelo estrutural padrão para sistemas de automação industrial, verá como realizar uma descrição técnica para documentar os dispositivos que interagem com o objeto de controle e questões associadas à definição dos sinais de entrada e saída presentes nestes sistemas.

Assim, você se tornará apto a desenvolver descrições técnicas de dispositivos necessários para a implementação de sistemas de automação industrial.

Bons estudos!

Não pode faltar

Uma vez aprovado o planejamento de um projeto de automação industrial, a próxima fase é a de realização dele, que começa com a especificação técnica de acordo com as aplicações que foram planejadas. Baseado nestas especificações, teremos o projeto dos painéis de controle, a determinação e configuração das redes de comunicação, a arquitetura física de controladores que serão necessários e a arquitetura lógica da distribuição dos programas de controle.

Especificação técnica dos equipamentos: modelo estrutural padrão

Os equipamentos presentes em um sistema de automação industrial englobam as seguintes funções:

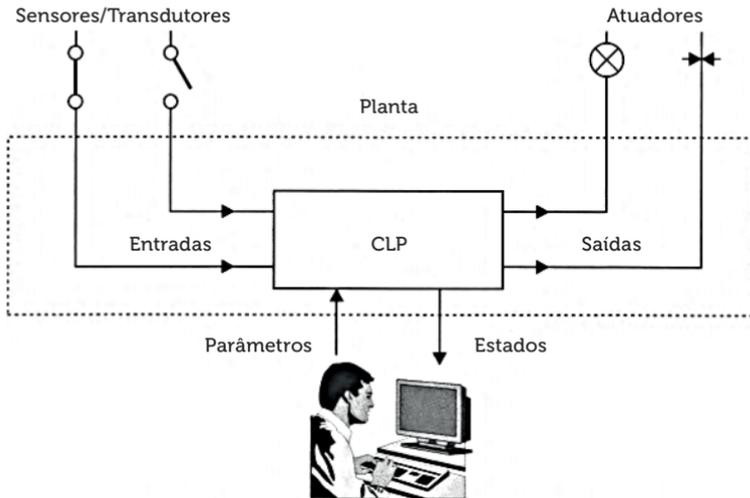
- Dispositivos responsáveis pela realização das estratégias de controle. Neste caso, temos o controlador lógico programável (CLP), bastante difundido em aplicações industriais. Os CLPs são os dispositivos utilizados para realizar o controle.
- Dispositivos que desempenham a função de identificar o estado em que a planta se encontra a partir do sensoriamento do processo. São dispositivos distribuídos na planta, denominados transdutores, que têm a capacidade de traduzir o estado da planta em sinais elétricos enviados para o controlador (CLP). São os dispositivos de sensoriamento.
- Dispositivos capazes de receber sinais de um CLP para gerarem como saída o processamento físico ou químico que resultará na fabricação do produto desejado. São os dispositivos de atuação.
- Dispositivos capazes de monitorar o que está acontecendo com a planta e que podem interpretar estes sinais e decodificar os dados em uma informação que gera uma interpretação capaz de mostrar o estado da planta, a fim de que o operador exerça a função de supervisor e possa interagir com o sistema de controle. São os dispositivos de monitoração.
- Dispositivos de interface com o usuário que permitem que ele comande a planta a partir do acionamento de determinadas chaves, ou botoeiras, ou até mesmo teclados de estações de trabalho para poder ativar procedimentos de intervenção na operação da planta industrial. São os dispositivos de comando.

Conforme ilustrado na Figura 3.1, estes dispositivos encontram-se integrados de tal maneira que os CLPs são o núcleo do sistema de controle que interage diretamente com a planta.

Uma vez que esta representação elenca apenas os elementos do sistema de automação, sem se preocupar com o comportamento do processo de fabricação que será executado, trata-se de um modelo estrutural. É importante compreender que esta classificação dos dispositivos nestes cinco grupos, de acordo com sua funcionalidade

(controle, sensoriamento, atuação, monitoração e comando), sistematiza a forma como você poderá elaborar estes modelos. Em vez de ter que se preocupar em como será o modelo que deve ser adotado para cada sistema de automação, você está sendo capacitado para dominar um método de modelagem estrutural de um sistema de automação.

Figura 3.1 | Modelo padrão de um sistema de controle de um sistema de automação industrial



Fonte: Franchi e Camargo (2008, p. 25).

Portanto, ao analisar um sistema de automação industrial, o primeiro passo em termos de modelagem de sua estrutura é classificar os elementos do sistema em cinco contextos diferentes:

- Do ponto de vista de realização do controle:
 - CLPs e outros dispositivos de controle.
- Do lado da planta:
 - Dispositivos de sensoriamento.
 - Dispositivos de atuação.
- Do lado do operador:

- Dispositivos de comando.
- Dispositivos de monitoração.

Documentação dos dispositivos

De acordo com Miyagi (2007), para o estudo do objeto de controle, seus equipamentos e instalações, é possível aplicar uma sistemática que se baseia no seguinte procedimento:

1. Elaboração de um diagrama estrutural esquemático que representa os elementos do objeto de controle e demais dispositivos (atuadores, sensores, comando, monitoração e controle).
2. Listagem dos dispositivos, classificando-os de acordo com a sua função (atuadores, sensores, comando, monitoração e controle).
3. Descrição técnica das classes de dispositivos que foram listadas e que interagem com o objeto de controle.



Assimile

Segundo Miyagi (2007), podemos denominar objeto de controle o conjunto de elementos que constituem uma planta com o objetivo de realizar um determinado processo de fabricação. Para controlar estes elementos, são inseridos **controladores** que se comunicam com o operador e com a planta. Para o controlador atuar sobre a planta, são inseridos **dispositivos de atuação** e **sensoriamento** no objeto de controle. Por sua vez, para o controlador se comunicar com o operador, são inseridos **dispositivos de comando** e **monitoração** no mesmo objeto de controle. Portanto, o projeto de automação de uma planta industrial prevê a inserção destas cinco classes de dispositivos para que o objeto de controle possa ser efetivamente controlado.

Portanto, para o estudo do objeto de controle, é necessário descrever um diagrama esquemático estrutural que mostre a relação entre todos os elementos do objeto de controle.

Além disso, para a documentação da descrição técnica dos dispositivos, podem ser utilizadas planilhas na forma de tabelas que agrupam os dispositivos de acordo com a sua classe e também considerando semelhanças tecnológicas em suas características de especificação técnica. Por exemplo, na classe de atuadores, podem ser criadas uma planilha para motores, outra para válvulas, etc., conforme for mais adequado.



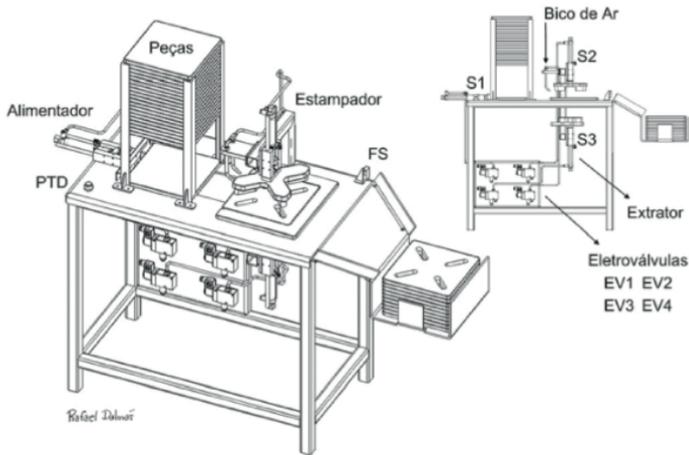
Exemplificando

Vamos considerar o exemplo de uma prensa estampadeira de chapas plásticas (SILVEIRA; SANTOS, 1998). O primeiro passo é elaborar um diagrama esquemático, representado na Figura 3.2.

Os elementos presentes neste dispositivo são:

- Um magazine vertical que alimenta as peças por gravidade.
- Um atuador pneumático alimentador S1 que empurra a peça, posicionando na base do estampador que é acionado pela válvula solenóide EV1.
- O sensor S1 detecta que o atuador pneumático alimentador atingiu sua máxima excursão.
- Um atuador pneumático estampador S2 que prensa a chapa na forma que é acionado pela válvula solenóide EV2.
- O sensor S2 detecta que o atuador pneumático estampador atingiu sua máxima excursão.
- Um atuador pneumático extrator S3 que retira a chapa que foi prensada da forma e que é acionado pela válvula solenóide EV3.
- O sensor S3 detecta que o atuador pneumático extrator atingiu sua máxima excursão.
- Um bico de ar para insuflar a peça após ter sido prensada que injeta um sopro de ar controlado pela válvula solenóide EV4.
- Há um sensor FS que detecta a passagem de uma chapa prensada após o sopro.
- Uma botoeira PDT para acionar o sistema.

Figura 3.2 | Diagrama esquemático de um processo de estampagem



Fonte: Silveira e Santos (1998, p. 148).

Uma vez que já temos uma descrição do diagrama esquemático do sistema de estampagem, para prosseguir o estudo do objeto de controle e demais dispositivos é necessário organizar a descrição técnica dos vários elementos existentes neste sistema de estampagem. Portanto, o próximo passo é organizar uma listagem dos dispositivos de acordo com as suas funções:

- Função de comando – botoneira PDT.
- Função de monitoração – não há dispositivos.
- Função de controle – deve ser utilizado um CLP que não está representado no esquema.
- Função de atuação – válvulas solenóide EV1, EV2 e EV3 e respectivos cilindros pneumáticos, mais a válvula solenóide EV4 que aciona o assoprador.
- Função de sensoriamento – sensores S1, S2 e S3 de fim de curso dos cilindros, mais sensor FS de passagem de peça estampada.

Após a elaboração desta listagem já é possível construir as planilhas com as descrições técnicas dos dispositivos. Para

se fazer estas tabelas, é necessário coletar as especificações contidas nos manuais dos fabricantes dos dispositivos. Veja um exemplo na Tabela 3.1 em que se documenta os atuadores do tipo válvula solenóide presentes no sistema.

Tabela 3.1 | Atuadores válvula solenóide presentes no sistema da Figura 3.2

N#.	Cod.	Tensão (V)	Potência DC (W)	Potência AC (W)	Pressão Min (Kgf/cm ²)	Pressão Máx (Kgf/cm ²)	Orifício (mm)
1	EV1	110V _{AC}	36,2	20	0,34	9	25
2	EV2	110V _{AC}	36,2	20	0,34	9	25
3	EV3	110V _{AC}	36,2	20	0,34	9	25
4	EV4	110V _{AC}	36,2	20	0,34	17	19

Fonte: elaborada pelo autor.

Estes dados são hipotéticos, pois não foi definido o fabricante nem o modelo da válvula pelo autor do diagrama esquemático. Entretanto, quando você for o técnico responsável por este levantamento, já saberá como proceder.

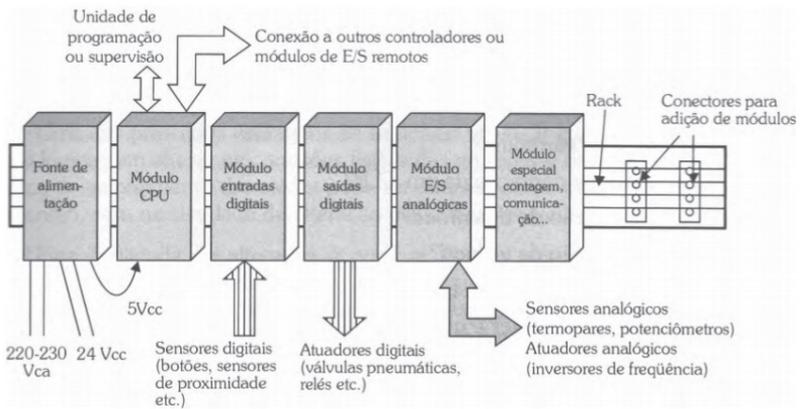
Controladores e sistemas embarcados e alocação dos sinais de entrada e saída físicas

Com a evolução dos sistemas de automação industrial, o conceito de controladores lógicos programáveis evoluiu para dispositivos mais abrangentes, denominados controladores programáveis. Isto ocorreu em virtude de esses controladores serem utilizados não só para a realização de estratégias de controle lógico, mas também para a especificação de estratégias de controle envolvendo sistemas contínuos (FRANK, 2015).

Outro aspecto importante que precisa ser destacado é que as máquinas e os equipamentos vêm se tornando cada vez mais autônomos. Isto só pode ser conseguido se forem inseridos controladores programáveis como parte desses equipamentos. Daí é que vem o conceito de sistemas de controle embarcados, que são desenvolvidos para a execução de funções de controle específicas que exigem um elevado processamento de informações a ser efetuado em tempo real (LAMB, 2015).

Desta forma, o que tem se tornando comum com a evolução tecnológica desses dispositivos é o oferecimento de arquiteturas de controladores programáveis modulares. Neste caso, diferentes módulos podem ser acrescentados ao sistema de controle, na medida em que seja necessário implementar diferentes estratégias de controle, dependendo da natureza e da complexidade do sistema de automação industrial que estiver sendo projetado (FRANK, 2015). A Figura 3.3 mostra um exemplo de arquitetura de controlador programável modular.

Figura 3.3 | Arquitetura de um controlador modular



Fonte: Franchi e Camargo (2008, p. 43).

Um exemplo clássico é o uso desses controladores para a navegação de robôs móveis em ambientes industriais.

Uma vez que foram definidas as arquiteturas de controladores programáveis, o próximo passo deve ser a definição de diferentes entradas e saídas que esses controladores manipulam. Em termos de entradas, podemos ter os seguintes tipos (FRANCHI; CAMARGO, 2008):

- Entradas digitais - neste caso, as entradas são aquelas que assumem apenas os valores lógicos 0 ou 1, verdadeiro ou falso, ligado ou desligado. São entradas que representam a ocorrência de eventos.
- Entradas analógicas - representam as entradas contínuas que recebem sinais que a variam continuamente no tempo. Por

exemplo, medida de temperatura, vazão, corrente elétrica, torque, etc.

Neste contexto, os controladores programáveis possuem módulos específicos compatíveis com cada um destes tipos de entradas e isto deve ser cuidadosamente especificado no projeto, ou seja, na descrição do dispositivo de realização do controle.

Vale lembrar que as entradas de um controlador são originadas pelos sensores que enviam sinais da planta e também pelos dispositivos de comando que são acionados pelo operador. Por sua vez, as saídas geradas pelo controlador podem ser enviadas para a planta, com a intenção de acionar os atuadores ou com o objetivo de enviar sinais de monitoração para o operador interpretar o estado em que a planta industrial se encontra. Portanto, é necessário fazer um mapeamento de todas as entradas e saídas associadas aos dispositivos que foram descritos tecnicamente.



Refleta

Para o desenvolvimento de uma descrição técnica de todos os dispositivos que atuam em um sistema de automação industrial, é necessário estabelecer um modelo estrutural para que haja consistência na representação da interação entre todos os elementos que teoricamente fazem parte do sistema.

Considerando que um sistema desta natureza pode possuir mais de 1000 entradas e saídas, como você poderia resolver este desafio de manter a consistência da solução de automação e ter certeza de que nenhum elemento foi desconsiderado durante o desenvolvimento do projeto de automação?



Pesquise mais

Um assunto importante no qual um gestor de projetos de automação deve aprofundar é sobre as interfaces que existem hoje para que o operador interaja com sistemas de automação. Consulte o livro (p. 74 até 79): LAMB, F. **Automação industrial na prática**. 1. ed. Porto Alegre: AMGH, 2015. Disponível em: <<http://bit.ly/2Mwhp4k>>. Acesso em: 23 ago. 2018.

Sem medo de errar

Você foi capacitado a documentar a especificação técnica dos elementos que compõem o objeto de controle e dos demais equipamentos e dispositivos e aprendeu uma sistemática para fazer esta especificação que integra o diagrama esquemático com as descrições técnicas das diferentes classes de dispositivos, obtendo como resultado final um modelo estrutural consistente, em que as entradas e saídas de todos os dispositivos são vinculadas aos respectivos controladores.

Você teve uma postura positiva até o momento e finalizou a etapa de planejamento de um projeto de automação. Com isto, encerrou suas atividades com aquele cliente com problemas na questão de aprovação das embalagens de seus produtos alimentícios junto à ANVISA. Como isto pode exigir um período de tempo indeterminado, você será envolvido a partir de agora em um novo projeto e seu alvo será atender às necessidades de seu novo cliente que planejou realizar a automação de uma planta industrial responsável por fabricar detergente industrial. Este processo consiste em:

- Misturar um soluto baseado em soda cáustica com solvente em um tanque de mistura A.
- Misturar um desengraxante com solvente em um tanque B.
- Medir um volume fixo de neutralizador em um tanque de medição N, que deve ser previamente aquecido.
- Misturar o conteúdo dos três tanques em um tanque aerador P para obtenção do produto final.

Com exceção do tanque de medição, os demais tanques possuem misturadores com sensores de nível indicando vazio, nível de soluto desejado e tanque cheio.

Seu cliente precisa de um dimensionamento dos principais elementos que devem estar presentes neste sistema automatizado.

Para isto, é necessário que você organize, na forma de um relatório técnico, os procedimentos que devem ser adotados para realizar esta tarefa de forma sistemática, a fim de organizar os elementos/dispositivos em um diagrama esquemático e de elaborar uma listagem de todos os dispositivos que interagem com o objeto de controle, incluindo uma classificação destes elementos de acordo com sua funcionalidade.

Para o estudo do objeto de controle, seus equipamentos e instalações, é possível aplicar uma sistemática que se baseia no seguinte procedimento:

- Elaboração de um diagrama estrutural esquemático que representa os elementos do objeto de controle e os demais dispositivos.
- Listagem dos dispositivos, classificando-os de acordo com a sua função: atuadores, sensores, comando, monitoração e controle.
- Descrição técnica das classes de dispositivos que foram listadas.

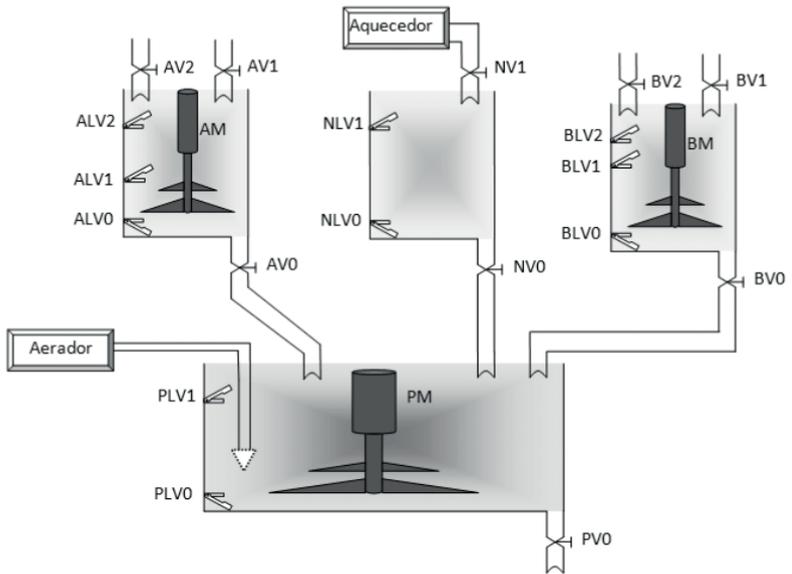
O cliente necessita dos dois primeiros itens.

Baseado nas informações que o cliente relatou a respeito da fase de planejamento, observa-se que o sistema contém:

- Tanque de mistura A, com misturador e com entrada para soluto e solvente.
- Tanque de mistura B, com misturador e com entrada para soluto e solvente.
- Tanque de medição N, acoplado a aquecedor.
- Tanque aerador P, com misturador e com entrada para os três tanques anteriores.

A partir destas informações é possível esboçar um diagrama esquemático, conforme descrito na Figura 3.4.

Figura 3.4 | Diagrama esquemático proposto para o sistema de fabricação de detergente



Fonte: elaborada pelo autor.

Quanto à listagem dos dispositivos de acordo com a funcionalidade, temos:

- Dispositivos de comando – minimamente, deve existir um botão para dar partida no processo.
- Dispositivos de monitoração – minimamente, pode existir um LED que fica ativo quando o sistema está disponível para ser usado. Caso contrário, está em operação.
- Dispositivos de atuação – temos:
 - Aquecedor, aerador e misturadores AM, BM e PM.
 - Válvulas solenóide AV0, AV1, AV2, BV0, BV1, BV2, NV0, NV1 e PV0.
- Dispositivos de sensoriamento – temos ALV0, ALV1, ALV2, BLV0, BLV1, BLV2, NLV0, NLV1, PLV0 e PLV1.
- Dispositivo de controle – podem ser utilizados controladores programáveis.

Com isto se obtém os modelos adequados e as listagens de dispositivos necessários para se realizar a descrição técnica destes elementos. Com estas informações, o seu relatório pode ser confeccionado, e sua atividade será concluída com êxito.

Avançando na prática

Automação do processo de mistura de ingredientes para fabricação de ração para cães

Descrição da situação-problema

Um cliente fabricante de ração para cães pretende melhorar a qualidade de produto, então resolveu automatizar o processo de mistura dos ingredientes para fabricação da ração. Antes, esta dosagem era feita manualmente por operadores que acionavam válvulas por botoeiras, controlando a quantidade de cada ingrediente pelo tempo de abertura das válvulas. Foi planejado um novo sistema de mistura em que quatro ingredientes são adicionados sequencialmente e misturados por um período de tempo para homogeneizar o produto. O cliente está na dúvida, pois foi informado de que haveria melhora na precisão do sistema porque não seria mais controlado pelo tempo de abertura das válvulas, e sim por eventos. Por este motivo, o cliente precisa de um breve entendimento a respeito dos dispositivos que serão utilizados para controlar a dosagem dos ingredientes para a mistura que compõe a ração que ele fabrica, a fim de esclarecer os seguintes questionamentos: quais dispositivos de atuação serão necessários? Quais dispositivos de sensoriamento resolverão o problema? Como será a nova estratégia de controle? É necessário elaborar um relatório técnico propondo uma listagem mínima de elementos finais para controlar a dosagem dos ingredientes para a mistura.

Resolução da situação-problema

Para a descrição dos novos elementos finais, vamos considerar que existem cinco classes fundamentais de dispositivos:

- Dispositivo de comando - para acionar o sistema, é necessário ter uma botoeira do tipo liga/desliga.
- Dispositivo de monitoração – para que o operador saiba em que estado está o sistema, podem ser usados cinco LEDs em um painel de controle junto com a botoeira: (i) Led_0 – quando acionado, indica que o misturador está disponível para ser usado; (ii) Led_1, Led_2, Led_3 e Led_4 indicam que os ingredientes I1, I2, I3, e I4 já foram realizados, respectivamente.
- Dispositivo de sensoriamento – são sensores de nível que podem ser colocados no misturador indicando quando o ingrediente atingiu a dosagem planejada. Por exemplo, os sensores S1, S2, S3 e S4 vão medir a dosagem dos ingredientes I1, I2, I3, e I4, respectivamente.
- Dispositivo de atuação – a cada ingrediente associa-se uma válvula V1, V2, V3 e V4 para entrada do ingrediente no tanque.

Com estes novos dispositivos, pode ser utilizado um CLP para controlar o carregamento do misturador. Após completar o tanque com os ingredientes, o controlador pode automaticamente agitar a mistura e descarregar a ração pronta. Como os sensores vão identificar automaticamente o nível dos ingredientes, o respectivo sensor gera um evento quando atingido o nível desejado, resolvendo o problema de imprecisão que um controle temporizado poderia causar. Desta forma, obteve-se uma nova solução de automação para a produção da ração.

Faça valer a pena

1. Podemos denominar objeto de controle como sendo o conjunto de elementos que constituem uma planta com o objetivo de realizar um determinado processo de fabricação. Neste contexto, verifique como completar as lacunas no texto a seguir:

Para controlar estes elementos que formam o objeto de controle, são inseridos _____ que se comunicam com o operador e com a planta. Para o controlador atuar sobre a planta, são inseridos dispositivos de _____ e de sensoriamento no objeto de controle. Por sua vez, para o

controlador se comunicar com o operador, são inseridos dispositivos de comando e de _____ no mesmo objeto de controle.

Assinale a alternativa que preenche as lacunas corretamente:

- a) controladores; monitoração; atuação.
- b) transdutores; atuação; monitoração.
- c) sensores; atuação; monitoração.
- d) controladores; atuação; monitoração.
- e) transdutores; monitoração; atuação.

2. Em um sistema de automação industrial, cada dispositivo possui a sua funcionalidade e este é um aspecto decisivo que permite a organização destes elementos em classes de dispositivos. Considere os quadros 1 e 2 descritos a seguir:

Quadro 1 – Lista de dispositivos

Código	Dispositivos
I	LED
II	Válvula solenóide
III	Transdutores

Quadro 2 – Classes de dispositivos

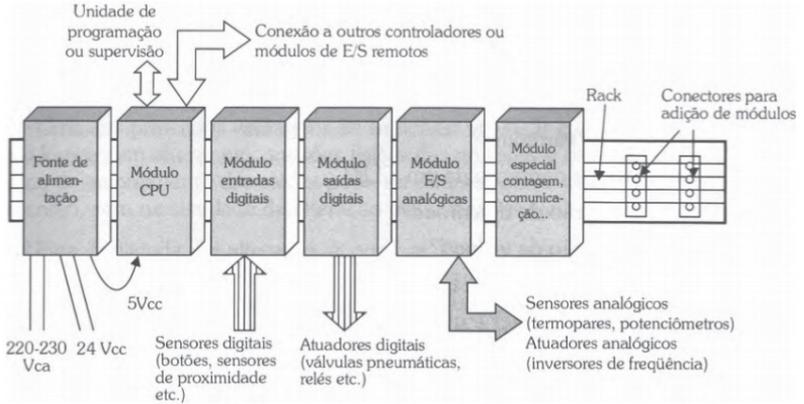
Código	Classe
A	Monitoração
B	Atuação
C	Sensoriamento

Analisando os quadros 1 e 2 apresentados, assinale a alternativa que faz a associação correta:

- a) III-A; II-B; I-C.
- b) II-A; I-B; III-C.
- c) I-A; II-B; III-C.
- d) I-A; III-B; II-C.
- e) II-A; III-B; I-C.

3. Para a alocação de sinais de entrada e saída em um controlador programável existem vários aspectos que podem ser observados na Figura 3.3 a seguir, em que diferentes sinais da planta são enviados para o controlador e uma série de sinais é enviada para a planta a partir do controlador em questão.

Figura 3.3 | Arquitetura de um controlador modular



Fonte: Franchi e Camargo (2008, p. 43).

Analise a Figura 3.3 de acordo com o contexto apresentado e assinale a alternativa correta:

- a) As entradas digitais não admitem mais que dois valores lógicos em suas variáveis.
- b) As entradas digitais podem ser utilizadas para sinais discretos no tempo.
- c) As entradas analógicas podem receber sinais digitais.
- d) As válvulas solenóides do tipo abre/fecha devem ser alimentadas por saídas analógicas por causa da potência que é consumida.
- e) As entradas digitais admitem até dez valores lógicos em suas variáveis.

Seção 3.2

Especificação das redes de comunicação

Diálogo aberto

Há uma tendência nos sistemas de produção atuais que aponta para o uso de recursos cada vez mais inteligentes e autônomos. Isto é justificado pelo fato de terem como alvo a fabricação de produtos baseando-se no conceito de automação que avança continuamente.

Você já teve experiência em desenvolver o planejamento de um projeto de automação industrial e realizar a descrição técnica dos elementos físicos que devem estar presentes em um sistema de automação industrial, cuja função é misturar um soluto baseado em soda cáustica com solvente em um tanque de mistura A; misturar um desengraxante com solvente em um tanque B; realizar a medição de um volume fixo de neutralizador em um tanque de medição N, que deve ser previamente aquecido, e misturar o conteúdo dos três tanques em um tanque aerador P para obtenção do produto final.

Agora você está envolvido em especificar os protocolos das redes industriais que podem ser utilizados no processo de fabricação de detergente industrial. Este sistema deve possuir os seguintes elementos:

- i. Uma botoeira de comando para acionar o sistema e um LED para monitorar sua disponibilidade para iniciar um novo processo de mistura.
- ii. Um aquecedor e um aerador, mais três misturadores (AM, BM e PM) distribuídos nos três tanques de mistura.
- iii. Nove válvulas solenóide para o controle de fluidos nos tanques (AV0, AV1, AV2, BV0, BV1, BV2, NV0, NV1 e PV0).

- iv. Dez sensores de nível nos tanques (ALV0, ALV1, ALV2, BLV0, BLV1, BLV2, NLV0, NLV1, PLV0 e PLV1).

Além disso, seu cliente deseja implementar uma arquitetura de controle distribuída com um sistema supervisor que monitora um CLP conectado aos elementos do sistema.

Seu cliente precisa de uma especificação técnica da rede industrial que será necessária para compor a documentação técnica do projeto, e você ficou responsável por esta parte do trabalho.

Como iniciaria esta especificação?

Quais são os pontos importantes a serem incluídos?

Elabore um relatório técnico para esclarecer como iniciaria esta especificação e quais os pontos importantes a serem incluídos no procedimento que você for adotar.

Para vencer este desafio, você verá inicialmente como as redes de comunicação industrial estão organizadas na Pirâmide da Automação e estudará como os controladores são organizados para compor sistemas de controle distribuídos. Na sequência, você será orientado a respeito de como especificar uma rede de comunicação industrial e conhecerá detalhes a respeito da topologia física das redes, baseado na planta do sistema de automação industrial.

Com este estudo, você será capacitado para desenvolver a especificação dessas redes para compor os projetos de automação industrial.

Bons estudos!

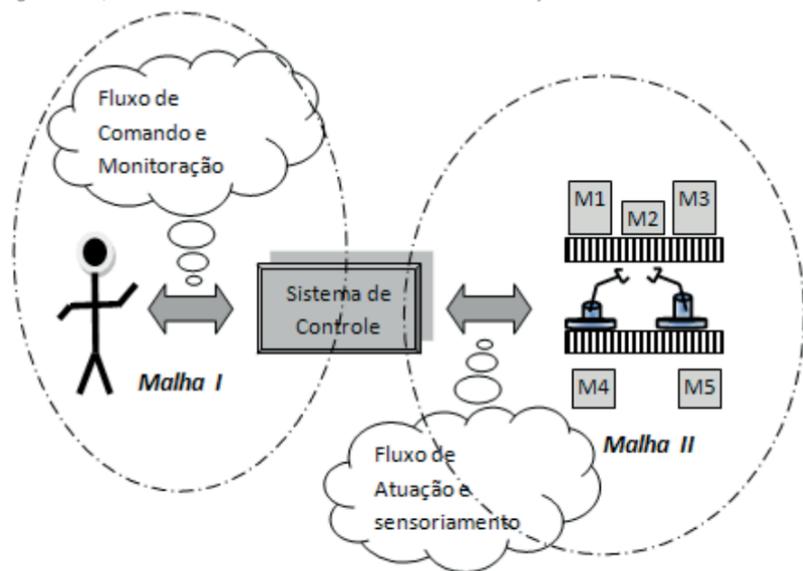
Não pode faltar

Layout das redes de acordo com a pirâmide da automação

Um sistema de controle de um sistema de automação industrial é capaz de orquestrar toda a comunicação necessária para manter o controle de fabricação de seus produtos.

Basicamente, esses sistemas de controle executam duas malhas de comunicação: de um lado, comunicam-se com o operador que supervisiona a execução dos processos e, de outro lado, controlam o fluxo das informações para manter a planta em operação. A Figura 3.5 ilustra estas duas malhas. Como o controle é realizado em chão de fábrica, este sistema de controle é denominado sistema de controle local.

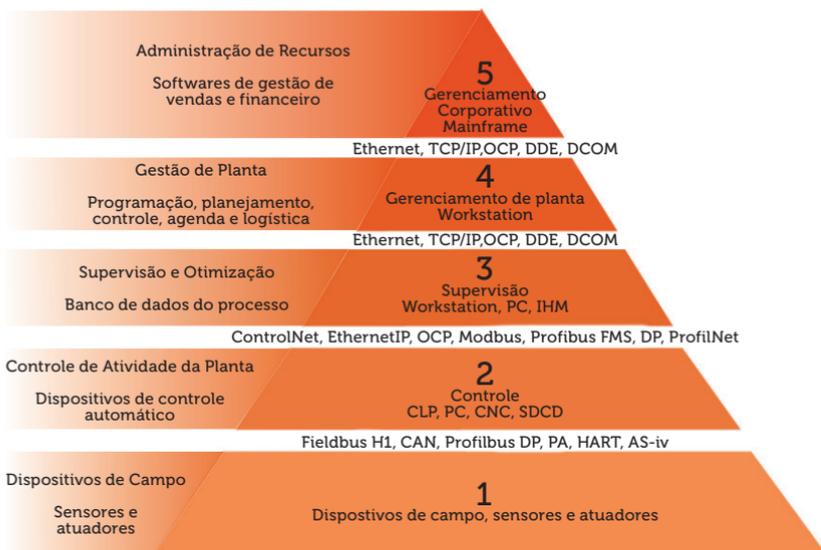
Figura 3.5 | Malhas de controle em sistema de automação industrial



Fonte: elaborada pelo autor.

Esta é uma visão apenas do fluxo de informações que acontece no contexto de chão de fábrica, ou seja, a informação pode estar distribuída, mas apenas neste contexto. Por sua vez, esta parte do sistema de produção pode estar integrada a outros sistemas de uma organização, conforme ilustrado pela pirâmide da automação na Figura 3.6. De acordo com Roure (2018), o objetivo da Pirâmide é mostrar os diferentes serviços que compõem o ambiente de automação industrial organizado em níveis hierárquicos e, para que ocorra a integração entre os elementos de um mesmo nível e entre níveis diferentes, é necessária a existência de redes de comunicação.

Figura 3.6 | Pirâmide da automação industrial



Fonte: Roure (2018, p. 1).



Assimile

Para especificar as redes de comunicação necessárias para integrar os diversos níveis da pirâmide da automação, é necessário conhecer o conjunto de elementos e atividades que são realizadas em cada nível. Desta forma, é possível saber quais tipos de informação fluem em cada contexto para que as redes de comunicação sejam dimensionadas de forma coerente. Portanto, têm-se:

- No nível 1 estão os elementos finais de controle que correspondem aos sensores e atuadores que trabalham diretamente na planta.
- No nível 2 estão os controladores locais, que são os CLPs (Controladores Lógicos Programáveis) e os SDCDs (Sistemas Digitais de Controle Distribuído).
- No nível 3 estão dispostas as IHM (Interface Homem Máquina) e os sistemas supervisórios SCADA (Sistema de Controle

e Aquisição de Dados) para o controle da qualidade e da produtividade, envolvendo o acesso a bancos de dados e também a expedição de relatórios e estatísticas.

- No nível 4 estão dispostos os sistemas que cuidam da organização dos recursos necessários para manter a produção na planta a partir da atuação de sistemas MES (Sistemas de Execução da Manufatura).
- No nível 5 estão sendo realizadas as regras de negócios da empresa e envolve a aplicação de sistemas ERP (Gestão de Planejamento Corporativo).

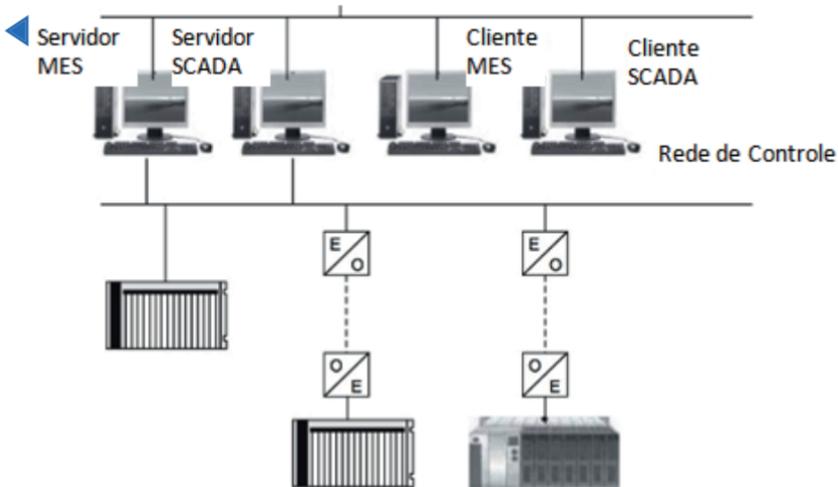
Portanto, para o projeto das redes de comunicação que complementam o desenvolvimento de um projeto de automação industrial, é necessário fazer um levantamento inicial de como funciona o fluxo de informações segundo o paradigma da pirâmide da automação, suportada pela norma ISA-95 (MORAES; CASTRUCCI, 2010). A partir deste referencial, deve-se estabelecer o nível de integração que se deseja implantar no projeto de automação, uma vez que existe a possibilidade de introduzir soluções tecnológicas que viabilizam o fluxo de dados de forma automática, desde a planta industrial até o sistema de gestão corporativo.

Arquitetura do sistema de controle distribuído

De acordo com Santos (2014), uma das arquiteturas mais praticadas contém duas redes: uma de informações gerenciais e uma especificamente voltada para o controle, conforme indicado na Figura 3.7.

Figura 3.7 | Arquitetura de uma rede de comunicação para sistema distribuído





Fonte: Santos (2014, p. 60).

Neste modelo simplificado existe um servidor ERP, responsável pelas informações de planejamento que são enviadas para a camada inferior responsável pela execução daquilo que foi planejado, tendo que realizar as estratégias de controle. Portanto, neste nível encontram-se os recursos utilizados para realização dos processos produtivos envolvendo as diferentes máquinas e também os dispositivos de atuação e sensoriamento necessários.

Observando a Figura 3.7, percebe-se que as estações clientes obtêm dados do servidor ERP por meio da rede de informação. Por sua vez, as estações servidoras comunicam-se com os recursos de chão de fábrica através da rede de controle.

Neste tipo de solução tecnológica é comum a utilização de redes Ethernet. Visando a separação lógica entre as redes, utiliza-se como elemento-chave switches que são comutadores para implementar uma rede determinística.

Especificação de uma rede de comunicação industrial

Para que um projetista possa especificar uma rede industrial adequada às necessidades de um sistema de automação industrial, é necessário verificar um conjunto de aspectos (SANTOS, 2014):

- Observação do arranjo físico – é necessário fazer um levantamento das áreas que possuem os recursos para produção, a fim de verificar a distância entre elas e os sistemas de controle existentes.
- Configuração dos dispositivos – levantamento das características como tempo de transmissão, frequência de transmissão e volume de dados. Outro ponto chave é verificar a compatibilidade entre os produtos a serem integrados pela rede e também o suporte nacional que é oferecido, a necessidade de adequação a normas internacionais e a possibilidade de uso de redes proprietárias.
- Projeção para expansão – avaliar a possibilidade de expansão de uso para os próximos anos.
- Interferências e agressividade do ambiente – é necessário avaliar a questão de interferências que possam ocorrer via ondas eletromagnéticas e também a questão de agressão química por meio de agentes oxidantes e corrosivos.
- Salas de controle de operação – o tipo de produção pode ser centralizado, com uma central de controle envolvendo painéis com grande quantidade de sinais de monitoração ou podem ser sistemas distribuídos que operam células de produção, por exemplo.
- Conexão com unidades fora das áreas de produção – interligação com redes ou cadeias produtivas envolvendo distribuição, por exemplo, escritórios centrais, etc.
- Política de segurança – planejar a questão de manutenção de cópia de dados de produção.
- Política de capacitação dos operadores – todos os envolvidos devem ser reciclados quando novas tecnologias envolvendo redes de comunicação e dispositivos inteligentes autônomos estejam presentes nesta rede.

Desta forma, há um conjunto de características presente nos níveis de automação, que devem ser consideradas para o projeto das redes de comunicação presentes, conforme destacado na Figura 3.6:

- Entre os níveis 1 e 2:
 - Utilizam-se, por exemplo, as redes Fieldbus H1; CAN, Profibus DP, Profibus PA, HART e AS-i.
 - Frequência de transmissão: 1 KHz.
 - Tempo de transmissão: 1 a 10 ms.
 - Complexidade dos dados: bits.
- Entre os níveis 2 e 3:
 - Utilizam-se, por exemplo, as redes ControlNet, EthernetIP, Modbus, Profibus DP, Profibus FMS e Profinet.
 - Frequência de transmissão: 10 a 100 Hz.
 - Tempo de transmissão: 100 us a 100 ms.
 - Complexidade dos dados: byte.
- Entre os níveis 3 e 4:
 - Utilizam-se, por exemplo, as redes Ethernet, TCP/IP, OCP, DDE e DCOM.
 - Frequência de transmissão: período de minutos até horas.
 - Tempo de transmissão: segundos.
 - Complexidade dos dados: Kbytes.
- Entre os níveis 4 e 5:
 - Utilizam-se também as redes Ethernet, TCP/IP, OCP, DDE e DCOM.
 - Frequência de transmissão: período de turnos até dias.
 - Tempo de transmissão: de minutos até horas.
 - Complexidade dos dados: Mbytes.

Considerando estes aspectos, é possível associar a cada nível o protocolo mais adequado de rede de comunicação.



Um dos grandes desafios de um projetista de redes é ter uma noção dos tempos de resposta oferecidos em cada nível de hierarquia presente na organização, que está integrada desde o planejamento (ERP) até o controle de chão de fábrica. Considere o caso de uma indústria de manufatura (fabricação de móveis de escritório) em que não há processos contínuos. Esta empresa está passando por um processo de modernização e o objetivo é implantar um sistema de operação remota para distribuição das demandas de fabricação para as suas três filiais em SP, MG e SC. Para isto, o gestor de tecnologia responsável pelo projeto de modernização pretende utilizar redes Ethernet. Contudo, é preciso saber se existe o risco de a comunicação entre as três filiais ser ineficaz e perder o controle e, assim, não cumprir o planejamento efetuado, o que causaria um colapso no cumprimento dos prazos de entrega.

Uma vez que o problema é de planejamento de redes industriais, espera-se que o gestor aplique um procedimento para que não haja fracassos em seu projeto. O ponto de partida deve ser verificar o arranjo físico. No presente caso, trata-se de três filiais de uma empresa que estão geograficamente distantes. Como a questão é distribuir as ordens de produção baseado no planejamento, então estamos atuando no nível corporativo da pirâmide da automação. Com isto, a necessidade é de uma rede que atue nos níveis 4-5. As especificações para este contexto são:

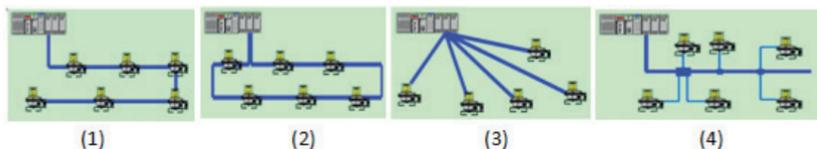
- Frequência de transmissão: período de turnos até dias.
- Tempo de transmissão: de minutos até horas.
- Complexidade dos dados: Mbytes.

Portanto, o gestor responsável pela modernização deve atentar para o fato de que o tempo de transmissão pode até chegar a ser de minutos ou horas, sem prejudicar a manutenção do controle daquilo que é planejado pelo sistema corporativo da empresa.

Topologia física da rede considerando a planta industrial

De acordo com Azevedo e Souza (2017), existem diferentes topologias que podem ser utilizadas, conforme ilustrado na Figura 3.8.

Figura 3.8 | Topologias de redes industriais possíveis: (1) Barramento, (2) Anel, (3) Estrela e (4) Árvore



Fonte: adaptada de Azevedo e Souza (2017, p. 2).

Segundo Lugli e Santos (2012), a de maior aplicação é a de barramento, porque é versátil para a conexão de dispositivos de diferentes fabricantes, atinge distâncias maiores que as outras topologias, causa menos gasto com cabeamento e tem grande facilidade de operação e instalação.

Destacam-se também os protocolos para redes industriais sem fio, mas o projetista deve ficar atento se o protocolo escolhido atende aos requisitos de controle envolvendo tempos de transmissão, conforme discutido anteriormente e mostrado na Figura 3.9.

Figura 3.9 | Redes industriais sem fio

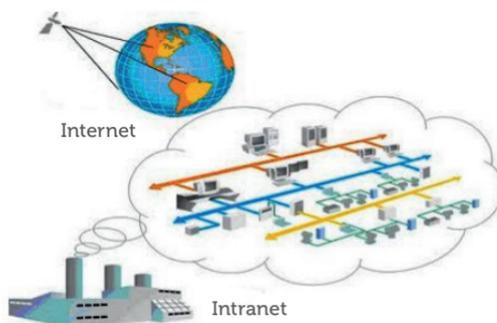


Fonte: adaptada de Lugli e Santos (2012, p. 4).

Por fim, a Figura 3.10 mostra o cenário atual de comunicação de uma rede industrial conectada à internet. É importante destacar que, neste caso, dependendo da distância física entre as partes que se comunicam, o tempo de propagação do sinal pode chegar a dezenas de segundos. Por exemplo, os sistemas

PIMS (Sistema de Gerenciamento das Informações da Planta) têm a capacidade de coletar dados dos processos que ocorrem na planta para armazenar em um banco de dados e, utilizando o acesso à internet, disponibiliza esses dados de diferentes formas para gerar conhecimento para aprimorar os negócios de uma organização. Com o crescente aumento do volume desses dados, a tendência é utilizar computação em nuvem para novos desafios. Portanto, dependendo do objetivo, a conexão em tempo real precisa ser em milissegundos (quando em contato com o chão de fábrica) ou pode envolver segundos quando o fluxo é de informações gerenciais e de negócios.

Figura 3.10 | Rede industrial conectada à internet



Fonte: adaptada de Lugli e Santos (2012, p. 4).



Refleta

Considerando o avanço tecnológico dos meios de comunicação e a tendência das empresas de organizarem sua produção envolvendo a parceria com outros fornecedores, torna-se vital a competência dela em realizar o planejamento de sua produção utilizando a internet como rede de comunicação.

Com isto, formam-se entre fabricantes cadeias produtivas fortemente conectadas que precisam planejar e executar a sua produção com excelência.

Se o acesso à internet é vital, como você se posiciona com relação ao seu uso? É confiável para realizar o controle da produção por meio do uso dela?



Um dos assuntos ligados à automação industrial é a Indústria 4.0 e seu impacto na questão das redes de comunicação. Uma vez que a rede PROFINET baseia-se em Ethernet Industrial, torna-se interessante para ser utilizada no contexto de Indústria 4.0, que requer elevados níveis de conectividade. Pesquise maiores detalhes sobre este tema em:

ROURE, M. **Pirâmide da Automação Industrial – Entenda de uma vez por todas!** Instrumentação e Controle, publicado em 26 fev. 2018 e atualizado em 11 jun. 2018. Disponível em: <<http://bit.ly/2wnvWo7>>. Acesso em: 24 ago. 2018.

Sem medo de errar

Você é o gestor técnico envolvido em especificar os protocolos das redes industriais que podem ser utilizados no processo de fabricação de detergente industrial, que possui os seguintes elementos:

- i. Uma botoeira de comando para acionar o sistema e um LED para monitorar a disponibilidade do mesmo para iniciar um novo processo de mistura.
- ii. Um aquecedor e um aerador, mais três misturadores (AM, BM e PM) distribuídos nos três tanques de mistura.
- iii. Nove válvulas solenóide para o controle de fluidos nos tanques (AV0, AV1, AV2, BV0, BV1, BV2, NV0, NV1 e PV0).
- iv. Dez sensores de nível nos tanques (ALV0, ALV1, ALV2, BLV0, BLV1, BLV2, NLV0, NLV1, PLV0 e PLV1).

Além disso, seu cliente pretende implantar uma arquitetura de controle distribuída contendo um sistema de controle supervisorío que atue sobre o CLP que realiza o controle local do sistema.

Seu cliente precisa de uma especificação da rede industrial que será necessária para compor a documentação técnica do projeto, e você ficou responsável por esta parte do trabalho. Para isto, é necessário elaborar um relatório técnico para esclarecer como iniciaria esta especificação e quais os pontos importantes a serem incluídos.

Esboço do relatório

Para iniciar o procedimento de especificação da rede, é necessário retomar o diagrama esquemático do sistema de fabricação de detergente (Figura 3.11 (a)) e aplicar o procedimento para especificar a rede industrial, conforme visto anteriormente:

- Observação do arranjo físico – os tanques A, B e N são de 500 L e possuem diâmetro de 0,80 m e altura de 1,35 m. O tanque PL possui diâmetro de 1,30 m e altura de 2,10 m. A área total estimada é de 35 m², com espaço entre tanques de 1,00 m. Em termos de controladores, a previsão é utilizar um CLP para controle local e um computador industrial para o controle supervisorio (SCADA).
- Configuração dos dispositivos – trata-se de um conjunto de 10 sensores de nível e de 9 válvulas solenóide que se distribuem na planta para conexão com CLP local. Compatível com os níveis 1-2 da pirâmide da automação com os seguintes requisitos:
 - Frequência de transmissão: 1 KHz.
 - Tempo de transmissão: 1 a 10 ms.
 - Complexidade dos dados: bits.
 - Neste caso, pode ser utilizada uma rede AS-i, por exemplo.

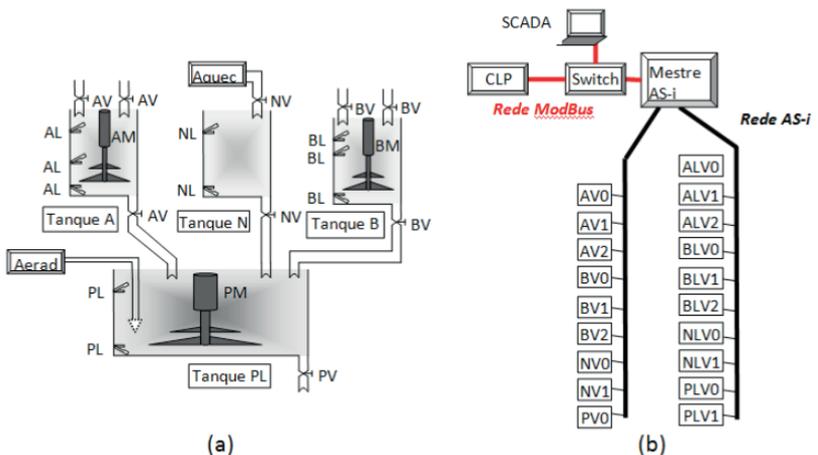
Além disso, será necessário conectar o CLP ao sistema supervisorio. É compatível com os níveis 2-3 da pirâmide da automação com os seguintes requisitos:

- Frequência de transmissão: 10 a 100 Hz.
- Tempo de transmissão: 100 us a 100 ms.
- Complexidade dos dados: byte.
- Neste caso pode ser utilizada uma rede Modbus, por exemplo, para conectar o CLP ao PC Industrial.
- Projeção para expansão – pode existir a previsão de expansão da produção multiplicando estas células de mistura.

- Interferências e agressividade do ambiente – como se trata da fabricação de detergente industrial, pode haver agentes químicos.
- Salas de controle de operação – uma vez que o cliente pretende implantar um sistema de controle supervisorio, o PC Industrial deve ficar em uma sala de controle isolada do restante do sistema de produção.
- Conexão com unidades fora das áreas de produção – não há previsão.
- Política de segurança – o sistema supervisorio SCADA pode realizar a emissão de relatórios e realizar a cópia de dados de produção.
- Política de capacitação dos operadores – uma vez que não havia sistema supervisorio, o controle era efetuado por operadores de painéis de controle locais, junto à planta. Portanto, será necessário reciclar os operadores para que dominem a tecnologia de sistemas SCADA.

Desta forma, obtém-se uma proposta de redes industriais para o sistema em estudo, conforme apresentado na Figura 3.11 (b).

Figura 3.11 | (a) Diagrama esquemático do sistema de fabricação de detergente; e (b) redes industriais propostas.



Fonte: elaborada pelo autor.

Para o desenvolvimento de um projeto de automação, é fundamental que você, gestor de tecnologia, domine também procedimentos específicos para o projeto das redes de comunicação, a fim de atender às necessidades do projeto de automação de forma adequada.

Avançando na prática

Cabeamento eficiente

Descrição da situação-problema

Você foi contratado como gestor de tecnologia para atuar em uma empresa que precisa fazer manutenção no cabeamento da rede industrial local de um de seus centros de custo em que há um processo de fabricação de produtos de manufatura. A solução implantada atualmente consiste em uma rede industrial do tipo estrela. Seu cliente quer economizar com cabeamento e deseja saber se deve mudar o protocolo Hart para o controle de chão de fábrica dos dispositivos, que é utilizado atualmente. Qual é sua posição a esse respeito? Qual é a solução mais adequada para economia de cabo e, ao mesmo tempo, atender às necessidades das malhas de controle locais em chão de fábrica? Que procedimento você aplicaria para fazer esta análise? Elabore um relatório técnico sobre a sua proposta de manutenção que diminua o gasto com cabeamento.

Resolução da situação-problema

Para a solução deste problema, é fundamental que seja aplicado um procedimento de projeto de redes. Neste contexto, o ponto de partida precisa ser a investigação do arranjo físico. Se foi utilizada uma topologia em estrela para a rede de comunicação atual, então é necessário rever esta posição. O problema deste tipo de topologia relaciona-se à questão de que os cabos não são compartilhados para comunicação entre diferentes pares do tipo cliente/servidor.

Portanto, para cada novo dispositivo que se comunica com o sistema de controle, é necessário instalar um novo cabo. Então, trata-se de uma estrutura ineficiente, e a situação se agrava à medida que o número de entradas e saídas aumenta por alguma atualização tecnológica na planta. Como alternativa, tem-se a topologia em barramento, muito conhecida e indicada por causa de sua eficiência. Uma das justificativas para o uso desta topologia é que ela traz uma grande economia de cabeamento sem perder a robustez da topologia em estrela, ou seja, ainda que um determinado elemento da rede falhe, isto não afetará a conexão dos outros elementos.

O outro aspecto que precisa ser analisado diz respeito à questão de uso de protocolo de redes.

Voltando a aplicar o procedimento para projeto de redes, o escopo a ser analisado está associado à configuração dos dispositivos que precisam ser inseridos na rede industrial. Como se trata de uma rede local, então deve estar conectado aos elementos de produção presentes em chão de fábrica, que determinam as seguintes especificações, pertinentes ao nível 1-2 da pirâmide da automação:

- Frequência de transmissão: 1 KHz.
- Tempo de transmissão: 1 a 10 ms.
- Complexidade dos dados: bits.

Observa-se que um protocolo interessante pode ser o Hart, não necessitando mudar o protocolo. Desta forma, foi possível analisar o problema de manutenção de forma sistemática.

Faça valer a pena

1. A arquitetura de sistemas de controle distribuído é predominante em sistema de automação industrial.

Preencha as lacunas no texto a seguir:

Um exemplo básico de arquitetura de controle distribuído apresenta um sistema de controle que desempenha a função de servidor _____, outro que representa um sistema de controle supervisorio _____ e outro que representa um sistema de controle local via _____.

Assinale a alternativa que preenche as lacunas corretamente:

- a) SCADA; ERP; CLP.
- b) CLP; SCADA; ERP.
- c) ERP; SCADA; CLP.
- d) ERP; CLP; SCADA.
- e) CLP; SCADA; CLP.

2. Para o projeto de redes industriais, é importante aplicar um procedimento. Com relação a isto, você diria que:

A observação do arranjo físico é facultativa.

É importante avaliar a projeção para expansão.

Cuidar da questão de agressão e interferências do ambiente faz parte do processo.

Assinale a alternativa que atribui corretamente Verdadeiro ou Falso a cada uma das afirmações:

- a) V-V-V.
- b) V-F-V.
- c) F-V-V.
- d) F-V-V.
- e) F-F-V.

3. Atualmente, um ponto de destaque é a utilização de redes industriais sem fio. Considerando este cenário, você afirmaria que:

- I. As redes sem fio não possuem problemas de interferência eletromagnética em chão de fábrica.
- II. Existe uma grande variedade de elementos finais de controle que possuem esta tecnologia embarcada.
- III. Não é necessário preocupar-se quanto a atender requisitos de tempo real para o controle.

Assinale a alternativa correta com relação às afirmações propostas:

- a) Somente a afirmação I é verdadeira.
- b) Somente a afirmação II é verdadeira.
- c) Somente a afirmação III é verdadeira.
- d) Somente as afirmações I e II são verdadeiras.
- e) Somente as afirmações I e III são verdadeiras.

Seção 3.3

Desenvolvimento do software de controle

Diálogo aberto

Para o desenvolvimento dos programas de controle em um sistema de automação industrial é fundamental que exista um método para o seu desenvolvimento, pois isso agiliza o processo de realização e otimiza os resultados esperados para essa fase.

Você está responsável por realizar o projeto de um sistema que tem a função de misturar um soluto baseado em soda cáustica com solvente em um Tanque de mistura A; misturar um desengraxante com solvente em um Tanque B; realizar a medição de um volume fixo de neutralizador em um Tanque de Medição N, que deve ser previamente aquecido; e misturar o conteúdo dos três tanques em um Tanque aerador P para obtenção do produto final. Você já teve a experiência de desenvolver o planejamento de um projeto de automação industrial e de realizar a descrição técnica dos seus elementos físicos. Depois, foi capacitado para especificar a rede de comunicação para integrar esse sistema.

Agora, você está comprometido com o desafio de definir a programação dos controladores locais para o processo de fabricação desse detergente industrial.

Para que o processo seja realizado de forma automática, existe a necessidade de se desenvolver o programa de controle, de modo a evitar a realização de operações manuais que possam comprometer a precisão da dosagem das misturas ocorridas nos tanques. Seu cliente precisa de uma especificação técnica que contemple respostas para as seguintes questões:

- Como pode ser estruturado o programa de controle baseado nas atividades que serão executadas para a fabricação do produto?

- Como obter uma especificação que sirva como documentação para manutenção ou reutilização, caso seja necessário projetar novas linhas de produtos semelhantes para o mercado?

Diante dessa situação, seu superior designou-o como responsável por elaborar um relatório técnico que descreva a programação do processo de fabricação. Dessa forma, seu cliente espera que esse modelo seja suficiente para servir como base para a programação dos controladores locais de forma sistemática.

Para ajudá-lo com essa tarefa, nesta seção conheceremos uma metodologia para desenvolver os programas de CLPs (Controladores Lógicos Programáveis) para realização de processos industriais. Na sequência, veremos como especificar sistemas supervisórios (SCADA), IHMs (Interfaces Homem Máquina) e a manutenção de bancos de dados e emissão de relatórios sobre a produção.

Assim, você será capaz de desenvolver modelos para orientar o processo de programação sistemática de controladores e sistemas supervisórios para sistemas de automação industrial.

Bom trabalho!

Não pode faltar

Programação dos módulos da lógica de controle

Para programar os módulos envolvendo a lógica de controle pode ser aplicado um princípio para programação baseado em SFC (Sequential Function Chart; ou Grafcet, como era conhecido antes de ser reconhecido como padrão internacional). Silveira e Santos (1998) propõem uma metodologia para programação de CLPs em linguagem Ladder (diagrama de relés), a partir de modelos SFC.



Metodologia para geração de diagramas Ladder

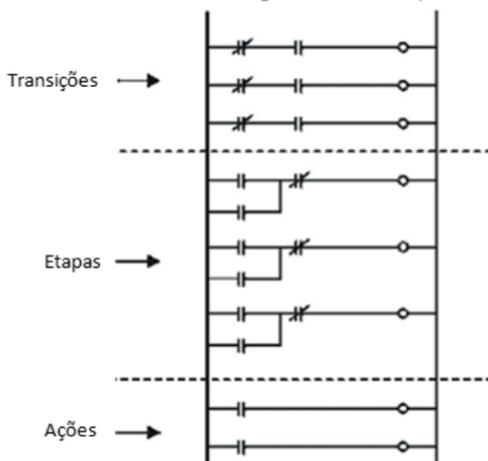
O procedimento proposto por Silveira e Santos (1998) baseia-se nos seguintes passos:

1. Obter o diagrama esquemático do sistema de automação industrial.
2. Obter a descrição textual de seu comportamento dinâmico para a realização do processo.
3. Modelar o processo em SFC.
4. Para cada uma das transições, representar uma linha do diagrama Ladder, tal que a saída seja a transição em questão e os contatos representem a condição para sua ativação, envolvendo etapas e receptividades do modelo SFC.
5. Para cada uma das etapas, representar uma linha do diagrama Ladder, de modo que a saída seja um *set* ou *reset* da respectiva etapa e os contatos sejam as transições que causam a ativação (*set*) ou desativação (*reset*) das etapas. É importante considerar que se o sistema não tiver concluído a sequência de atividades para voltar naturalmente ao seu estado inicial, a outra condição viável é que o sistema esteja no estado inicial (etapa inicial ativa) somente quando todas as etapas estiverem inativas. Portanto, essa deve ser uma das condições para ativar a etapa inicial do modelo SFC e essa linha deve fazer parte do diagrama Ladder.
6. Por fim, para cada ação prevista no modelo SFC, representar uma linha do diagrama Ladder, de modo que a saída seja a respectiva saída e o contato seja a etapa que causa essa ação.

Seguindo esses passos é possível obter um digrama Ladder interpretado e estruturado de acordo com o modelo SFC de origem.

A Figura 3.12 representa o esboço de um diagrama Ladder obtido a partir de um modelo SFC.

Figura 3.12 | Estrutura básica de um diagrama Ladder a partir de um modelo SFC



Fonte: Silveira e Santos (1998, p. 166).

Observa-se que existem vários CLPs que apresentam o recurso de programação direta em SFC, ou seja, esses programas podem ser implementados diretamente por meio de interface gráfica.

Por sua vez, existem CLPs que não têm essa facilidade e existem fabricantes desses controladores que mantêm os recursos de programação centrados em diagramas Ladder, em virtude da intensa utilização dessa linguagem para programação de CLPs em soluções de automação. Portanto, quando forem utilizados esses controladores no projeto de automação, a presente metodologia será fundamental para que os diagramas possam ser interpretados. Isso gera uma documentação técnica para o projeto que é capaz de permitir a manutenção e reutilização desses programas, algo que seria inviável sem a estruturação do diagrama provocada pelo uso dos modelos SFC.

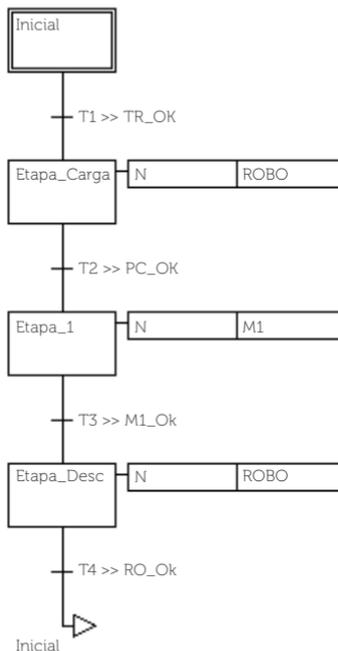
Nesse contexto, a grande vantagem da metodologia citada consiste em permitir a interpretação do código Ladder desenvolvido para que seja viável realizar manutenção ou possível reutilização, quando necessário.



Considere um robô atuando em uma estação de trabalho, realizando a operação de carga e descarga, antes e após processamento. Inicialmente, assim que o transportador traz o item para ser processado, o controlador recebe o sinal TR_OK. Na Etapa_Carga o robô é acionado pelo sinal ROBO, enviado pelo controlador, para que ele carregue a peça a ser processada na estação 1. Quando a carga é realizada, o controlador recebe o sinal PC_OK. Na sequência, a máquina 1 é ativada para processar a peça por meio do sinal de atuação M1, enviado pelo controlador. Assim que o processamento termina, o controlador recebe o sinal M1_Ok. O programa de controle evolui para a próxima etapa e envia um sinal ROBO, para que o robô realize a descarga. Quando o robô termina a tarefa, ele envia para o controlador o sinal RO_Ok. Nesse instante, o controlador volta para o estado inicial.

O modelo SFC está representado na Figura 3.13, em que os sensores enviam os sinais TRANSP_OK.

Figura 3.13 | Modelo SFC da operação da célula de manufatura

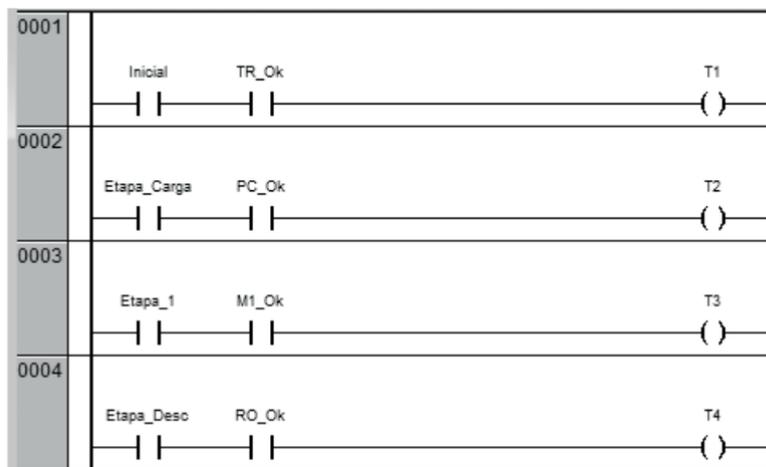


Fonte: elaborada pelo autor.

Para obter-se o diagrama Ladder equivalente, vamos aplicar a metodologia proposta:

1. Ativação das transições: em cada transição deve ser observada a receptividade (sinais externos que são enviados para o controlador) e as etapas de entrada que são pré-condições para ativá-la. Nesse contexto, para as transições T1, T2, T3 e T4 temos o diagrama Ladder da Figura 3.14.

Figura 3.14 | Diagrama Ladder para ativação das transições

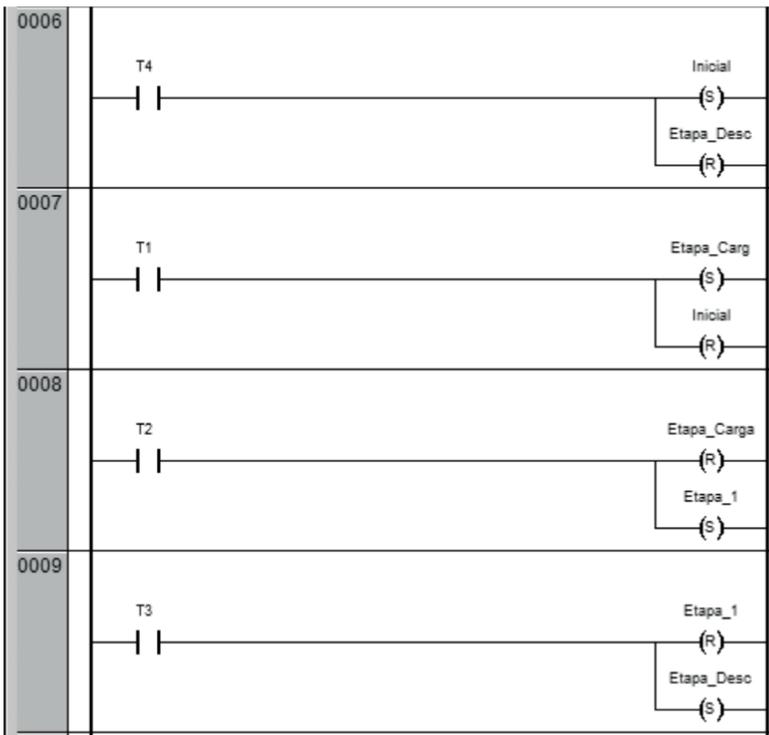


Fonte: elaborada pelo autor.

2. Ativação das etapas: deve-se observar quais são as transições que ativam (*set*) e quais as transições que desativam (*reset*) cada uma das etapas. Para as etapas Inicial, Etapa_Carga, Etapa_1 e Etapa_Desc temos o diagrama Ladder da Figura 3.15. Na etapa Inicial, se nenhuma etapa estiver ativa, deve-se avaliar se o sistema de controle necessita ser conduzido para o estado inicial.

Figura 3.15 | Diagrama Ladder para ativação das etapas

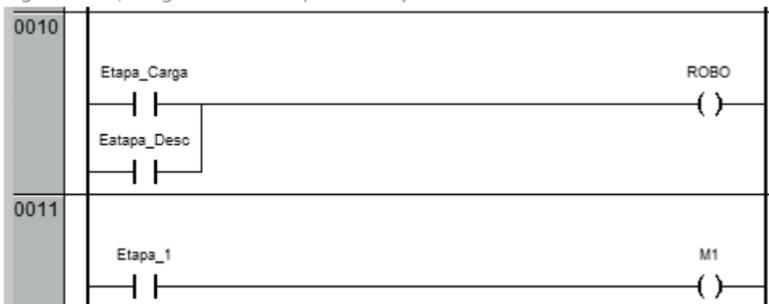




Fonte: elaborada pelo autor.

3. Ativação das ações: para ativar as saídas, basta considerar a etapa que estiver diretamente ligada a cada uma delas e colocar como condição de disparo o fato de a referida etapa estar ativa. Portanto, para as saídas **Robo** e **M1** temos o diagrama Ladder da Figura 3.16.

Figura 3.16 | Diagrama Ladder para ativação das saídas



Fonte: elaborada pelo autor.

Com isso, obtém-se o diagrama Ladder para controle do sistema de automação em estudo.

Programação do sistema de controle supervísório SCADA

Uma das primeiras questões a serem consideradas no projeto de sistemas de controle supervísório (SCADA) está relacionada à padronização. De acordo com Santos (2014), há duas padronizações importantes que devem ser consideradas:

- O uso da norma IEC 61131-3, a qual estabelece as linguagens de programação que devem ser utilizadas para programação de controladores.
- O uso do **padrão OPC** (Open Platform Communications, ou Comunicação Aberta entre Plataformas).

Por que existe essa preocupação com a padronização? Ela é fundamental para representar os requisitos que devem ser contemplados quando forem desenvolvidos os aplicativos para controlar o sistema de automação industrial. Essa preocupação já pode ser percebida no item anterior, quanto à metodologia utilizada para se programar em linguagens prescritas pela norma IEC 61131-3.

De acordo com Santos (2014) e Moraes e Castrucci (2010), para se projetar o desenvolvimento de um sistema supervísório é necessário verificar os seguintes aspectos principais:

- Descrição do processo e identificação de suas variáveis.
- Planejamento da dinâmica de navegação entre as telas e definição do formato destas.
- Especificação dos alarmes.
- Descrição do **gráfico de tendências**.
- Desenvolvimento da base de dados.
- Definição do sistema de segurança.

Para compreender o processo e suas variáveis é preciso estabelecer quais funções o sistema SCADA poderá desempenhar. Para isso, é necessário especificar os **Tagnames**, os quais representam as variáveis físicas de sensoriamento presentes no processo. Elas podem ser definidas como variáveis contínuas (caso de força, velocidade, rotação, por exemplo) ou como variáveis discretas (associadas ao estado lógico ligado ou desligado, aberto ou fechado, por exemplo). Definidas essas variáveis, você poderá realizar a monitoração dos processos remotamente. Isso implica projetar as telas apropriadas para representar um modelo de como o sistema está realizando suas funções, para que o operador possa interpretar o estado em que o sistema de automação industrial se encontra a cada instante. Além disso, poderá também realizar o comando dos processos por meio de telas de comando, para que o operador possa intervir no controle dos CLPs que atuam no nível de controle local.

Definição das interfaces IHM

A IHM é o meio de comunicação do operador com o sistema produtivo. Ela precisa ser projetada de tal forma que apresente o mínimo de informações necessárias e suficientes para o operador poder manter o controle da planta sem cometer erros. Por isso, é preciso ter cuidado com o excesso de informação ou com a falta dela, pois, em ambos os casos, estressará o operador, que poderá ficar confuso com o excesso de informação ou inseguro pela falta dela. De acordo com Santos (2014), deve-se:

- Evitar estado de monotonia e fadiga, causados por **sinóticos** muito simplificados e sem animações.
- Evitar cansaço do operador por meio de sinais que piscam de forma exaustiva ou emissão de sinais sonoros estridentes.
- Manter uma quantidade de elementos na tela compatível com a capacidade humana de monitorá-la.
- A sequência para acionamento de dispositivos ou realização de procedimentos deve ser o mais simples e lógica possível, envolvendo interação com mouse.

Santos (2014) faz algumas recomendações sobre o desenho das telas. Inicialmente, deve-se manter a consistência nos padrões de cores e símbolos utilizados nas telas e também nos botões e seus nomes, para que o usuário se acostume quando mudar de tela. Também recomenda-se utilizar a nomenclatura estabelecida pela ISA (International Society of Automation) para padronizar os comandos. Por sua vez, há ainda dois aspectos críticos que devem ser considerados no projeto de uma IHM: o planejamento de alarmes e dos gráficos de tendências.

Os alarmes devem ser analisados com muito critério, pois podem indicar situações normais que foram finalizadas ou situações anormais que requerem uma intervenção no sistema. Portanto, há duas questões que devem ser avaliadas: a descrição do contexto de cada alarme e a definição da forma como o operador poderá intervir na operação do alarme.

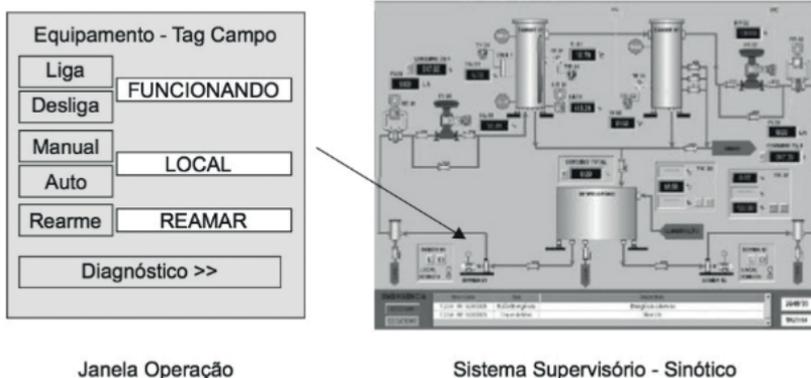
A descrição do contexto refere-se ao objetivo dos alarmes: deve ser o de formar um grupo de indicadores que seja capaz de representar o estado do sistema que se deseja identificar. Portanto, Santos (2014) propõe um questionamento para que isso seja verificado. Em primeiro lugar, devem ser selecionadas as configurações de alarmes capazes de direcionar o operador a um grupo de indicadores, para interpretar o estado desejado. Uma vez determinado esse conjunto, o próximo passo será verificar como cada alarme deverá ser acionado, de modo que o operador seja conduzido ao referido estado. Por fim, deverá ser avaliado qual o conjunto de indicadores que levam o operador a interpretar o estado real do sistema. Aplicando-se esse método, é possível definir estratégias para antecipar ações de controle que possam restaurar o sistema que estiver se desviando de seu comportamento desejado.

Quanto à questão de modos de intervenção do operador sobre a operação dos alarmes, esse profissional pode suprimir, quando reconhecer a sua ocorrência, ou pode aceitar, indicando que tomou ciência, mas não teve atitude alguma, ou pode não reconhecer. Dependendo do contexto, deve-se permitir um nível de interação entre operador e alarme que seja condizente.

A respeito dos gráficos de tendências, é importante saber que os dados utilizados nos gráficos não precisam necessariamente ser coletados em tempo real, ou seja, a partir dos CLPs que atuam em chão de fábrica. Pode ser feita uma consulta aos bancos de dados para se obter um histórico de evolução dos dados.

A Figura 3.17 ilustra um exemplo de IHM para operação remota de um equipamento via mouse.

Figura 3.17 | Operação remota de um equipamento via IHM de um sistema supervisório



Fonte: Moraes e Castrucci (2010, p. 83).



Refleta

A partir das discussões apresentadas sobre as funções de uma IHM para que o operador possa supervisionar um sistema de automação industrial, perceba que existe uma variedade de informações que precisam ser tratadas com segurança, uma vez que podem ser alteradas e modificar o comportamento do sistema e o cumprimento de seus objetivos e padrões de qualidade que foram considerados.

Diante dessa realidade, como você planejaria um sistema de segurança de acesso aos dados?

Desenvolvimento da base de dados e relatórios

Sempre que uma massa de dados for manipulada para a obtenção de informações históricas sobre o sistema, existe a possibilidade de utilização do sistema PIMS (Sistema de Gerenciamento das Informações da Planta).

Esse tipo de sistema tem a capacidade de controlar o armazenamento de informações da planta e utiliza métodos de compressão de dados para manter históricos de até cinco anos. Ele permite que você planeje o uso dos seguintes recursos:

- Reconfiguração dos sinóticos usando o conceito de *tag browser*: permite carregar *Tagnames* do dicionário de dados e inserir no sinótico.
- Customização de gráficos de tendências de acordo com as necessidades do operador.
- Sinóticos com acesso à Internet para análise de especialistas.

A partir da manipulação de dados é possível obter uma infinidade de relatórios com diferentes propósitos, como acompanhar a produção, o consumo de energia e de material, tempo de operação das máquinas, etc. Dependendo de cada contexto de colaboradores da organização, um tipo de relatório poderá ser gerado. Por fim, selecionados os atributos que devem fazer parte do relatório, bastará definir o período e o instante em que está sendo impresso.

Dessa forma, você encerra mais uma unidade de estudos. Nela, você foi capacitado a especificar os elementos do sistema de controle e desenvolvimento do software de programação para um projeto de automação industrial.



Pesquise mais

Um assunto interessante para ser pesquisado em termos de desenvolvimento de sistemas supervisório é o planejamento de IHMs. Pesquise sobre o assunto no material indicado a seguir:

SANTOS, M. M. D. **Supervisão de sistemas:** funcionalidades e aplicações. 1. ed. São Paulo: Érica, 2014. p. 97-107. [Minha Biblioteca]. Disponível em: <<https://goo.gl/97L3kr>>. Acesso em: 9 jul. 2018.

Sem medo de errar

Agora, você está comprometido com o desafio de definir a programação dos controladores locais para o processo

de fabricação de um detergente industrial, o qual deverá ser constituído pela mistura de um soluto baseado em soda cáustica com solvente em um Tanque de mistura A; mais a mistura de um desengraxante com solvente em um Tanque B; mais um volume fixo de neutralizador em um Tanque de Medição N, que deve ser previamente aquecido e misturado ao conteúdo dos três tanques em um Tanque aerador P para obtenção do produto final.

Para que o processo seja realizado de forma automática, existe a necessidade de se desenvolver o programa de controle de tal forma que evite a realização de operações manuais, as quais podem comprometer a precisão da dosagem das misturas que ocorrem nos tanques. Seu cliente precisa de uma especificação técnica que contemple uma estruturação do programa de controle, baseado nas atividades que serão executadas para a fabricação do produto. Além disso, é necessário obter uma especificação que sirva como documentação para manutenção ou reutilização, caso seja necessário projetar novas linhas de produtos semelhantes para o mercado. Diante dessa realidade, seu superior designou-o como responsável por elaborar um relatório técnico que contenha uma descrição da programação do processo de fabricação.

Esboço do relatório

Para que o modelo a ser desenvolvido sirva como base para programação do controlador local, é necessário utilizar modelos SFC. Vamos dividir o modelo SFC do processo em três partes:

Parte 1: partida do sistema (Figura 3.18).

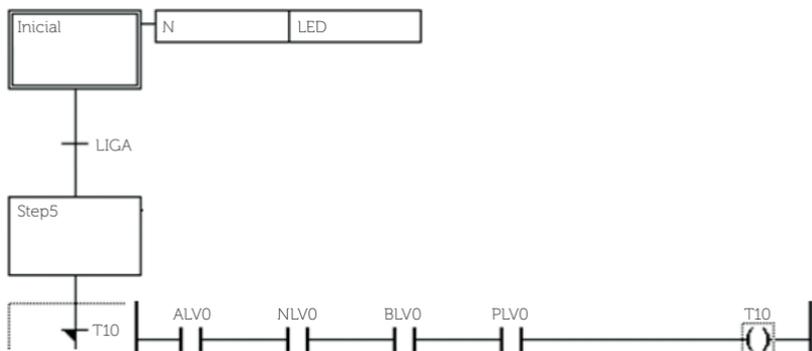
Parte 2: controle da mistura/enchimento em cada tanque: Tanque A, Tanque N e Tanque B (Figura 3.19).

Parte 3: mistura do produto final no tanque P (Figura 3.20).

A Figura 3.18 mostra a sequência de partida a partir do acionamento do botão de comando LIGA, que imediatamente retira o sistema do estado inicial, desativando o LED, o qual

indica sistema disponível. O sistema verifica se todos os tanques estão vazios por meio dos sensores ALV0, NLV0, BLV0 e PLV0. Estando todos vazios, ativa a transição T10 para iniciar o enchimento dos tanques.

Figura 3.18 | Partida do sistema



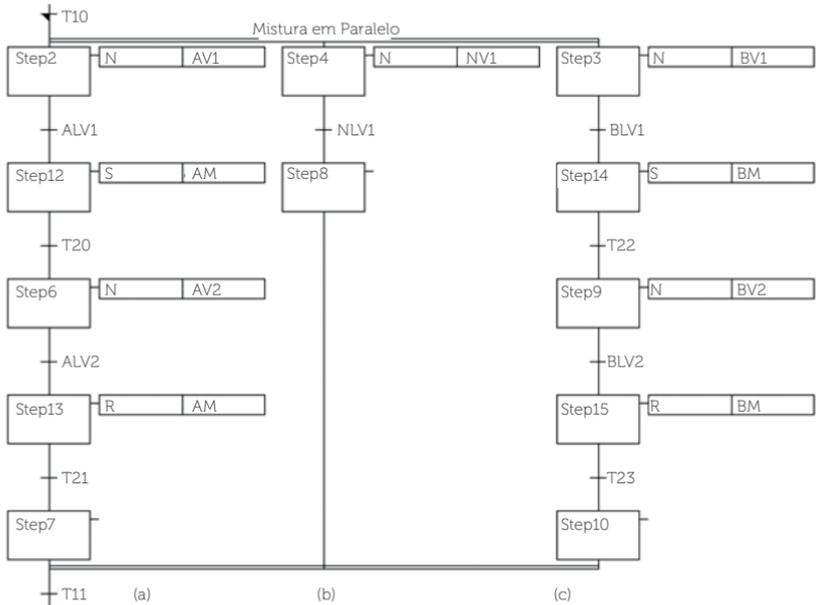
Fonte: elaborada pelo autor.

A Figura 3.19 ilustra o controle da mistura nos Tanque A e B e o controle de medição de volume no Tanque N. Os processos são executados em paralelo para se tornar mais eficiente. No Tanque A o controlador envia sinal para abrir a válvula AV1, até que o sensor indique ALV1. Daí aciona o misturador AM (operação de set (S)), evolui para a próxima etapa (step 6) em que o controlador envia sinal para abrir a válvula AV2. Assim que o nível do tanque ALV2 é atingido, o misturador é resetado pelo sinal AM. Desta forma, o sistema de controle fica aguardando os demais tanques terminarem os seus processos.

O processo no Tanque B é análogo ao do Tanque A.

A operação do tanque de medição é muito simples: o controlador envia sinal para abrir a válvula NV1 até que atinja o nível NLV1. Feito isto, o sistema de controle fica aguardando todos terminarem seus processos, ou seja, as etapas step8, step9 e step10 estarem ativas. Quando isto acontecer, a transição T11 dispara.

Figura 3.19 | Diagrama de controles: (a) controle da mistura no Tanque A; (b) controle de medição de volume no Tanque N; (c) controle da mistura no Tanque B

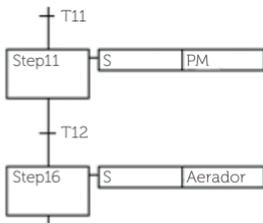


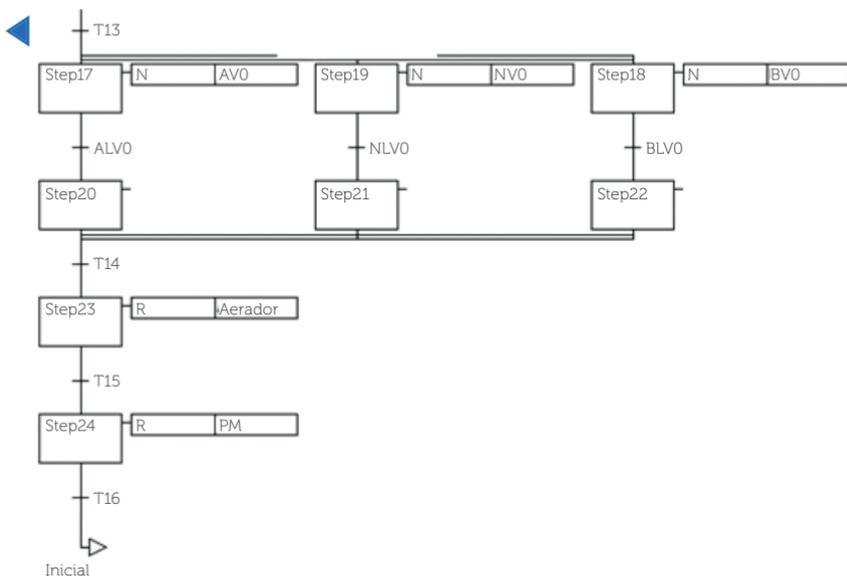
Fonte: elaborada pelo autor.

A Figura 3.20 ilustra o controle da mistura no Tanque P, que resulta no detergente e volta para o estado inicial. Primeiramente, o controlador aciona o misturador, enviando o sinal PM. Em seguida, aciona o aerador, enviando o sinal Aerador. O carregamento do conteúdo dos três tanques é transferido em paralelo, por meio da abertura das válvulas AV0, NVO e BVO, até que os níveis ALV0, NLV0 e BLV0 sejam atingidos, respectivamente.

Terminado o paralelismo, o sinal Aerador é resetado, desligando o aerador. Na sequência, reseta-se o sinal PM, que acionava o misturador. Assim, o sistema estará pronto para voltar ao estado inicial.

Figura 3.20 | Controle da mistura no Tanque P





Fonte: elaborada pelo autor.

Dessa forma, seu cliente obterá o modelo que é suficiente para servir como base para a programação sistemática dos controladores locais. Além disso, terá toda a descrição necessária para manutenção e reutilização da lógica de controle.

Avançando na prática

Projeto de sistemas SCADA

Descrição da situação-problema

Uma fábrica de manufatura está passando por um processo de modernização de sua planta com o uso de robôs industriais para manipulação de seus itens fabricados. O seu sistema de controle está sendo reestruturado e será desenvolvido um sistema do tipo SCADA para supervisionar os CLPs locais que controlam as células de manufatura. No total, a fábrica tem doze células para a fabricação de seus produtos. Uma das dificuldades encontradas é o desenvolvimento das telas de seu projeto de sistema supervisor

para melhorar a produtividade nas células de manufatura, focando a questão de utilização dos robôs para manipulação de carga e descarga das estações de trabalho nas diversas células. O objetivo é melhorar a produtividade e diminuir as paradas de manutenção corretiva dos equipamentos. Para isso, a empresa tem pesquisado com seus concorrentes que utilizam o cálculo do índice de disponibilidade de seus equipamentos, dividindo o tempo de produção efetivamente gasto pela máquina, pelo tempo planejado para aquele período.

Nesse contexto, você está responsável por definir os recursos do sistema SCADA que podem dar suporte a esse sistema produtivo. Seu cliente deseja saber como o sistema supervisor poderia ajudar a resolver o problema de gerar esse índice por turno, envolvendo os vários equipamentos em cada célula.

Resolução da situação-problema

Para a obtenção dos índices de disponibilidade dos equipamentos em cada célula é possível utilizar os bancos de dados aos quais esses sistemas têm acesso.

Portanto, a solução pode ser obtida por meio da geração de relatórios gerenciais organizados por células e em cada célula é implementada uma planilha com os dados de cada equipamento contendo:

- Período de análise dos dados: especificar data e hora de início do turno desejado.
- Especificar as células desejadas.
- Para cada célula, detalhar por equipamento os seguintes atributos:
 - Número de ocorrências de manutenção.
 - Tempo máximo de manutenção.
 - Tempo mínimo de manutenção.
 - Tempo total de manutenção.

- Índice de disponibilidade.

Com esses dados, serão formuladas planilhas com todas as informações desejadas de disponibilidade de cada equipamento, incluindo os tempos máximos de parada por equipamento, o que pode indicar problemas no programa de manutenção adotado e possibilitar a sua melhora, para aumentar a produtividade.

Faça valer a pena

1. A IHM é o meio de comunicação do operador com o sistema produtivo em sistemas SCADA. A partir desse contexto, preencha as lacunas do texto a seguir:

Uma IHM precisa ser projetada de tal forma que apresente o _____ de informações necessárias e suficientes para que o operador possa manter o controle da planta sem cometer erros. Por isso, é preciso cuidado com o excesso de informação ou a falta dela, pois ambas as situações _____ o operador, que poderá ficar confuso com o excesso de informação ou inseguro pela _____ dela.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto:

- a) mínimo; estressarão; falta.
- b) máximo; estressarão; falta.
- c) mínimo; estressarão; inconsistência.
- d) máximo; orientarão; falta.
- e) máximo; orientarão; inconsistência.

2. Para o desenvolvimento de programas para Controladores Programáveis (CLPs), um dos grandes desafios é documentá-los, de tal forma que permita a manutenção ou reutilização, principalmente quando se utilizam linguagens como diagramas Ladder.

Considerando esse contexto de programação de controladores programáveis, assinale a alternativa correta:

- a) Os diagramas Ladder são de fácil interpretação para manutenção.
- b) A modelagem em SFC não gera interpretação para os diagramas Ladder.
- c) Os diagramas Ladder podem ser usados de forma sistemática para gerar modelos SFC.
- d) O uso de diagramas Ladder facilita a reutilização de código.

- e) A ativação das transições de um modelo SFC gera, de forma sistemática, o primeiro bloco de instruções no programa equivalente em diagramas Ladder.

3. Para se projetar o desenvolvimento de um sistema supervisor é necessário verificar uma série de aspectos. A fim de desenvolver a etapa de descrição do processo e identificação de suas variáveis para a implementação de um sistema SCADA, com o objetivo de solucionar um determinado problema, você afirmaria que:

- I. É necessário definir as funções que o sistema SCADA deve realizar.
- II. *Tagname* é a forma para se conseguir representar as variáveis do sistema.
- III. *Tagnames* devem ser sempre associados somente a variáveis contínuas.

A partir de uma avaliação das afirmações sobre o projeto de um sistema SCADA, assinale a alternativa correta:

- a) Somente a afirmativa I é verdadeira.
- b) Somente a afirmativa II é verdadeira.
- c) Somente a afirmativa III é verdadeira.
- d) Somente as afirmativas I e II são verdadeiras.
- e) Somente as afirmativas I e III são verdadeiras.

Referências

AZEVEDO, J. A. P.; SOUZA, A. B. **Comparativo entre redes de automação industrial e suas características**. 2014. 8 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-graduação em Engenharia de Sistemas Eletroeletrônicos, Automação e Controle Industrial) – Instituto Nacional de Telecomunicações, Santa Rita do Sapucaí, 2014. Disponível em: <<https://goo.gl/Ly1q8x>>. Acesso em: 27 ago. 2018.

FRANCHI, C. M.; CAMARGO, V. L. A. **Controladores Lógicos Programáveis: sistemas discretos**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2008.

LAMB, F. **Automação industrial na prática**. 1. ed. Porto Alegre: AMGH, 2015. [Minha Biblioteca].

LUGLI, A. B.; SANTOS, M. M. D. Redes industriais: evolução, motivação e funcionamento. **América do Sul InTech**, São Paulo, n. 137, p. 3236, nov. 2012. Disponível em: <<https://goo.gl/MvQH3>>. Acesso em: 27 ago. 2018.

MIYAGI, P. E. **Controle programável: fundamentos do controle de sistemas a eventos discretos**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2007.

MORAES, C. C.; CASTRUCCI, P. L. **Engenharia de automação industrial**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010. [Minha Biblioteca].

ROURE, M. **Pirâmide da Automação Industrial: entenda de uma vez por todas!** 2018. Disponível em: <<https://goo.gl/o5D2vp>>. Acesso em: 27 ago. 2018.

SANTOS, M. M. D. **Supervisão de sistemas: funcionalidades e aplicações**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2014. [Minha Biblioteca].

SILVEIRA, P. R.; SANTOS, E. W. **Automação e controle discreto**. 9. ed. São Paulo: Érica, 1998.

Plano de comissionamento, operação assistida e encerramento de PAI

Convite ao estudo

Após a etapa de planejamento de um projeto de automação, você estudou a fase de realização partindo da definição do modelo estrutural do sistema e passando pela especificação de seus dispositivos, incluindo os controladores. Como estes elementos precisam se comunicar, é necessário especificar uma rede de comunicação industrial adequada. Por sua vez, os controladores devem ser programados, o que exige o desenvolvimento de softwares de controle para os diferentes módulos de controle que devem ser implementados.

Agora você passará pela etapa final de desenvolvimento de um projeto de automação industrial, em que são realizadas as atividades fundamentais para garantir o seu sucesso. Ainda que tenha sido desenvolvida de forma criteriosa toda a parte técnica de dimensionamento dos elementos do sistema de controle industrial, não podemos desviar o foco, pois ainda existem etapas que precisam ser cumpridas e que são cruciais.

Assim, vamos lembrar a situação em que você está envolvido em um novo projeto de automação de uma planta para fabricar detergente industrial. Seu objetivo agora é realizar o comissionamento deste sistema. O processo de fabricação do detergente envolve as seguintes atividades:

- i. Mistura de um soluto baseado em soda cáustica com solvente em um tanque de mistura A.

- ii. Mistura de um desengraxante com solvente em um tanque B.
- iii. Medição de um volume fixo de neutralizador em um tanque de medição N, que deve ser previamente aquecido.
- iv. Mistura do conteúdo dos três tanques em um tanque aerador P para obtenção do produto final.

Sua atuação profissional até o momento foi muito boa e você conseguiu dar suporte ao seu cliente para o dimensionamento dos principais elementos que devem estar presentes neste sistema, de acordo com o planejado.

Agora você deve orientar o seu cliente na fase final do projeto com relação a algumas dúvidas levantadas por ele: quais devem ser os procedimentos para verificar e testar os intertravamentos de partida e de funcionamento do sistema automatizado, para que não haja paradas repentinas? Como seria uma apresentação do conteúdo a ser tratado no plano de treinamento para operação do sistema automatizado? Quais foram as experiências adquiridas com o desenvolvimento do projeto de automação?

O processo de aprendizagem desta unidade permitirá que você seja capacitado a conhecer o processo de comissionamento a ser aplicado para a conclusão de um projeto de automação industrial. Na sequência, estudará quais procedimentos devem ser adotados para realizar a partida ou *startup* da planta, seguida da operação de forma assistida. Concluindo, você verá como realizar o processo de transição em que a equipe de desenvolvedores entrega toda a documentação atualizada necessária para que a equipe de operadores de seu cliente possa conduzir suas atividades em novo cenário de automação.

Desta forma, você será competente para desenvolver o plano de comissionamento, da operação assistida e do termo de encerramento de um projeto de automação industrial.

Um excelente trabalho nesta nova unidade!

Seção 4.1

Implantação

Diálogo aberto

Para que um sistema de automação industrial opere de forma adequada, é necessário definir procedimentos para verificar se o comportamento quando em operação será conforme o planejado.

Você está iniciando uma nova fase no projeto de automação para fabricação de detergente industrial, que é o comissionamento do sistema. Recordando sobre o processo de fabricação, você sabe que é necessário, inicialmente, misturar um soluto baseado em soda cáustica com solvente em um tanque de mistura A, misturar um desengraxante com solvente em um tanque B, realizar a medição de um volume fixo de neutralizador em um tanque de medição N, que deve ser previamente aquecido, e misturar o conteúdo dos três tanques em um tanque aerador P para obtenção do produto final.

Seu cliente precisa que seja feita uma verificação de todas as partes do sistema automatizado de fabricação de detergente, para que ele tenha segurança em iniciar a operação nesta nova plataforma. Seu superior solicitou que você assumisse a responsabilidade por organizar um relatório técnico para responder os seguintes questionamentos:

- Será que não há risco de o sistema partir de um estado em que os tanques não estejam em seu estado inicial?

- Como estar certo de que algum dispositivo atue fora das condições normais de operação e prejudique o sistema em um contexto geral?

Para que esteja preparado para elaborar este relatório, você verá como deve ser definido um processo de comissionamento, envolvendo desde a fase de planejamento, completação mecânica e pré-comissionamento, até a fase de comissionamento propriamente dita. Além disso, verá também como elaborar checklists adequadas

para cada fase do processo. Desta forma, você dominará as técnicas necessárias para realizar uma implantação segura e eficiente.

Com este estudo, você se tornará apto a elaborar planos de comissionamento para garantir o bom funcionamento dos sistemas de automação industrial.

Um ótimo trabalho para você!

Não pode faltar

Requerimentos de testes para validação dos requisitos de automação dos processos

Já foram debatidas as questões a respeito do dimensionamento dos elementos presentes no sistema de controle e automação de um sistema produtivo. Para isto, inicialmente foram discutidos os aspectos que envolvem os dispositivos de comando e monitoração para operação do dispositivo de realização do controle que atua sobre o sistema produtivo. Além disso, foram abordados os dispositivos de atuação e sensoriamento para que o dispositivo de realização do controle pudesse ter a interface adequada com o objeto de controle presente no sistema produtivo e executar os processos que foram planejados. Na sequência, foi estudada a especificação de uma rede de comunicação industrial adequada para a integração dos diversos dispositivos presentes no sistema. Após ser resolvida a questão relativa aos dispositivos de hardware, a tarefa de programação dos dispositivos de realização do controle foi realizada.

Agora abordaremos a fase de implantação do projeto de automação industrial e, para que haja um controle de qualidade sobre o que estiver sendo implantado, é necessário definir um procedimento para garantir a validação dos requisitos de automação estabelecidos na fase de planejamento. Isto está diretamente relacionado com o contexto de comissionamento. Vamos iniciar este assunto discutindo a definição deste termo.

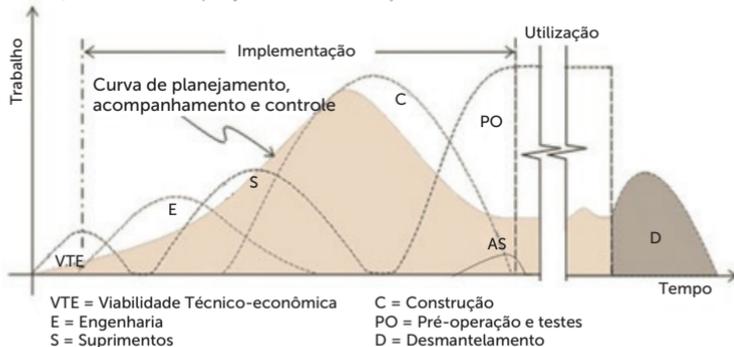
De acordo com Ney (2016), o conceito de comissionamento depende da natureza do sistema de automação que é objeto de estudo. Por exemplo, na área de óleo e gás, empresas como a Petrobrás definem procedimentos específicos em virtude da criticidade de seus

processos. De uma forma geral, o comissionamento está relacionado a um conjunto de práticas que são realizadas para que um sistema produtivo possa funcionar de forma adequada, correspondendo ao que foi estipulado na fase de planejamento, quando o projeto foi aprovado.

O segundo ponto a ser discutido diz respeito a como o comissionamento é feito. Sua realização compreende a execução de testes, aferições, calibrações e certificação dos equipamentos que estiverem envolvidos na execução dos processos de fabricação em um sistema produtivo. Por este motivo, o comissionamento envolve a participação de equipes de profissionais especializados e experientes (BUZZETI, 2015; NEY, 2016). Neste contexto, para se averiguar de forma consistente a evolução de um projeto de automação em sua fase de implantação, define-se o conceito de processo de comissionamento. Este processo envolve um conjunto de cinco etapas que englobam o **planejamento**, a **completação mecânica**, o **pré-comissionamento**, o **comissionamento** e a **operação assistida**. Nesta seção vamos estudar as quatro primeiras etapas.

A Figura 4.1 ilustra a curva de planejamento, acompanhamento e controle durante a fase de implementação. Após o estudo de viabilidade técnica e econômica, é a vez de a engenharia cuidar do detalhamento técnico envolvendo construção, fabricação, montagem e comissionamento. Na sequência, são considerados os suprimentos necessários para execução dos processos de fabricação e sua aquisição. Para concluir, a fase de construção envolve as montagens necessárias. A fase de destaque é a de pré-operação e testes, que exigirá uma forte dedicação da equipe de comissionamento.

Figura 4.1 | Fases de um projeto de automação industrial



Fonte: Buzzeti (2015, [s.p.]).

Anteriormente, estudamos o modelo ISA para automação de sistemas e o ciclo de vida básico de um projeto de automação industrial. Foi visto que na fase de projeto detalhado era necessário estabelecer o plano de comissionamento para definir as rotinas de testes para verificação e validação do sistema. Ficou estabelecido também que na fase de implantação deveria ser realizado o plano de comissionamento relacionado aos dispositivos presentes na planta, envolvendo três níveis de testes:

- i. Teste local dos dispositivos de comando, monitoração, atuação e sensoriamento.
- ii. Teste de comunicação entre os dispositivos e controladores.
- iii. Testes de segurança.

A Figura 4.2 apresenta os estágios do comissionamento associados ao comportamento funcional da planta.

Figura 4.2 | Os estágios do comissionamento



Fonte: adaptada de Buzzeti (2015, [s.p.]).

Portanto, na fase de **planejamento** deve ser desenvolvido o plano de comissionamento, que deve contemplar (BUZZETI, 2015; NEY, 2016):

- Recebimento – atividades de inspeção que devem ser realizadas para checar a entrega técnica dos equipamentos, ou seja, se estão de acordo com as especificações técnicas contidas nos documentos de aquisição referentes à compra.
- Preservação – procedimentos para manter a integridade dos equipamentos.
- Equipes de comissionamento – definição do perfil dos responsáveis técnicos para realização das atividades de comissionamento envolvendo a parte de complementação mecânica e construção, pré-comissionamento e comissionamento.
- Sistemas para comissionamento - estabelecer um detalhamento por pacotes (ver o item Assimile).
- Cronograma – deve ser estabelecido um cronograma de comissionamento, de acordo com os pacotes planejados.
- Checklist – devem ser elaboradas para as fases de compleção mecânica, pré-comissionamento e comissionamento. Mais adiante serão apresentados detalhes sobre este assunto.



Assimile

Organização do comissionamento em pacotes

Utilizam-se documentos de marcação (*mark up*) colorida, em que os elementos associados a uma mesma cor formam um pacote para ser comissionado. Por exemplo, um equipamento possui um item tagueado para ser comissionado de uma determinada cor. O conjunto de itens neste equipamento, que são de uma mesma cor, representa o pacote de comissionamento.

O ponto crítico é definir os pacotes de forma lógica, ou seja, de tal maneira que seja possível fazer os testes dinâmicos necessários para o devido comissionamento.

Por sua vez, reunindo os pacotes teremos os subsistemas para serem comissionados. Na sequência, os subsistemas fazem parte de um sistema e estes também podem ser reunidos em áreas. Desta forma, estrutura-se a organização das unidades a serem comissionadas.

Checklist dos requisitos do projeto de automação

Conforme mencionado, é necessário planejar a checklist de três fases fundamentais do processo de comissionamento: (A) completção mecânica; (B) pré-comissionamento; e (C) comissionamento.

- I. **Completção mecânica** - após o planejamento, a fase de completção mecânica é a primeira a ser realizada no processo de comissionamento. Nela ocorrem as montagens das instalações e equipamentos de tal forma que sejam liberados para os primeiros testes de pré-comissionamento. Equipes de especialistas devem fazer as verificações orientadas por uma checklist específica. A Figura 4.2 ilustra uma visão geral do processo de comissionamento considerando os seus vários estágios.
 - Para esta fase, é necessário elaborar uma checklist que contemple os seguintes aspectos:
 - Verificar se cada equipamento está sendo instalado em conformidade com o que foi estipulado no projeto.
 - Verificar se cada equipamento está com as partes mecânicas em funcionamento.
 - Verificar se as partes de comando e interface integradas em cada equipamento funcionam.
 - Verificar se as partes de controle de cada equipamento funcionam.

De acordo com Santos e Ferreira (2010), ao se ter a fase de completção mecânica aprovada significa que a montagem foi efetuada com sucesso e os diagramas e documentações estão em conformidade com a implantação executada.

II. **Pré-comissionamento** – uma vez que as instalações e montagens estejam aprovadas, o próximo passo consiste em verificar o funcionamento dos equipamentos individualmente. Os testes são feitos sem carga, ou seja, a frio. É necessário formar uma equipe de especialistas que deve fazer as verificações orientadas por uma checklist específica, que deve englobar:

- Delimitação dos pacotes de comissionamento.
- Elaboração de uma folha de verificação de item (FVI) para preencher:
 - ✓ Identificação do item.
 - ✓ Especificação técnica do item por meio de dados do fabricante.
 - ✓ Registro do recebimento.
 - ✓ Dados de inspeção para verificar montagem e o resultado da inspeção (aprovada ou reprovada).
 - ✓ Dados de inspeção funcional e o resultado da inspeção (aprovada ou reprovada).
 - ✓ Orientações para preservação.
- Elaboração das folhas de verificação de malhas (FVM):
 - ✓ Dependendo da necessidade do projeto, é possível representar diagramas esquemáticos contendo os elementos como tubulação e instrumentação por meio de diagramas de fluxo de processo (PFDs) e diagrama de instrumentos e tubulação (P&ID – *Piping & Instrument Diagram*) (MORAES; CASTRUCCI, 2010).
 - ✓ A parte elétrica pode ser representada por meio de um diagrama funcional mais simples. Caso seja necessário, pode ser utilizado um diagrama multifilar representando as fases do circuito ou diagramas trifilares para circuitos de comando (MORAES; CASTRUCCI, 2010).

III. **Comissionamento** – uma vez que houve aprovação na fase de pré-comissionamento, o próximo passo é avaliar a interação do conjunto de equipamentos operando com os sistemas e com a instalação aprovadas. O objetivo agora é validar o sistema para poder operar conforme planejado. Neste contexto, a checklist deve ser elaborada da seguinte forma:

- Verificação de que os intertravamentos de partida, funcionamento, processo e desligamento foram satisfeitos.
- Garantia de que os testes planejados foram realizados e aprovados em sua totalidade.
- Documentação das correções que foram necessárias de realizar para adequar ao planejado.
- Verificação dos equipamentos e procedimentos de segurança de acordo com as normas vigentes e conforme a especificação do sistema produtivo.

Na sequência, você verá maiores detalhes sobre as fases de comissionamento e pré-comissionamento.



Refleta

Quando se utiliza o termo comissionamento, a primeira ideia que surge é a respeito da realização de testes. Entretanto, o conceito de comissionamento parece ser um tanto diferente.

Existe realmente uma diferença em termos conceituais a respeito do que vem a ser teste e comissionamento de um equipamento?

Pré-comissionamento dos dispositivos presentes no sistema de controle e automação

Uma das tarefas fundamentais realizada na etapa de pré-comissionamento é a divisão do sistema em subsistemas e em pacotes de comissionamento. O referencial para se realizar esta organização pode ser baseado em:

- Disciplina de instrumentação – avalia as malhas de instrumentação presentes na planta industrial. Estas malhas

envolvem essencialmente as redes de sensores utilizadas para trazer informações sobre o estado do objeto de controle para o controlador.

- Disciplina de elétrica – avalia as malhas de acionamento dos atuadores diretamente conectados no objeto de controle e são ativados por sinais elétricos enviados pelo controlador. Inclui-se também aqui a questão dos sinais de comando que são enviados para acionamento de dispositivos elétricos e que não passam diretamente pelo controlador, podendo estar presentes em painéis locais de acionamento.
- Disciplina de mecânica – envolve a verificação dos dispositivos mecânicos que podem fazer parte do sistema, principalmente os que atuam por ação da gravidade, por exemplo.
- Disciplina de tubulação – envolve o teste dos tubos ou dutos que fazem parte do objeto de controle. Esta verificação envolve a preparação como lavagem e testes de pressão envolvendo gás e líquido como fluidos, além de teste de estanqueidade. Por exemplo, o uso de válvulas de passagem pode segmentar os dutos para que sejam organizados de acordo com a classificação dos pacotes de comissionamento.
- Disciplina de automação – envolve o teste das malhas de controle para efetuar a lógica de intertravamentos para acionamento dos equipamentos.

É importante ficarem claros os seguintes aspectos (BUZZETI, 2015):

- Esta etapa exige o envolvimento de especialistas experientes.
- O acesso aos equipamentos que estiverem sendo testados precisa ser restrito, para evitar que haja qualquer prejuízo às rotinas de testes.
- Os equipamentos devem ser testados individualmente, respeitando as especificações do fabricante e as normas vigentes.
- Os resultados desta etapa devem ser registrados de acordo com a checklist e organizados por disciplinas.

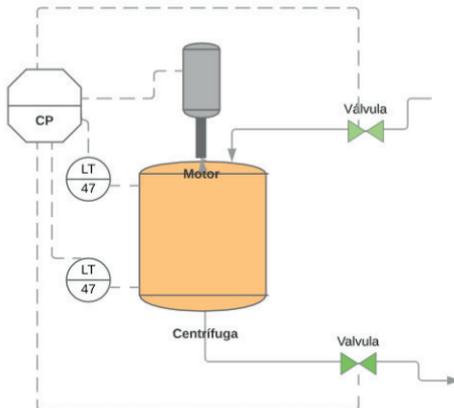


Considere o caso de uma usina de produção de açúcar que utiliza centrifugas para o processamento de melaço. Para o acionamento dessas centrifugas, é necessário utilizar motores trifásicos e durante a partida, a ligação deve ser estrela e após a partida, deve ser triângulo. Cada centrifuga possui válvulas de entrada e saída do produto antes e depois da centrifugação e sensores de nível para indicar cheio e vazio. Vamos definir como realizar a verificação e o teste da malha de instrumentação durante a fase de pré-comissionamento. Para isto, devemos:

- Esboçar um modelo do diagrama de fluxo do processo.
- Considerar o objeto de controle: centrifuga mais tubulações.
- Considerar os elementos de instrumentação: sensores de nível presentes.
- Realizar os testes na malha:
 - Forçar o acionamento do sensor de nível cheio.
 - Forçar o acionamento do sensor de nível vazio.
 - Estes testes precisam ser feitos individualmente para cada centrifuga.

O diagrama desenvolvido está ilustrado na Figura 4.3 contendo os elementos citados.

Figura 4.3 | Esboço do diagrama de fluxo do processo da centrifuga



Fonte: elaborada pelo autor.

Comissionamento dos dispositivos presentes no sistema de controle de automação

Esta atividade tem início somente depois que o pré-comissionamento foi concluído. Com isto, todos os equipamentos e instalações estão disponíveis para serem testados.

Enquanto no pré-comissionamento o objetivo é fazer testes em um pacote de comissionamento vinculado a uma única disciplina, na fase de comissionamento o objetivo é envolver vários pacotes que vão formar subsistemas que se organizam para constituir sistemas que se reúnem em áreas de processos industriais.

Nesta etapa do processo de comissionamento, os testes são feitos com carga para poder avaliar o comportamento dinâmico que o sistema vai apresentar. Espera-se obter como resultado a garantia de que o *startup* ocorrerá de forma eficiente, ou seja, que toda instalação foi validada e todos os testes, aferições e ajustes sobre as partes elétrica, mecânica, instrumentação, tubulação e automação foram realizados com êxito. Além disso, espera-se que toda e qualquer deficiência no comportamento dinâmico do sistema tenha sido corrigida.

- i. Esta etapa envolve a verificação dos intertravamentos de controle programados. Basicamente, devem ser testados:
- ii. Intertravamento de partida para acionamento do sistema.
- iii. Intertravamento de funcionamento para garantir que o sistema não opere em situações anormais.
- iv. Intertravamento de processo para verificar se a lógica de acionamento das entradas e saídas está correta.
- v. Intertravamento de desligamento para desativação do sistema.



Pesquise mais

Para a representação de plantas industriais existem diferentes diagramas tradicionais. Pesquise mais sobre este assunto (páginas 183 até 187):

MORAES, C. C.; CASTRUCCI, P. L. **Engenharia de Automação Industrial**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-1976-5/>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

Sem medo de errar

Você está iniciando uma nova fase no projeto de automação para fabricação de detergente industrial cujo objetivo é realizar o comissionamento do sistema. Este processo consiste em misturar um soluto baseado em soda cáustica com solvente em um tanque de mistura A, misturar um desengraxante com solvente em um tanque B, realizar a medição de um volume fixo de neutralizador em um tanque de medição N previamente aquecido e misturar o conteúdo dos três tanques em um tanque aerador P para obtenção do produto final.

Seu cliente precisa que seja feita uma verificação de todas as partes do sistema automatizado de fabricação de detergente, para que ele tenha segurança em iniciar a operação nesta nova plataforma. Em particular, há dois questionamentos que você precisa responder:

- Se há o risco de o sistema partir de um estado em que os tanques não estejam em seu estado inicial.

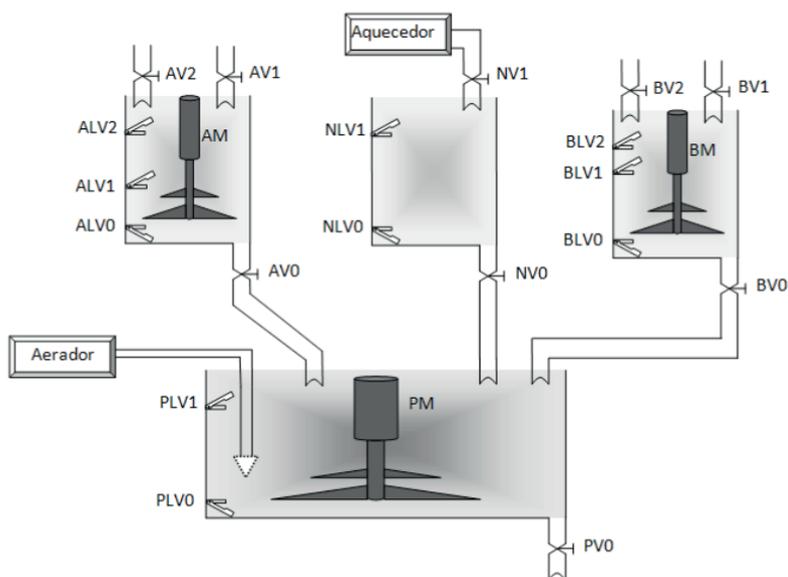
- Se está sendo considerada a possibilidade de que um dispositivo venha a atuar fora das condições normais de operação e acabe prejudicando o sistema de fabricação de detergente.

Estas questões só podem ser avaliadas na fase de comissionamento em que serão checados os intertravamentos.

Para verificar se o sistema pode ter problemas em partir de algum estado diferente do que foi previsto, é necessário avaliarmos o intertravamento de partida para o qual foi programado. Observando o modelo esquemático do sistema na Figura 4.4, temos que realizar a seguinte checklist:

- Forçar ALV0 = 0 e verificar se o sistema é acionado pelo sinal de comando de partida LIGA que o operador deve acionar.
- Forçar NLV0 = 0 e verificar se o sistema é acionado pelo sinal de comando de partida LIGA que o operador deve acionar.
- Forçar BLV0 = 0 e verificar se o sistema é acionado pelo sinal de comando de partida LIGA que o operador deve acionar.
- Forçar PLV0 = 0 e verificar se o sistema é acionado pelo sinal de comando de partida LIGA que o operador deve acionar.

Figura 4.4 | Diagrama esquemático proposto para o sistema de fabricação de detergente



Fonte: elaborada pelo autor.

Analogamente, devem ser testados os estados de todas as válvulas da seguinte forma:

- Force a condição válvula aberta para cada uma delas de cada vez e verifique se o sistema consegue evoluir de estado quando o comando LIGA for acionado.
- Se isto acontecer, esta válvula com o valor negado deve ser acrescida à expressão AND citada anteriormente.

O outro problema refere-se ao fato de o sistema funcionar fora das condições normais. Para isto, deve ser implementado o intertravamento de funcionamento, que precisa observar continuamente se acontece o seguinte:

- Para cada um dos tanques, verificar se quando a válvula de saída está aberta alguma válvula de entrada está também aberta de forma simultânea.
- Em caso afirmativo, a operação do sistema deve ser abortada e a válvula que tiver disparado deve ser consertada imediatamente. Pode ser implementado um alarme de monitoração para que o operador identifique esta ocorrência.
- A lógica de acionamento do alarme pode ser da seguinte forma:

$$A = ((AV2 + AV1) \cdot AV0) + ((BV2 + BV1) \cdot BV0) + (NV1 \cdot NV0) + ((AV0 + NV0 + BV0) \cdot PV0)$$

Desta forma, pode ser observado como um sistema produtivo pode ser comissionado para que não ocorram acidentes durante sua operação. São necessários testes para identificar os problemas e devem ser propostas soluções para corrigir as distorções.

Avançando na prática

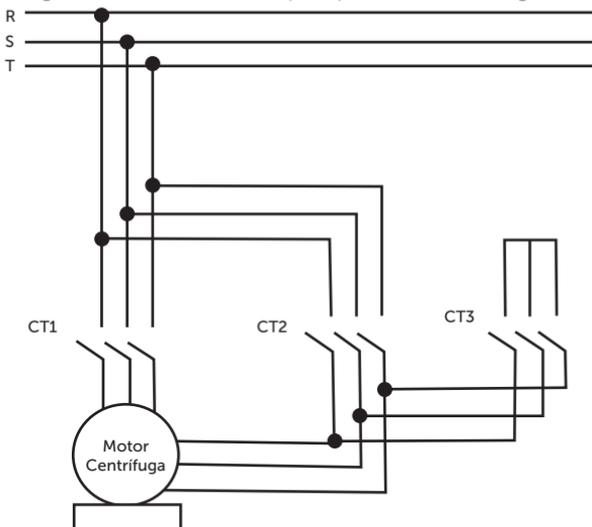
Acionamento de partida de centrífugas

Descrição da situação-problema

Considere o caso da usina que produz açúcar a partir do melaço e tem um problema pendente. Quando foi realizada a fase de pré-comissionamento, mais especificamente a análise da malha elétrica, percebeu-se que havia um consumo muito alto de corrente para o acionamento dela. Quando se comissionou o diagrama elétrico funcional, constava o chaveamento triângulo estrela para evitar esta sobrecorrente na partida (Figura 4.5). O que pode ter ocorrido com esta malha? Seu cliente está muito preocupado, porque há uma quantidade significativa de centrífugas que podem partir simultaneamente, podendo provocar danos no quadro geral da

instalação elétrica. Faça um relatório técnico orientando uma solução para este problema.

Figura 4.5 | Diagrama elétrico funcional para partida da centrífuga



Fonte: elaborada pelo autor.

Resolução da situação-problema

Uma vez que a fase de pré-comissionamento é para resolver problemas e não só realizar testes, se existem problemas com a corrente que está sendo consumida na partida é porque deve ter ocorrido um erro no digrama elétrico de comando. Precisa ser utilizado um temporizador que seja acionado a partir de CT1 para manter a configuração estrela por um tempo, caso contrário, o chaveamento ocorre muito rápido para triângulo e o sistema não terá o comportamento desejado.

Sendo assim, deve ser comissionado o diagrama de comando elétrico e revisto o tempo de chaveamento para que haja retardo suficiente na comutação de triângulo para estrela de forma eficaz.

Faça valer a pena

1. O conceito de comissionamento depende da natureza do sistema de automação que é objeto de estudo. Portanto, verifique como completar as lacunas no texto a seguir:

De uma forma geral, o comissionamento está relacionado a um conjunto de _____ que são realizadas para que um sistema produtivo possa funcionar de forma adequada, correspondendo ao que foi estipulado na fase de _____, quando o projeto foi _____.

Assinale a alternativa que preenche as lacunas corretamente:

- a) fórmulas; planejamento; aprovado.
- b) práticas; execução; reavaliado.
- c) fórmulas; execução; aprovado.
- d) práticas; planejamento; reavaliado.
- e) práticas; planejamento; aprovado.

2. Para se averiguar de forma consistente a evolução de um projeto de automação em sua fase de implantação, define-se o conceito de processo de comissionamento. Este processo envolve um conjunto de cinco etapas, que são as seguintes: planejamento, completação mecânica, pré-comissionamento, comissionamento e operação assistida.

Considerando este cenário, assinale a alternativa correta:

- a) O plano de comissionamento deve ser definido antes de se iniciar o planejamento dele.
- b) Na fase de completação mecânica ocorrem as montagens das instalações e equipamentos.
- c) As folhas de verificação de itens devem ser preenchidas na fase de comissionamento.
- d) As folhas de verificação de malhas são preenchidas na etapa de completação mecânica.
- e) Na fase de pré-comissionamento são verificados os intertravamentos.

3. Uma das tarefas fundamentais realizada na etapa de pré-comissionamento é a divisão do sistema em subsistemas e em pacotes de comissionamento. O referencial para esta organização pode ser baseado nas disciplinas. Neste contexto, analise as afirmações a seguir:

- I. Na disciplina de instrumentação, incluem-se os sinais de comando e monitoração.
- II. Na disciplina de tubulações, inclui-se a questão de análise de estanqueidade.
- III. Na disciplina de automação, estão contidas todas as outras disciplinas.

Avalie as afirmações descritas anteriormente e assinale a alternativa correta:

- a) Somente a afirmativa I é verdadeira.
- b) Somente as afirmativas I e II são verdadeiras.
- c) Somente a afirmativa II é verdadeira.
- d) Somente as afirmativas I e III são verdadeiras.
- e) Somente a afirmativa III é verdadeira.

Seção 4.2

Partida e operação assistida

Diálogo aberto

O processo de comissionamento de uma planta industrial deve ser realizado de forma que o comportamento do sistema final esteja de acordo com as especificações acordadas no início do projeto. Sendo assim, para contextualizar esta seção, vamos continuar imaginando que você está envolvido no projeto de automação de uma planta industrial para fabricar detergente industrial e já concluiu a etapa de comissionamento do sistema, em que foram verificados os intertravamentos de partida e de funcionamento, para que o sistema possa ser certificado e não haja risco de operação fora das condições planejadas. Seu objetivo agora é realizar o processo de transferência do sistema para o cliente, focando no treinamento dos operadores. O processo que foi automatizado faz a mistura de um soluto baseado em soda cáustica com solvente em um tanque de mistura A, mistura um desengraxante com solvente em um tanque B, realiza a medição de um volume fixo de neutralizador em um tanque de medição N, que deve ser previamente aquecido, e mistura o conteúdo dos três tanques em um tanque aerador P para obtenção do produto final. Sua atuação profissional até o momento foi excelente e você conseguiu dar suporte ao seu cliente para que realizasse o comissionamento deste sistema de forma bem-sucedida.

Agora, seu cliente necessita de informações a respeito de como será a capacitação de seus funcionários para operarem o novo sistema. Então, ele formulou algumas indagações a esse respeito:

- Como será tratada a questão de treinamento operacional do sistema?
- Eles receberão orientação quanto à configuração do sistema de automação?
- Quais as orientações a respeito da manutenção do sistema como um todo?

Seu supervisor solicitou a você preparar uma apresentação do conteúdo a ser tratado no plano de treinamento para operação do sistema automatizado, de tal forma que contemple as respostas para o cliente. Por onde você iniciaria esta tarefa? Qual é a importância do treinamento aos operadores do sistema?

Para conseguir elaborar esta apresentação, você verá detalhes a respeito das etapas para a partida do sistema, da verificação do desempenho do sistema conforme planejado e a respeito da elaboração de manuais de operação e manutenção e treinamento.

Com este estudo, você será capaz de verificar as condições da planta como um todo, de forma a emitir o certificado provisório e definitivo de aceitação das condições de operação de um sistema de automação industrial, assim como elaborar os manuais e programas de treinamento.

Um excelente trabalho para você!

Não pode faltar

Etapas do processo de partida

O conceito de partida não deve ser interpretado como um simples evento. A Figura 4.6 apresenta uma síntese do processo de comissionamento até a operação assistida.

Figura 4.6 | Completação mecânica, pré-comissionamento, comissionamento e aprovação final



Fonte: Buzzeti (2015, [s.p.]).



É possível identificar três fases principais na etapa de partida:

- **Heat up** (a quente) – logo após a realização dos testes a frio que ocorrem em vazio, uma vez obtida a aprovação, o próximo passo corresponde ao teste em que o sistema receberá carga para que as simulações e testes sejam realizados. Durante esta fase, todas as checklists devem ser rigorosamente verificadas para que o sistema possa evoluir para a próxima fase.
- **Start up** (partida) – uma vez que houve uma aprovação dos testes a quente e a completação mecânica também já foi concluída, entende-se que o sistema pode partir para o estágio 4, em que será observado seu desempenho, a fim de verificar se está de acordo com o que foi especificado como meta de produtividade.
- **Ramp-up** (rampa de produção) – corresponde ao teste de longa duração em que a confiabilidade sobre a operação do sistema produtivo automatizado pode ser verificada. Nesta fase, percebe-se claramente uma evolução da produtividade até que atinja o regime esperado.

Observe que tudo se inicia ao final do estágio 2 do processo (Figura 4.6), em que se inicia a etapa de comissionamento a quente e em que a carga é colocada no sistema.

Portanto, quando se fala a respeito da partida de um sistema de automação industrial, deve-se observar que existem várias fases, conforme exemplificado. A seguir, você verá detalhes importantes sobre o que ocorre durante a operação assistida do sistema.

Verificação da operação do sistema

Assim que o sistema é posto em funcionamento, o primeiro aspecto durante a sua operação é verificar se o sistema é capaz de operar segundo a taxa nominal de produção, conforme especificação que foi determinada na fase de planejamento.

Para este roteiro de simulação do sistema produtivo, devem ser observados os seguintes aspectos fundamentais (SANTOS; FERREIRA, 2010):

- Seguir as condições específicas de operação, conforme estabelecido em contrato.
- O calendário de testes programados deve ser estabelecido com antecedência, para que as equipes de engenharia e operação estejam preparadas para interagir quando necessário.
- Para a realização dos testes, é necessário definir uma série de parâmetros, como (SANTOS; FERREIRA, 2010):
 - Período de duração de cada atividade que precisa ser avaliada para que haja tempo suficiente para ultrapassar o intervalo de transitórios que possam existir e que afetam o resultado final.
 - A instrumentação que será utilizada para realizar as medições necessárias para fazer as análises quantitativas. Associada a esta questão, existem dois aspectos importantes que precisam ser acordados: o método de análise que será aplicado (para que as informações sejam obtidas a partir dos dados levantados) e a tolerância e precisão que serão adotadas.
 - Os estoques que devem existir de matéria-prima e também os estoques gerados a partir da produção do sistema em testes. Um aspecto importante que deve ser planejado é a coleta de amostras.

Portanto, para avaliar o desempenho de uma planta industrial, automaticamente estão sendo consideradas características diretamente relacionadas à capacidade de produção inerente ao arranjo físico da fábrica, ao consumo de matérias utilizados no processo de fabricação de seus produtos e aos fatores que influenciam a qualidade destes produtos oferecidos no mercado.

Durante este processo de verificação da operação assistida de um sistema produtivo, há duas fases que implicam na emissão de documentos de certificação. Estes termos são denominados **Termo**

de Transferência e Aceitação do Sistema (TTAS). Em cada fase há um objetivo a ser contemplado (SANTOS; FERREIRA, 2010):

1. Fase de análise de desempenho envolvendo a planta como um todo.
2. Fase de análise da produção otimizada de toda a planta.

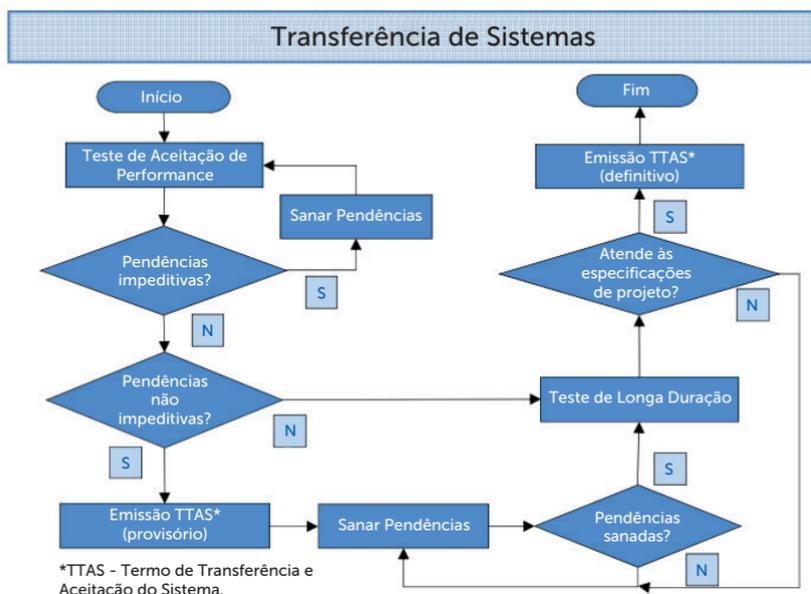
Após a realização bem-sucedida dessas fases ocorre a transferência do sistema para o cliente. Esse processo ocorre da seguinte forma:

- **Fase 1 – Avaliação do desempenho**
 - Inicia-se o teste de aceitação para verificar o desempenho do sistema.
 - Se ocorrer algum impedimento para a realização ou continuidade dos testes, deve-se resolver a pendência e voltar a executar os testes até a sua conclusão sem impedimentos.
 - Após a sua conclusão, deve-se avaliar se existe alguma pendência não impeditiva para ser resolvida:
 - Em caso negativo, o sistema avança para a Fase 2.
 - Em caso afirmativo, emite-se um **TTAS provisório** e o sistema entra em um estado para resolver as pendências. Após a resolução das situações pendentes, o sistema avança para a Fase 2.
- **Fase 2 – Avaliação da confiabilidade**
 - Inicia-se o teste de longa duração.
 - Após a realização do teste, verifica-se se atende aos requisitos de projeto.
 - Em caso afirmativo, emite-se um **TTAS definitivo** e se finaliza o processo de testes, concluindo a transferência.
 - Em caso negativo, o sistema volta para o estado de correção das pendências até que sejam resolvidas.

Após resolver as situações pendentes, o sistema avança para um novo teste de longa duração e volta a ser testado ao final.

A Figura 4.7 representa um fluxograma que contém esta lógica para emissão dos certificados provisório e definitivo.

Figura 4.7 | Fluxograma de transferência de sistemas



Fonte: Santos e Ferreira (2010, p. 50).



Exemplificando

Considere uma estação de banho para desengraxe, de acordo com a Figura 4.8, que foi projetada e está passando pelos testes finais para transferência de sistemas. A botoeira pc inicia o processo e a botoeira fd o finaliza. Considerando que o tempo de banho seja de 30s e que está estimado um desempenho de banho de 50 peças por hora, uma vez que em 1h temos 3600s, então teremos, em média:

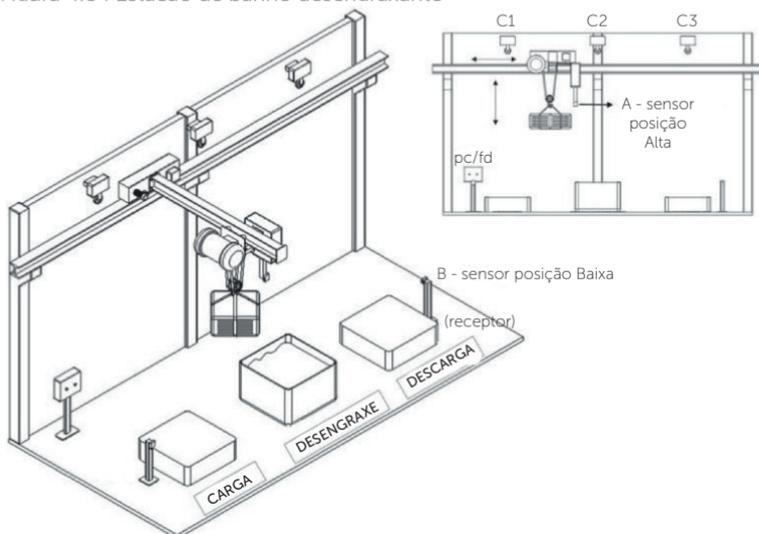
$$\frac{3600}{50} = 72s \text{ (tempo médio de banho de uma peça)}$$

Inicialmente, houve um impeditivo: o sensor de posição alta estava com uma imprecisão elevada, dificultando a subida automática em C2.

Este problema precisou ser resolvido, pois o tempo de banho com esta imprecisão durava em média 80s.

Sanada esta pendência, foram realizadas 30 medições e o tempo médio foi de 70,5s para banho de cada peça. Entretanto, verificou-se que as botoeiras poderiam ter uma ergonomia melhorada. Desta forma, foi registrada uma pendência não impeditiva. Por este motivo, foi emitido um TTAS provisório.

Figura 4.8 | Estação de banho desenaraxante



Fonte: Silveira e Santos (1998, p. 178).

Manuais de operação e manutenção

O manual de operação e de manutenção são documentações técnicas que devem ser elaboradas com base nas normas regulamentadoras vigentes. Todas as máquinas projetadas para automação ou importadas para este fim devem adequar-se à norma NR-12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos (NR-12, 2016), cujo grande objetivo é assegurar a saúde e a integridade física dos usuários destes dispositivos. Para a elaboração dos manuais que envolvem máquinas e equipamentos industriais projetados para automação, a NR-12 é um bom exemplo de norma que precisa ser observada.

Com o avanço dos recursos computacionais, é possível utilizar realidade virtual para a elaboração de vídeos e materiais eletrônicos para orientar os processos de operação e manutenção. Neste contexto, existem empresas especializadas neste tipo de serviço.

Por fim, não se esqueça que os manuais de manutenção devem conter um cronograma das atividades de manutenção preventiva que precisam ser realizadas.



Refleta

Existe uma necessidade muito grande de planejar a manutenção em equipamentos industriais, porém, com o avanço tecnológico constante, há uma dificuldade em capacitar os profissionais de maneira adequada, de tal forma que minimize a ocorrência de erros. Como recursos computacionais poderiam ser utilizados para melhorar este panorama?

Treinamento para operação do sistema automatizado

Um dos grandes desafios para o mercado manter-se competitivo é a velocidade com que ocorre a evolução tecnológica. O primeiro elemento impactado por esta realidade é o fator humano. Neste aspecto, há tanto necessidade de treinamento de profissionais desenvolvedores de soluções de automação que atuam na engenharia, quanto os profissionais que são clientes e que cuidam da operação e da manutenção dos sistemas de automação industrial implantados nas indústrias.

1. Treinamento da equipe de Engenharia

De acordo com Moraes e Castrucci (2010), cabe à equipe de engenheiros de projetos de automação industrial cuidar das atividades de capacitação para o uso de novas tecnologias implantadas com a automação. Isso envolve três contextos básicos:

- a) Análise do comportamento dinâmico da planta industrial:

Para a representação do comportamento dinâmico dos sistemas de automação industrial, é fundamental dominar técnicas capazes de representar o fluxo dos processos e a ocorrência de eventos que causam a transição de estados. Desta forma,

é importante capacitar os profissionais a entenderem modelos em redes de Petri, por exemplo, em virtude da facilidade de entendimento para representação dos estados locais e globais do sistema, de acordo com sua marcação, por exemplo. Estes assuntos já foram estudados anteriormente e é muito importante um profissional que atua na área de automação dominar estas técnicas de modelagem.

b) Programação dos controladores:

Deve-se estar atento à questão das linguagens permitidas pela norma IEC 61131-3 para a codificação de programas de controle para CLPs e também focar no uso de linguagens de programação para sistemas do tipo SCADA, conforme visto anteriormente, com o intuito de programação de sinóticos e interfaces IHM.

c) Configuração das redes de comunicação e bancos de dados:

O profissional precisa dominar os diferentes protocolos de redes de comunicação e as vantagens e desvantagens de cada um deles. Além disso, deve-se esclarecer a localização do repositório de dados para manutenção do histórico de ocorrências no sistema.

2. Treinamento do usuário

Os treinamentos podem acontecer em diferentes contextos, por exemplo, para operar ou configurar o sistema (principalmente quando envolver IHMs e sistemas supervisórios SCADA) e também para realizar manutenção.

a) Treinamento operacional:

Os fornecedores de soluções devem estabelecer treinamentos de acordo com os turnos de operação da fábrica para que todos os operadores tenham acesso ao programa. Para isto, é importante fornecer manuais de operação, conforme vistos anteriormente, e organizar módulos de treinamento baseados neste material, que expliquem as funcionalidades associadas à partida, operação normal e monitoração do sistema, incluindo as ocorrências de alarmes.

b) Configuração do sistema:

Para a configuração do sistema, é importante envolver a equipe técnica responsável para que não haja equívocos que possam provocar um comportamento ou desempenho indesejado para o sistema. Para estas atividades, é fundamental disponibilizar para a equipe técnica do cliente um contato direto com os fornecedores da solução, a fim de que possam resolver rapidamente qualquer dificuldade técnica que possa surgir durante o processo de reconfiguração do sistema. Basicamente, será necessário envolver as equipes de suporte de TI para configuração das redes de comunicação e integração com as estações de trabalho. Além disso, há a necessidade de configuração dos sistemas de controle supervisão e CLPs existentes.

c) Manutenção:

As atividades de manutenção devem ser supervisionadas para que não haja nenhum problema com o cumprimento do programa de manutenção preventiva estabelecido no manual de manutenção. Além disso, para o caso de manutenção preditiva e corretiva, devem-se cumprir procedimentos de inspeção. Para isto, é fundamental cumprir com a frequência estipulada a realização de checklist de inspeção da planta industrial para que seja possível executar duas ações básicas:

- Manutenção corretiva imediata – para o caso em que o responsável pela inspeção diagnosticar determinada falha que ele tem competência para corrigir, o procedimento deve ser realizado de forma imediata, seguindo o protocolo estabelecido pela equipe de manutenção.
- Manutenção corretiva programada – para o caso de necessidade de um reparo mais abrangente, que o profissional de inspeção não é capaz de realizar, deve-se enviar seu relatório de inspeção para diagnóstico para a equipe de manutenção assumir o controle para a solução do problema que foi identificado.

Em Moraes e Castrucci (2010) são destacados ainda alguns aspectos importantes sobre como obter a capacitação tecnológica.

Em primeiro lugar, é fundamental que as empresas viabilizem meios de desenvolvimento de recursos humanos, podendo envolver parcerias com Universidades. Em segundo lugar, devem acompanhar as tendências de evolução do mercado e, por fim, contratar tecnologias externas sempre que o autodesenvolvimento não for viável.



Pesquise mais

As técnicas de comissionamento virtual estão sendo cada vez mais aplicadas porque agilizam o processo de comissionamento nas indústrias. Leia o artigo: CRUZ, F. Comissionamento virtual: ferramenta de validação de programas de sequências automatizadas de manufatura. In: **III Congresso Internacional de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento**, Taubaté, out. 2014. Disponível em: <http://www.unitau.br/files/arquivos/category_154/MCE1068_1427379618.pdf>. Acesso em: 18 set. 2018.

Sem medo de errar

Foram vistos detalhes a respeito das etapas para a partida de um sistema para realização do processo de comissionamento, incluindo a questão de verificação do desempenho do sistema, além de como conduzir a elaboração de manuais de operação e manutenção e o treinamento da equipe de operação para quem será transferido o sistema de automação industrial projetado.

Vamos agora retomar a situação em que você está envolvido no projeto de automação de uma planta industrial para fabricar detergente industrial. Você já concluiu a etapa de comissionamento do sistema, em que foram verificados os intertravamentos de partida e de funcionamento, de forma que o sistema possa ser certificado e não haja risco de operação fora das condições planejadas. Seu objetivo agora é realizar o processo de transferência do sistema para o cliente, focando na questão de treinamento. Este processo consiste em misturar um soluto baseado em soda cáustica com solvente em um tanque de mistura A, misturar um desengraxante com solvente em um tanque B, realizar a medição de um volume fixo de neutralizador em um tanque de medição N, que deve ser

previamente aquecido, e misturar o conteúdo dos três tanques em um tanque aerador P para obtenção do produto final.

Seu cliente necessita de informações a respeito de como será a capacitação de seus funcionários para operarem o novo sistema. Neste sentido, o seu supervisor solicitou que você formulasse uma apresentação capaz de elucidar o plano de treinamento para a operação do sistema automatizado, contemplando os seguintes aspectos:

- A questão de treinamento operacional do sistema.
- Orientação quanto à configuração do sistema de automação.
- Diretrizes para a manutenção do sistema como um todo.

Esboço da apresentação

Inicialmente, vamos recordar os elementos estruturais presentes no sistema:

- Dispositivos de comando – um botão **LIGA** para dar partida no processo.
- Dispositivos de monitoração – um dispositivo de monitoração **LED** que estará ativo quando o sistema estiver disponível para ser usado. Um alarme **A** que será ativado quando:

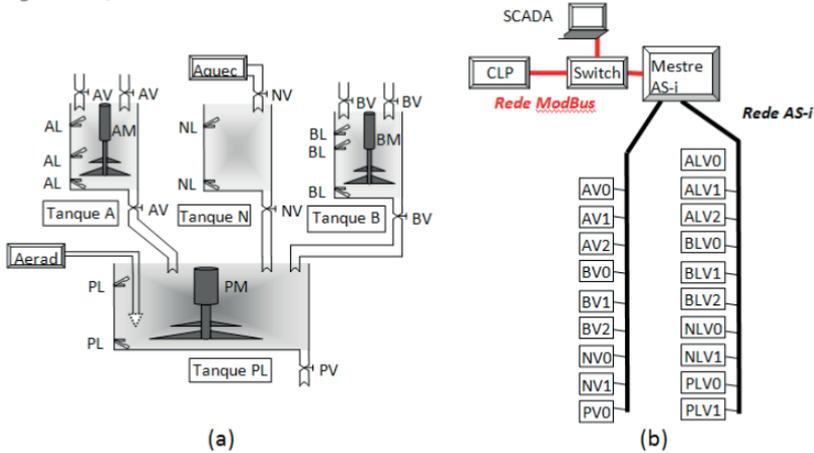
$$A = ((AV2 + AV1) \cdot AV0) + ((BV2 + BV1) \cdot BV0) + (NV1 \cdot NV0) + ((AV0 + NV0 + BV0) \cdot PV0)$$

- Dispositivos de atuação – temos:
 - Aquecedor, aerador e misturadores AM, BM e PM.
 - Válvulas solenóide AV0, AV1, AV2, BV0, BV1, BV2, NV0, NV1 e PV0.
- Dispositivos de sensoriamento – temos: ALV0, ALV1, ALV2, BLV0, BLV1, BLV2, NLV0, NLV1, PLV0 e PLV1.
- Dispositivo de controle – um CLP integrado a um sistema SCADA.

- Redes de comunicação ModBus e AS-i para integração dos dispositivos.

O diagrama esquemático para treinamento está representado na Figura 4.9.

Figura 4.9 | Modelo estrutural do sistema



Fonte: elaborada pelo autor.

Para organizar o treinamento do usuário, é necessário organizar três módulos:

1. Treinamento operacional

Nesta fase devem ser abordadas as seguintes questões:

- Partida da planta – o sistema estará no estado inicial somente quando o sinal **LED** estiver ativo no sistema SCADA, que deve representar também todos os tanques vazios. Neste estado, o sinal de comando **LIGA** poderá ser ativado.
- Monitoração da planta – o usuário deve entender que:
 - O sinal **LED** desativado significa que o sistema está indisponível para iniciar um novo processo.
 - Se disparar o alarme **A**, então o sistema será abortado e as possíveis causas são:

- Existe alguma válvula de entrada aberta enquanto a válvula de saída estiver aberta no tanque A.
 - Existe alguma válvula de entrada aberta enquanto a válvula de saída estiver aberta no tanque B.
 - Existe alguma válvula de entrada aberta enquanto a válvula de saída estiver aberta no tanque aerador P.
 - As válvulas de entrada e de saída estão abertas simultaneamente no tanque de medição N.
- Uma vez abortado o processo, a equipe de manutenção deve ser acionada imediatamente.

2. Configuração do sistema

- Envolve a questão de configuração das redes de comunicação por profissional da área de TI.
- Configuração de acesso aos sinais via rede no supervisor SCADA.
- Configuração do CLP para acesso às entradas e saídas via rede AS-i.

3. Manutenção

- Orientar sobre a questão de manutenção preventiva do sistema:
 - Limpeza dos tanques.
 - Teste dos sensores de nível.
 - Teste das válvulas solenóide.
 - Teste de estanqueidade para verificar vazamentos.
 - Teste da integridade das redes de comunicação.

Desta forma, foram apresentados os itens que devem ser tratados durante os módulos de treinamento dos usuários do sistema de produção de detergente industrial.

Treinamento para estação de banho desengraxante

Descrição da situação-problema

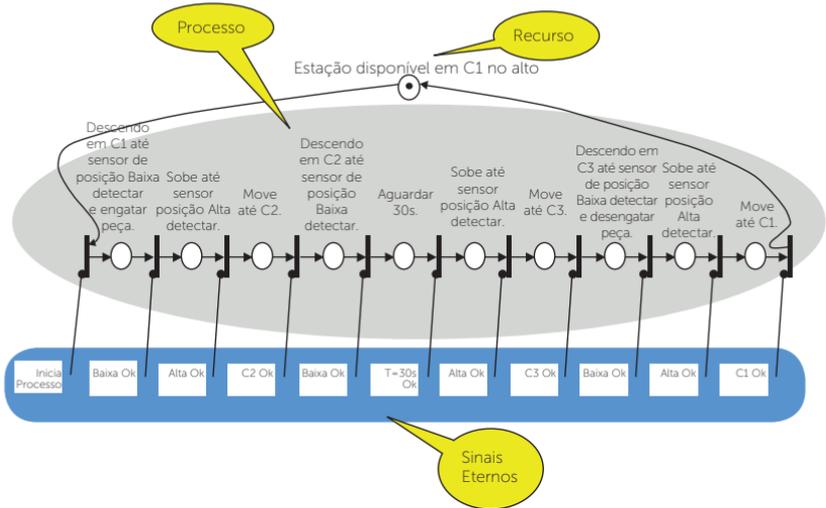
A estação de banho desengraxante faz parte de um projeto de automação e seu diagrama esquemático já foi apresentado na Figura 4.8. Considere que este projeto passou pela fase de transferência de sistemas, ou seja, já foi emitido o Termo de Transferência de Aceitação do Sistema definitivo. O cliente deseja implantar 300 unidades desta estação em vários centros de custo de suas empresas e, para isto, quer treinar a sua equipe de engenharia para análise do comportamento das plantas industriais, de tal forma que possam representar o estado de complexas plantas com vários dispositivos. A sua equipe de engenharia está acostumada a gerar programas em diagramas Ladder diretamente, sem se preocupar com modelos mais complexos. O cliente percebe que isso não auxilia seus funcionários a visualizarem como o conjunto de máquinas está operando e se é possível melhorar o controle de integração entre elas. Ele requer uma solução para treinar a sua equipe de engenharia para mudar a visão em termos de análise de plantas industriais.

Resolução da situação-problema

Para o treinamento de equipes de engenharia de forma que possam analisar o comportamento dinâmico de plantas industriais, a diretriz é utilizar técnicas de modelagem e uma delas que atende às necessidades deste cliente é a rede de Petri. Para a estação desengraxante em questão pode ser construído um modelo utilizando estas redes, conforme a Figura 4.10 seguindo o seguinte método:

1. Modele a sequência do processo.
2. Represente o compartilhamento de recursos.
3. Associe os sinais externos.

Figura 4.10 | Modelo em redes de Petri da estação de banho desengraxante



Fonte: elaborada pelo autor.

Desta forma, a equipe de engenharia será capacitada a modelar sistemas complexos de automação industrial.

Faça valer a pena

1. Existem aspectos fundamentais para a capacitação tecnológica dos recursos humanos de uma organização. Neste contexto, preencha as lacunas do texto a seguir:

Primeiramente, é importante que as empresas viabilizem meios de desenvolvimento de seus recursos humanos, o que pode envolver parcerias com _____. Em segundo lugar, fiquem atentas em acompanhar as tendências de evolução do mercado e, por fim, contratem tecnologias _____ sempre que o _____ não for viável.

Assinale a alternativa que preenche as lacunas corretamente:

- a) concorrentes; externas; investimento.
- b) universidades; externas; autodesenvolvimento.
- c) universidade; internas; investimento.
- d) concorrentes; internas; autodesenvolvimento.
- e) universidades; externas; investimento.

2. Considerando a questão de fases para a partida de uma planta industrial você afirmaria que:

- I. A fase de *ramp-up* (rampa de produção) acontece logo após o teste a frio ser aprovado.
- II. O *start up* (partida) pode ocorrer em paralelo com a completação mecânica.
- III. O *heat up* (teste a quente) deve ser realizado somente após a aprovação do teste a frio.

Considerando as afirmações propostas, assinale a alternativa correta:

- a) Somente as afirmações I e III estão corretas.
- b) Somente as afirmações I e II estão corretas.
- c) Somente a afirmação I está correta.
- d) Somente a afirmação II está correta.
- e) Somente a afirmação III está correta.

3. Durante a fase de verificação da operação de um sistema é necessário definir uma série de parâmetros, tais como:

- I. Período de duração de cada atividade.
- II. Instrumentação que será utilizada para realizar as medições.
- III. Os estoques que devem existir de matéria-prima, mas independe da verificação dos estoques gerados a partir da produção.

Assinale a alternativa que associa V (verdadeiro) ou F (falso) corretamente a respeito dos parâmetros para verificação da operação de um sistema:

- a) F-F-V.
- b) V-F-F.
- c) V-V-V.
- d) V-V-F.
- e) F-V-F.

Seção 4.3

Suporte e homologação

Diálogo aberto

O processo de encerramento de um projeto de automação industrial é estratégico, pois dependendo da forma como é realizado, irá influenciar diretamente na satisfação do cliente e também no crescimento e avanço profissional da equipe que se envolveu com o projeto.

Como gestor de projetos de automação, você está envolvido no projeto de uma fábrica de detergente industrial e já realizou a etapa de comissionamento do sistema em que foram verificados os intertravamentos de partida e de funcionamento para assegurar confiabilidade durante a operação do sistema. Na sequência, você abordou o processo de transferência do sistema para o cliente focando a questão de treinamento operacional e manutenção. Seu alvo agora é realizar o encerramento do projeto e refletir sobre as experiências que foram adquiridas com o desenvolvimento do projeto de automação. Esse processo baseia-se em misturar um soluto baseado em soda cáustica com solvente em um Tanque de mistura A; misturar um desengraxante com solvente em um Tanque B; realizar a medição de um volume fixo de neutralizador em um Tanque de Medição N, que deve ser previamente aquecido, e misturar o conteúdo dos três tanques em um Tanque aerador P para obtenção do produto final.

Seu cliente está satisfeito com o projeto de automação que foi desenvolvido e sua equipe de colaboradores aprendeu várias coisas durante a interação com a equipe de desenvolvimento do projeto. Entretanto, com o impacto causado pelo novo sistema, durante a reunião que houve para avaliar o pós-projeto foi verificado que a equipe adquiriu a experiência de possuir uma visão da lógica de processo para automatizar. Baseado nisso, seu cliente levantou algumas preocupações a respeito de como

as experiências adquiridas podem de fato mudar a realidade de sua empresa:

- Como seria possível desenvolver uma forma de atuação dos colaboradores para avaliarem melhorias na lógica que foi automatizada?

- Existem modelos mais simples que redes de Petri para que a equipe de colaboradores que atuam na planta possa aprender a refletir sobre novas soluções de automação?

Diante disso, seu supervisor solicitou que organizasse uma apresentação a respeito de representar a automação dos tanques de tal forma que a equipe do cliente possa aplicar a experiência adquirida com o desenvolvimento do projeto de automação.

Para isso, você verá como é o processo e homologação do relatório de comissionamento, revendo o processo de comissionamento passo a passo. Na sequência, você verá como é uma sistemática para avaliação final do projeto, incluindo a visão e participação do cliente bem como uma reflexão sobre as experiências aprendidas durante o projeto. Por fim, serão vistos detalhes a respeito de como deve ser o processo de entrega de documentação para a finalização do projeto.

A expectativa é que ao final desta seção você possa planejar e executar um processo de comissionamento, obter detalhes de como deve ser realizada a etapa de operação assistida e a documentação que está associada ao encerramento de um projeto de automação industrial.

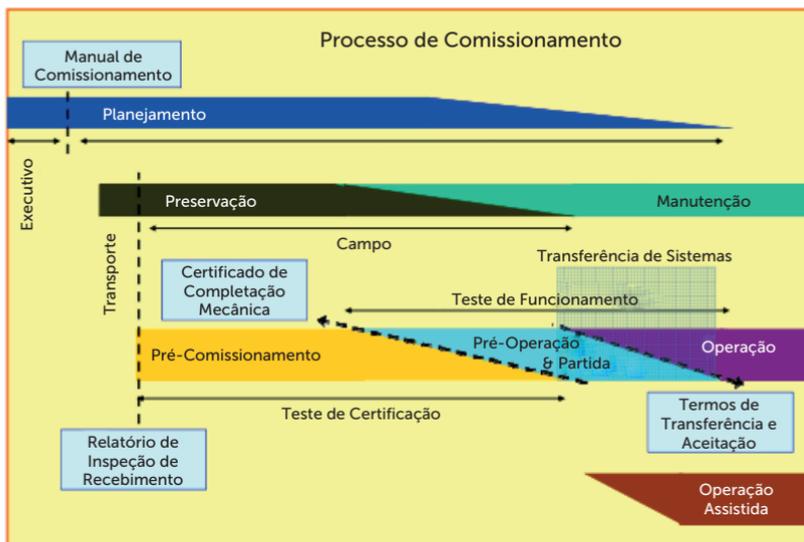
Sucesso em seus estudos!

Não pode faltar

Homologação do relatório de comissionamento

Uma visão geral do processo de comissionamento que foi estudado em detalhes até o momento pode ser observado na Figura 4.11. Em uma primeira, instância pode-se associar o conceito de homologar o relatório de comissionamento como o cumprimento da efetivação de todas as entregas previstas, ou seja, aquilo que foi entregue foi aceito.

Figura 4.11 | Fluxo do processo de comissionamento



Fonte: Santos e Ferreira (2010, p. 51).

De acordo com Santos e Ferreira (2010) os principais marcos dessa homologação são:

- Certificação de Completação Mecânica – significa que o sistema automatizado está com as instalações planejadas em condições de testes para a pré-operação.
- Certificação para pré-operação e partida – significa que o sistema automatizado foi aprovado na etapa de testes de pré-comissionamento.
- Certificação para iniciar operação – ocorre quando todos os subsistemas estão preparados para os testes de transferência de sistemas: o sistema automatizado projetado é transferido para o cliente.
- Certificação para operação assistida – quando todo o protocolo de transferência de sistemas em que o sistema automatizado projetado é transferido para o cliente ocorre com sucesso, sendo concedidos os Termos de Transferência e aceitação definitivos.

Além de se ter inspecionado o funcionamento do sistema e avaliado a transferência por meio de aprovação de teste de

aceitação de desempenho e teste de longa duração (Termos de Transferência e Aceitação), é importante observar que a entrega de programas de treinamento e de manuais de operação e manutenção pode fazer parte da proposta. Nesse contexto, pode ainda ser negociada a entrega de vídeos, modelos gráficos e diagramas, além de softwares que podem ter sido desenvolvidos para tratamento de dados (GIDO, 2014).

Na sequência, vamos verificar em detalhes como conduzir a avaliação final do projeto de automação industrial.

Avaliação final do funcionamento do sistema automatizado

Uma vez que já se avaliou, mediante o processo de comissionamento, todo o comportamento dinâmico desejado para o sistema automatizado, incluindo a questão de desempenho, a próxima etapa para o encerramento do projeto é a avaliação final do sistema considerando a integração que houve da equipe para garantir o funcionamento desejado. Esse tipo de abordagem sistêmica é muito interessante, pois converge com o fato de se utilizar o termo “Transferência de Sistemas”, que confirma o aspecto da equipe estar fortemente engajada em um processo de automação a tal ponto de não fazer sentido pensar no funcionamento do sistema sem a equipe.

É função do gerente responsável pelo projeto realizar o processo de avaliação, que pode ser organizado em três etapas:

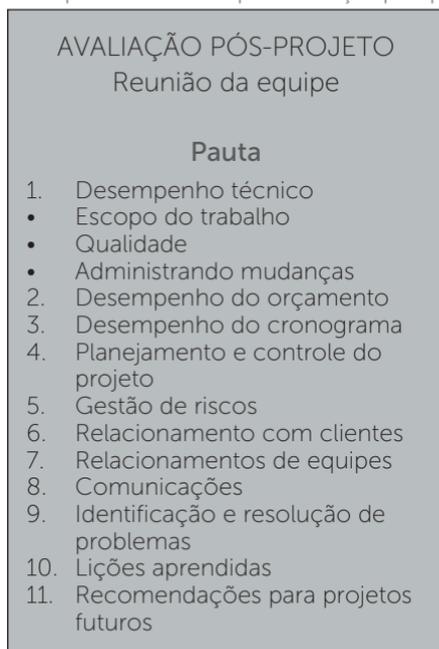
Etapa 1 - Agendar uma reunião individual com cada membro da equipe. Como essas informações serão muito importantes para uma análise de risco futura, ou seja, quando novos projetos forem contratados, uma possível ferramenta que pode ser utilizada é a análise de *SWOT* (CARVALHO e JUNIOR, 2015) que está associada às expressões em inglês *Strength* (Pontos fortes), *Weakness* (Pontos fracos), *Opportunities* (Oportunidades) e *Threats* (Ameaças). A análise de *SWOT*, ou análise dos pontos fortes e fracos e das ameaças e oportunidades, deve ser utilizada como base para coletar informações a respeito de:

- Impressões pessoais sobre as atividades que foram desenvolvidas.
- Visão pessoal a respeito da questão de relacionamento entre os colaboradores e nível de comprometimento da equipe.
- Dificuldades encontradas.
- Pontos de destaque do projeto.
- Informações que devem ser tratadas de forma sigilosa.

Etapa 2 – Fazer uma análise de todo material levantado nas reuniões individuais e verificar em primeiro lugar quais foram as principais ameaças e os pontos fracos detectados. Além disso, verificar também os pontos fortes e as oportunidades que foram destacadas pelos membros da equipe.

Etapa 3 – Agendar uma reunião coletiva com todos os membros presentes. Em GIDO (2014) há uma proposta de pauta para essa reunião que está ilustrada na Figura 4.12.

Figura 4.12 | Proposta de pauta de reunião para avaliação pós-projeto



Fonte: Gido (2014, p. 292).



Refleta

Um dos grandes desafios para os gestores de projetos de automação industrial é fazer com que profissionais de diferentes áreas de conhecimento se sintam motivados a gerar resultados eficientes durante todo o ciclo de vida do projeto.

Frente a isso, como o encerramento do projeto pode ser um momento oportuno para se avaliar essa questão?



Assimile

Sobre a reunião de equipe (GIDO, 2014)

O desempenho técnico do projeto deve ser avaliado comparando-se o escopo desejado com o escopo realizado. Neste aspecto, é necessário avaliar se o desempenho do orçamento e do cronograma foram adequados, ou seja, se houve algum problema de extrapolar o que foi planejado e se há um fator que interferiu intensamente nesses quesitos. A grande questão é avaliar se o orçamento e o cronograma foram realistas. Para se obter esses bons desempenhos, é necessário que o planejamento e o controle do projeto caminhem juntos durante as diferentes fases para que os processos de tomada de decisão sejam adequados e ocorram no momento certo. Se essa estrutura funcionar bem, a identificação e a resolução de problemas acontecerão de forma controlada, sem envolver improvisações e fluxo de informações durante as comunicações para a equipe de projeto saber em que estado o sistema se encontra a cada instante. Conforme o projeto for evoluindo, a equipe deverá verificar a gestão de riscos, ou seja, avaliar se houve a identificação de riscos de alta probabilidade que poderiam ocorrer e se houve algum risco que não foi contemplado no projeto. Por fim, é fundamental avaliar a qualidade do relacionamento com clientes e membros da equipe. O cliente precisa ser consultado e ouvido com frequência, pois ele é quem sabe se suas expectativas estão sendo atendidas. Além disso, ele precisa ser completamente integrado na equipe de projeto para que participe da solução de problemas que possam ocorrer durante a fase de realização do projeto, por exemplo. Por sua vez, a equipe precisa interagir para que haja convergência de foco. Concluindo, deve-se levantar recomendações para uma melhoria contínua de desempenho em novos projetos destacando a importância de se refletir sobre as lições aprendidas que se referem às experiências adquiridas com o projeto.

Concluindo este tópico, é fundamental ressaltar que existem muitos casos em que a resposta de satisfação do cliente pode levar meses ou anos, pois está atrelada a metas que só podem ser contempladas em longo prazo. Por esse motivo, espera-se que essas reuniões possam ser uma incubadora de novos projetos à medida que reconhece em detalhes as expectativas do cliente e é capaz de visualizar melhorias ou novas propostas baseadas no sistema de automação que foi concluído.

Experiências adquiridas com o desenvolvimento do projeto de automação

Atualmente, com os recursos de informática que estão disponíveis, é possível armazenar uma quantidade de dados enorme a respeito dos projetos que são desenvolvidos. Com isso, há uma forma de sistematizar os dados em bancos de dados apropriados para que seja possível resgatar informações importantes para que futuros projetos possam ser aprimorados a partir das experiências adquiridas.

Dessa forma, é importante desenvolver uma cultura na equipe a respeito da importância de coleta de dados para que pratiquem durante todo o ciclo de vida do projeto. Assim, a análise de risco de cada projeto será cada vez mais apurada, potencializando os resultados positivos em novos projetos e melhorando a competitividade das empresas.

Nesse contexto, é necessário fazer reuniões pós-projeto com o cliente para diagnosticar seu grau de satisfação, suas necessidades, incluindo o desenvolvimento de trabalhos futuros. De acordo com Lima (2009) e Gido (2014), pode ser elaborada uma dinâmica ou um formulário para se obter um retorno do cliente que pode contemplar os tópicos a seguir, a exemplo das reflexões que já foram realizadas internamente com a equipe de desenvolvimento do projeto:

- **Sobre a integração:** verificar a visão do cliente sobre o termo de abertura do projeto e se ele entende que foi utilizado na prática como elemento integrador.
- **Sobre o escopo:** verificar se o cliente entende que a Estrutura Analítica do Projeto (EAP) foi utilizada como base para se

controlar o escopo do projeto e se estavam declarados todos os entregáveis de forma adequada.

- **Sobre o tempo:** verificar se a meta de prazo pode ser cumprida; se o controle macro ficou por conta do cliente e o controle micro ficou por conta da equipe de projeto e como as partes interagiram nesse processo.
- **Sobre os custos:** verificar se para o cliente os custos do projeto ficaram dentro do orçamento aprovado e avaliar se o cliente acha que as causas de possíveis desvios foram justificadas.
- **Sobre a qualidade:** verificar como o cliente pontua tanto a qualidade do produto que foi entregue quanto do trabalho que foi realizado para entregar o produto.
- **Sobre os recursos humanos:** verificar como o cliente avalia o resultado da equipe de desenvolvimento que foi montada e o gerenciamento dela.
- **Sobre a comunicação:** verificar a visão do cliente sobre a eficiência do processo de comunicação entre as partes. Além disso, este é o momento de saber como foi armazenada a informação resultante de reuniões, relatórios de acompanhamento e formação de equipes.
- **Sobre os riscos:** verificar como seu cliente avalia a gestão de riscos no sentido de as equipes serem capazes de agir antes que os efeitos de risco ocorram. O TAP e a EAP precisam ser sempre usados para o controle do escopo. Por sua vez, o cronograma e o orçamento precisam ser sempre vigiados e a equipe de projeto é o elo mais importante que pode colocar o projeto em risco. Veja qual a visão do cliente sobre esse contexto.
- **Sobre as aquisições:** verificar se para seu cliente os recursos necessários, correspondentes a pessoas, equipamentos e materiais, foram adquiridos no momento certo de acordo com a EAP.

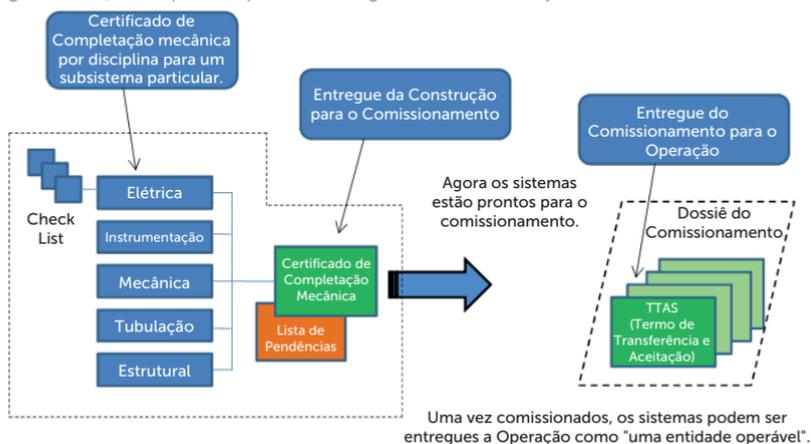
Todas as informações obtidas pelas avaliações internas envolvendo o cliente devem ser organizadas para enriquecer a formação da equipe bem como reverter em reciclagens que

podem ser oferecidas para os colaboradores do cliente que estejam atuando diretamente no projeto.

Documentação de encerramento do projeto de automação

De acordo com Santos e Ferreira (2010), há um processo de entrega de documentação que pode ser representado pela Figura 4.13.

Figura 4.13 | Principais etapas da entrega da documentação



Fonte: Santos e Ferreira (2010, p. 55).

De acordo com as etapas de evolução do projeto percebe-se que são documentos essenciais:

1. Documentação pertinente aos certificados de compleção mecânica envolvendo cada disciplina em particular e de forma específica.
2. Certificado de Compleção Mecânica (CCM) da instalação com a liberação para os testes de pré-comissionamento e lista de pendências não impeditivas quando for o caso.
3. Documentação pertinente aos Termos de Transferência e Aceitação definitivos que libera o sistema para operação assistida.

Além disso, de acordo com Santos e Ferreira (2010), precisam estar presentes nas documentações de encerramento:

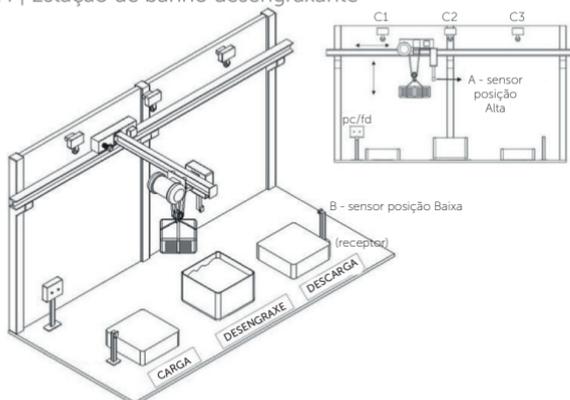
4. Fluxograma da lógica dos processos em que podem ser utilizados modelos em redes de Petri, por exemplo. Outra técnica bastante utilizada é a matriz causa-efeito em que cada linha representa as causas e as colunas são os efeitos possíveis. Além dessas técnicas, há também os diagramas lógicos utilizando blocos E e OU.
5. Modelos esquemáticos (*As Built* – “como construído”) com as dimensões e características fidedignas das edificações e instalações elétrica, pneumática e hidráulica.
6. Procedimentos das etapas de comissionamento aprovadas devidamente assinados.
7. Conformidade com a regulamentação de acordo com as normas vigentes dependendo das características do sistema de automação industrial.
8. Registros com os procedimentos de preservação adequados às peculiaridades do sistema.



Exemplificando

Considere novamente o exemplo da estação de banho para desengraxar, de acordo com a Figura 4.14, que foi projetada e já passou pelos testes finais para transferência de sistemas. Vamos fazer o diagrama lógico desse modelo para compor a documentação final do projeto correspondente ao controle de fazer o produto subir da posição inferior em B para a posição superior em A.

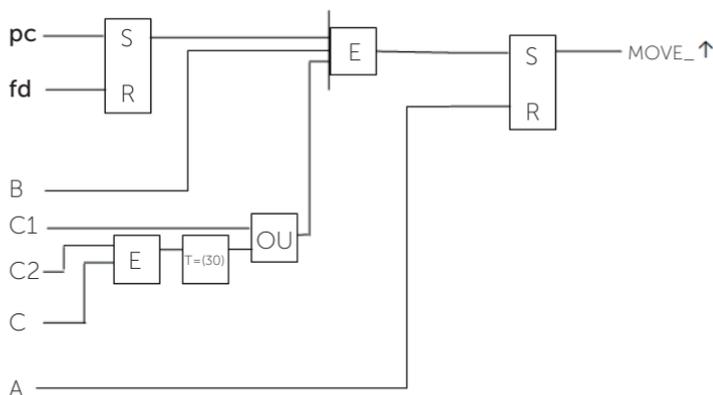
Figura 4.14 | Estação de banho desengraxante



Fonte: Silveira e Santos (1998, p. 178).

Nesse caso, assim que **pc** for acionado, esse sinal realiza um set em um registrador. Se o produto estiver na posição inferior ($B=1$) em C1 ou C2 após 30s (temporizador $T=30s$), o produto deverá subir verticalmente até alcançar a posição A. Portanto, o diagrama correspondente está apresentado na Figura 4.15.

Figura 4.15 | Diagrama lógico de acionamento da subida de peças



Fonte: elaborada pelo autor.

Dessa forma, concluímos esta unidade com a certeza de que você foi capacitado a elaborar um plano de comissionamento considerando, passo a passo, como esse processo ocorre até atingir a fase de operação assistida e o termo de encerramento de um projeto de automação industrial.



Pesquise mais

Para a edição de diferentes organogramas, existem diversos softwares que podem te auxiliar nessa tarefa. Leia diferentes alternativas de softwares livres em: **5 ferramentas para criar organogramas**.

CANALTECH. **5 ferramentas para criar organogramas**. [s.d.]. Disponível em: <<https://canaltech.com.br/utilitarios/5-ferramentas-para-criar-organogramas/>>. Acesso em: 01 ago. 2018.

Sem medo de errar

Você está finalizando o projeto de automação para fabricação de detergente industrial e já realizou a etapa de comissionamento

do sistema em que foram verificados os intertravamentos de partida e de funcionamento para assegurar confiabilidade durante a operação do sistema. Na sequência você abordou o processo de transferência do sistema para o cliente, focando a questão de treinamento operacional e manutenção. Seu alvo agora é realizar o encerramento do projeto e refletir sobre as experiências que foram adquiridas com o desenvolvimento do projeto de automação. Esse processo consiste em misturar um soluto baseado em soda cáustica com solvente em um Tanque de mistura A; misturar um desengraxante com solvente em um Tanque B e realizar a medição de um volume fixo de neutralizador em um Tanque de Medição N, que deve ser previamente aquecido e misturar o conteúdo dos três tanques em um Tanque aerador P para obtenção do produto final. Após reunião pós-projeto com seu cliente, houve uma reflexão sobre as experiências aprendidas e você verificou que ele está satisfeito com o projeto de automação que foi desenvolvido, e a equipe de colaboradores dele aprendeu várias coisas durante a interação com a equipe de desenvolvimento do projeto. Como resultado dessa reflexão, levantou-se a necessidade de desenvolver uma forma de atuação dos colaboradores para avaliarem melhorias na lógica que foi automatizada e uma forma de modelagem que pode ser utilizada para que os colaboradores que atuam na planta possam aprender a refletir sobre novas soluções de automação.

Diante disso, seu supervisor solicitou que organizasse uma apresentação a respeito de como representar a automação dos tanques de tal forma que a equipe do cliente possa aplicar a experiência adquirida no projeto de automação desenvolvido.

Esboço da apresentação

A partir da reunião de pós-projeto com o cliente e os membros de sua equipe, aspectos importantes foram identificados:

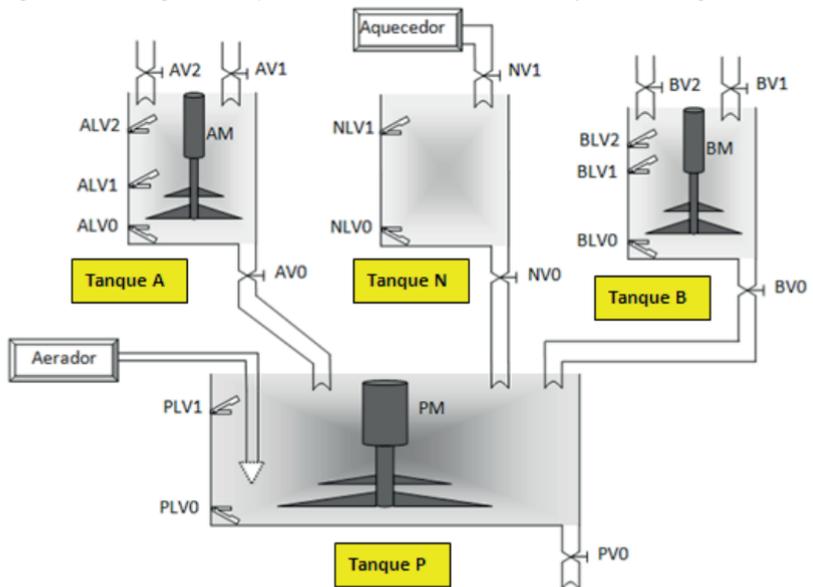
- O cliente ficou satisfeito com o projeto desenvolvido.

- Houve uma mudança de mentalidade da equipe de colaboradores que agora possuem raciocínio lógico para automação de processos.
- Há uma visão de utilizar modelos para estudar melhorias no processo e desenvolver uma nova versão de automação do sistema.

Considerando a necessidade de testes individuais na lógica de controle de cada tanque e também na necessidade de se utilizar técnicas de modelagem de baixa complexidade, uma solução é adotar diagramas lógicos para representar o controle de cada tanque. Dessa forma, os colaboradores poderão observar localmente como cada parte da mistura está sendo processada e realizar melhorias contínuas no processo.

Portanto, o objetivo é desenvolver os diagramas associados a cada um dos tanques. Para ilustrar vamos esboçar os diagramas lógicos para os tanques A, B e de medição N. Inicialmente, vamos retomar o digrama esquemático do sistema automatizado (Figura 4.16).

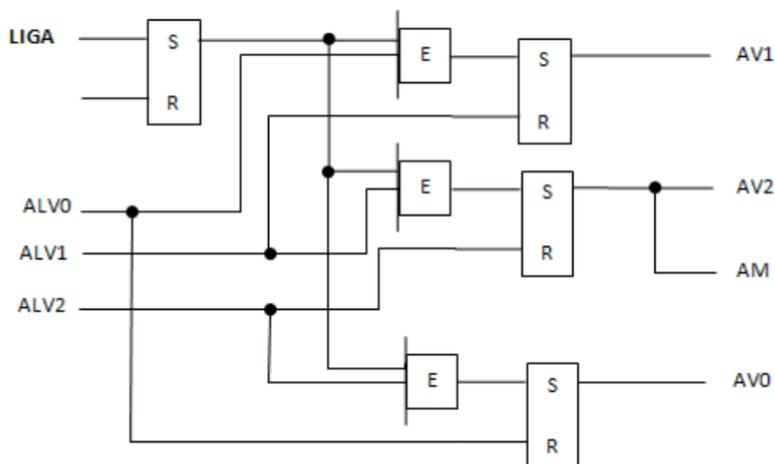
Figura 4.16 | Diagrama esquemático do sistema de fabricação de detergente



Fonte: elaborada pelo autor.

Para o tanque A, temos o diagrama da Figura 4.17 em que o sinal LIGA é pré-requisito para ativar todas as saídas. Observe que o misturador é acionado assim que começa a ser inserido o segundo elemento para a mistura, ou seja, quando ALV1 é 1.

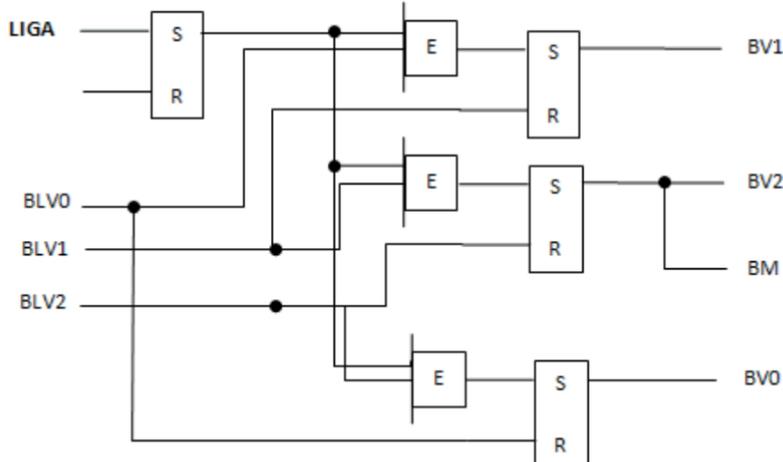
Figura 4.17 | Diagrama lógico do Tanque A



Fonte: elaborada pelo autor.

Analogamente, temos o diagrama para o Tanque B, bastando trocar as entradas e saídas do Tanque A pelas equivalentes do Tanque B (Figura 4.18).

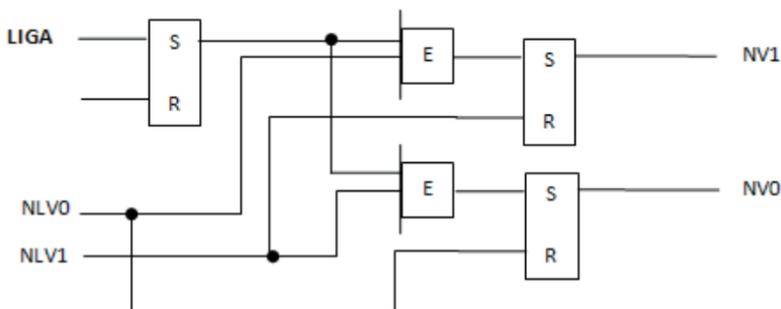
Figura 4.18 | Diagrama lógico do Tanque B



Fonte: elaborada pelo autor.

Para o Tanque de medição N, temos o digrama da Figura 4.19.

Figura 4.19 | Diagrama lógico do Tanque de medição N



Fonte: elaborada pelo autor.

Observe que esses diagramas são acionados em paralelo, ou seja, a partir do acionamento do botão de comando LIGA. Por sua vez, as misturas estão sincronizadas com a entrada do segundo elemento para mistura e cessam assim que a segunda mistura completa o respectivo tanque. Essas estratégias podem ser revistas e alteradas. Por exemplo, após o enchimento do tanque, a mistura pode ser prolongada durante um certo período de tempo que pode ser programado introduzindo um temporizador.

Dessa forma, a equipe irá dispor de ferramentas para pôr em prática o novo conhecimento que adquiriu de representar a lógica de automação de sistemas.

Avançando na prática

Diagramas de instalação elétrica de centrifugas

Descrição da situação-problema

Vamos retomar o caso da usina que produz açúcar a partir do melaço. Durante o comissionamento, verificou-se alguns problemas no processo de partida do motor trifásico que foram resolvidos adotando-se um novo diagrama comando. Como o cliente está na fase de encerramento desse projeto de automação, ele necessita

impede que os contatores CT2 e CT3 fiquem fechados ao mesmo tempo. O mesmo acontece para o caso do contato CT2 NF.O contato CT2 é usado para selar o contator CT2.

Faça valer a pena

1. Considerando o contexto de avaliação das experiências adquiridas durante o desenvolvimento de um projeto de automação industrial, as lacunas do texto a seguir:

É importante desenvolver uma cultura na equipe a respeito da importância de _____ para que pratiquem durante todo o ciclo de vida do projeto. Dessa forma, a _____ de cada projeto será cada vez mais apurada, potencializando os resultados positivos em novos projetos e melhorando a _____ das empresas.

Assinale a alternativa que completa as lacunas de forma correta:

- a) coleta de dados; análise de risco; competitividade.
- b) falhas; análise de risco; competitividade.
- c) coleta de dados; análise de defeitos; contabilidade.
- d) falhas; análise de risco; competitividade.
- e) falhas; análise de defeitos; contabilidade.

2. A Tabela 4.1 descreve três certificações importantes que fazem parte do processo de homologação de um processo de comissionamento de uma planta industrial que está sendo automatizada. Por sua vez, a Tabela 4.2 faz uma descrição do significado de cada uma dessas certificações.

Tabela 4.1 | Certificações para homologação de um relatório de comissionamento

A	Certificação de Completação Mecânica.
B	Certificação para pré-operação e partida.
C	Certificação para iniciar operação.

Tabela 4.2 | Significado das certificações

I	Significa que o sistema automatizado está com as instalações planejadas em condições de testes para a pré-operação.
II	Significa que todos os subsistemas estão preparados para os testes de transferência de sistemas: o sistema automatizado projetado é transferido para o cliente.
III	Significa que o sistema automatizado foi aprovado na etapa de testes de pré-comissionamento.

Marque a alternativa que contém a associação correta das certificações com seus significados.

- a) A-I; B-II; C-III.
- b) A-II; B-I; C-III.
- c) A-I; B-III; C-II.
- d) A-III; B-II; C-I.
- e) A-II; B-III; C-I.

3. De acordo com as etapas de evolução do projeto, percebe-se que existem documentos que são essenciais. Nesse contexto, você afirmaria que:

- I. A documentação pertinente aos certificados de conclusão mecânica envolvem cada disciplina em particular e de forma específica.
- II. Documentação pertinente aos Termos de Transferência e Aceitação definitivos com a liberação para os testes de pré-comissionamento e lista de pendências não impeditivas quando for o caso.
- III. Registros com os procedimentos de preservação que libera o sistema para operação assistida.

Assinale a alternativa correta:

- a) Somente a afirmava I é verdadeira.
- b) Somente as afirmativas I e II são verdadeiras.
- c) Somente a afirmava II é verdadeira.
- d) Somente as afirmativas I e III são verdadeiras.
- e) Somente a afirmava III é verdadeira.

Referências

BUZZETI, R. P. **Comissionamento**: o que é, para que serve e quem faz. PMKB. [S.l.], 29 dez. 2013. Disponível em: <<https://pmkb.com.br/artigos/comissionamento-o-que-e-para-que-serve-e-quem-faz/>>. Acesso em: 18 set. 2018.

CARVALHO, M. M. e JUNIOR, R. R. **Fundamentos em Gestão de Projetos**: Construindo Competências para Gerenciar Projetos. 4. ed., São Paulo: Atlas, 2015. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522498895/>>. Acesso em: 20 set. 2018.

GIDO, J. P.; Clements. J. **Gestão de projetos** - Tradução da 5ª edição norte-americana. Cengage Learning Editores, 2014.

LIMA, G. P. **Gestão de Projetos**: como estruturar logicamente as ações futuras. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

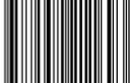
MORAES, C. C.; CASTRUCCI, P. L. **Engenharia de Automação Industrial**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-1976-5/>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

NASCIMENTO, W. C. **Processo de comissionamento para projetos industriais**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de graduação) - Curso de Gerenciamento de Projetos. Faculdade Internacional Signorelli, Belo Horizonte, 43 p., 2014. Disponível em: <<http://pmkb.com.br/uploads/18435/processo-de-comissionamento-para-projetos-industriais.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2018.

NEY, G. M. A. **Processo integrado de comissionamento em unidades industriais – estudo de caso para gaseificador**. Dissertação (Mestrado Profissional em Montagem Industrial). Escola de Engenharia e Instituto de Computação. Universidade Federal Fluminense, Niterói, 105 p., 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/312578515_PROCESSO_INTEGRADO_DE_COMISSIONAMENTO_EM_UNIDADES_INDUSTRIAIS_-_ESTUDO_DE_CASO_PARA_GASEIFICADOR>. Acesso em: 18 set. 2018.

SANTOS, F. A. e FERREIRA, T. M. **Metodologia de Comissionamento**. 2010. Monografia (Pós-Graduação em Engenharia de Condicionamento e Comissionamento) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2010. Disponível em: <http://mecanica.ufes.br/sites/engenhariamecanica.ufes.br/files/field/anexo/francis_araujo_dos_santos_e_thiago_machado_ferreira.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2018.

ISBN 978-85-522-1169-3



9 788552 211693 >