

Capítulo VIII

Etapas de projeto e requisitos relacionados à manutenção

Este capítulo apresenta as principais etapas para a implantação de projetos de capital e sua correlação com a estratégia de manutenção.

FASES DE IMPLANTAÇÃO DE UM PROJETO

A implantação e a operação de um projeto contemplam dez fases básicas, conforme apresentado na Figura 1. As fases de 1 a 8 e a 10 pertencem à categoria de investimento chamada CAPEX (Capital Expenditure) e transcorrem em cerca de 2 a 6 anos. A fase 9, chamada OPEX (Operational Expenditure) dura, em geral, de 25 a 30 anos.

As fases 1 e 2 tratam da identificação das oportunidades e seleção das alternativas de investimento e produção. São fases estritamente vinculadas às estratégias de negócio das empresas, não tendo relação alguma com as políticas de manutenção. Nestas fases são realizados os estudos de viabilidade técnica e econômica e tomadas as primeiras decisões sobre o negócio.

Já as fases 3 (projeto conceitual) e 4 (projeto básico) tratam, principalmente, das especificações referentes aos sistemas de produção, definindo, sobretudo, as tecnologias a serem aplicadas, as possibilidades de simplificação no processo e os principais equipamentos da

instalação.

Para a manutenção, é fundamental que, na fase 4, em que o projeto básico já deve estar minimamente definido, sejam realizados estudos de confiabilidade, como a modelagem RAM (Reliability, Availability e Maintainability) a fim de identificar eventuais problemas no processo ainda na fase de projeto.

O objetivo da análise RAM é avaliar o desempenho de um equipamento ou sistema através da definição e da melhoria dos equipamentos críticos para que o sistema atinja a disponibilidade necessária.

Para a realização da análise RAM é necessário um levantamento dos modos



Figura 1 – Fases de um empreendimento de capital.

de falha dos equipamentos que causam perda para o sistema estudado, o histórico de falhas e o tempo necessário para reparar cada modo de falha. O segundo passo dessa análise é modelar o sistema segundo a metodologia do diagrama de blocos, que representa cada equipamento considerado no sistema em série ou em paralelo, dependendo da lógica de perda gerada para o sistema. O terceiro passo é a simulação direta, que descreve o comportamento do sistema ao longo do tempo segundo as características de falha e reparo de cada equipamento, dando o resultado de disponibilidade final do sistema, sendo possível observar a contribuição no percentual de perdas de cada equipamento no sistema.

A realização do estudo RAM permitirá estimar a eficiência da planta e recomendar ações para a sua melhoria como, por exemplo, investir em equipamentos redundantes para

garantir um nível de produção mais elevado. O modelo elaborado na fase 4 deverá ser refinado nas fases seguintes, incorporando maiores informações do projeto, na medida em que ele for sendo detalhado e, posteriormente, as informações relativas às intervenções de manutenção.

Outro ponto de atenção em relação à manutenção refere-se à utilização de protótipos ou de equipamentos ainda não consolidados no mercado, que devem ser criteriosamente avaliados, visto que, em geral, não possuem históricos de falhas que permitam avaliar sua eficiência e desempenho. Isto pode, inclusive, gerar parâmetros equivocados de falhas para o modelo RAM e acarretar em resultados imprecisos e incoerentes de eficiência.

A fase 5 refere-se à etapa de detalhamento do projeto, a fim de atender às premissas do projeto básico e aos requisitos legais pertinentes.

Para a manutenção, esta é uma etapa

fundamental, visto que os requisitos de operação e manutenção deverão ser definidos. Dentre as principais atividades dessa etapa, destacam-se:

- A atualização do modelo RAM, incorporando as informações do projeto detalhado;
- Definição da carga de trabalho preliminar de manutenção, com o objetivo de definir a equipe mínima necessária;
- Seleção do software de manutenção (CMMS - Computerized Maintenance Management System) a ser utilizado, caso a empresa ainda não o tenha definido em projetos anteriores;
- Definição da estratégia de operação e manutenção;
- Definição dos contratos de serviços de manutenção;
- Definição dos requisitos para gestão de sobressalentes;
- Definição dos requisitos para operações integradas.

A partir da fase 5 inicia-se efetivamente o projeto de implantação do planejamento da manutenção com foco na fase operacional (fase 9). Nesta fase deverão ser definidos os cronogramas de implantação do planejamento da manutenção e também as diretrizes a serem utilizadas nas fases seguintes.

Para a elaboração do cronograma de implantação, sugere-se que sejam considerados como sistemas prioritários aqueles ligados diretamente à segurança operacional, como os sistemas de combate a incêndio, detecção de fogo e gás e geração de emergência, quando aplicável. Posteriormente, são os sistemas que geram as maiores perdas de produção em caso de indisponibilidade (a lista desses sistemas pode ser obtida diretamente da modelagem RAM). Por fim, os sistemas que possuem impacto irrelevante na produção.

Para complementar e auxiliar na definição dos sistemas prioritários, propõe-se a utilização do critério de decisão proposto na norma NORSOK Z-008 (Criticality analysis for maintenance purposes), apresentado na Tabela 1. Caso a empresa possua um critério próprio, ele deve ser aplicado. Adicionalmente, propõe-se um quarto

nível de criticidade: altíssima. O objetivo é priorizar os equipamentos críticos de segurança operacional, definidos como salvaguardas nos estudos de risco ou que se enquadram como equipamentos pertencentes a sistemas críticos de segurança operacional.

As fases 6, 7 e 8 tratam das etapas de construção e montagem, comissionamento/condicionamento e startup/pré-operação, respectivamente.

Nestas fases estão concentradas as atividades de execução do planejamento da manutenção, sendo, portanto, as fases que detalharão a maneira como as estratégias de manutenção definidas na fase 5 serão implantadas durante o ciclo de operação da unidade. Maiores detalhes são apresentados nos capítulos seguintes.

A fase 9 refere-se à etapa de operação da unidade. Nesta etapa, as estratégias de manutenção já devem estar implantadas, sendo crucial que a rotina de planejamento e de controle da manutenção funcione adequadamente para garantir o cumprimento de todo o programa de manutenção previsto. Nesta fase, é fundamental que sejam estabelecidos ciclos para análise crítica dos planos de manutenção, com base em indicadores como disponibilidade de

equipamentos, a fim ajustar eventuais planos de manutenção que não estão bloqueando a ocorrência de falhas nos equipamentos.

A fase 10, referente ao descomissionamento, encerra o ciclo de vida do projeto.

No que diz respeito à estratégia de operações integradas, devem-se utilizar tecnologias que permitam realizar o monitoramento da condição dos equipamentos de forma remota, com o objetivo de reduzir a carga de manutenções preventivas com base no tempo-calendário. Porém, é fundamental que os custos de investimentos (Capex) sejam atrativos em relação aos futuros custos de operação do empreendimento (Opex).

Ao se iniciar um novo projeto de empreendimento, é necessário que todos os trade-offs (escolhas conflitantes) estejam bem definidos, pois há que se desafiar uma máxima de que projetos de baixo Capex necessariamente são de alto custo de Opex, sendo este o grande desafio da engenharia de confiabilidade. No caso específico da manutenção, projetos de baixo Capex em geral implicam em falta de redundância de equipamentos com uma mesma função, em restrição/diminuição

TABELA 1 – CLASSIFICAÇÃO GERAL DE CONSEQUÊNCIAS

Classe	Saúde, segurança e meio ambiente	Produção	Custo (perda de produção)
Alta	<ul style="list-style-type: none"> - Potencial para sérias lesões; - Indisponibilidade de sistemas críticos de segurança; - Potencial para incêndio em área classificada; - Potencial para ampla poluição ambiental. 	Parada ou perda significativa de produção superior a X horas (período especificado pela empresa) dentro de um período de tempo definido.	Custo significativo, superior a Y reais (limite especificado pela empresa).
Média	<ul style="list-style-type: none"> - Potencial para lesões que requerem tratamento médico; - Efeito limitado em sistemas de segurança; - Sem potencial para incêndio em área classificada; - Potencial para poluição ambiental moderada. 	Breve parada ou redução da produção inferior a X horas (período especificado pela empresa) dentro de um período de tempo definido.	Custo moderado, entre Z e Y reais (limites especificados pela empresa).
Baixa	<ul style="list-style-type: none"> - Sem potencial para lesões; - Sem efeito em sistemas de segurança; - Sem potencial para incêndio; - Sem potencial para poluição ambiental. 	Sem efeito sobre a produção dentro de um período de tempo definido.	Custo insignificante, inferior a Z (limite especificado pela empresa).

do uso de instrumentos (o que pode prejudicar a aplicação da manutenção baseada na condição), em compra de equipamentos mais baratos (geralmente com uma confiabilidade menor), entre outros aspectos que podem levar a uma menor disponibilidade e eficiência do sistema de produção da unidade.

REFERÊNCIAS

- Araújo, A. C. F.; Lima, E. N. "Aplicação da confiabilidade e a busca pela redução de incertezas como suporte para programas de gestão de ativos e excelência operacional". *Simpósio Internacional de Confiabilidade. Florianópolis, 2013.*
- Calixto, E.; Bretas, R. "Análise RAM+L: Um estudo integrado de várias unidades de produção de uma refinaria". *23º Congresso Brasileiro de Manutenção. Santos, São Paulo, 2013.*
- NORSOK Z-008. "Criticality analysis for maintenance purposes". *Noruega, 2001.*
- Queiroz, A. R. S. *Estratégia de manutenção de equipamentos elétricos em unidades offshore de produção de petróleo e gás baseada na filosofia de operações integradas. Tese (Doutorado em Ciências – Engenharia Elétrica). Universidade de São Paulo, 2016.*

*Alan Rômulo Silva Queiroz é engenheiro eletricitista graduado pela Universidade Santa Cecília (Santos – SP), mestre e doutor em Engenharia Elétrica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Eduardo César Senger é engenheiro eletricitista e doutor pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. É professor livre-docente na área de Proteção de Sistemas Elétricos pela Universidade de São Paulo e coordenador do Laboratório de Pesquisa em Proteção de Sistemas Elétricos (Lprot).

Luciene Coelho Lopez Queiroz é bacharel em Ciências da Computação graduada pela Universidade Católica de Santos e mestre em Engenharia da Computação pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

CONTINUA NA PRÓXIMA EDIÇÃO

Acompanhe todos os artigos deste fascículo em www.osetoreletrico.com.br

Dúvidas, sugestões e outros comentários podem ser encaminhados para redacao@atitudeeditorial.com.br