

CPM (Critical Path Method) – Método do caminho crítico

O serviço de manutenção de máquinas é indispensável e deve ser constante. Por outro lado, é necessário manter a produção, conforme o cronograma estabelecido.

Esses dois aspectos levantam a questão de como conciliar o tempo com a paradas das máquinas para manutenção sem comprometer a produção.

Nesta aula veremos como as empresas conciliam o tempo com a paradas das máquinas, considerando a produção.

Rotina de planejamento

O setor de planejamento recebe as requisições de serviço, analisa o que e como deve ser feito, quais as especialidades e grupos envolvidos, e os materiais e ferramentas a serem utilizados. Isso resulta no plano de operações, na lista de materiais para empenho ou compra de estoque e outros documentos complementares como relação de serviços por grupo, ordens de serviço etc.

Quando há necessidade de estudos especiais, execução de projetos e desenhos ou quando o orçamento de um trabalho excede determinado valor, o setor de planejamento requisita os serviços da Engenharia de Manutenção. Ela providencia os estudos necessários e verifica a viabilidade econômica.

Se o estudo ou projeto for viável, todas as informações coletadas pelo planejamento são enviadas ao setor de programação, que prepara o cronograma e os programas diários de trabalho coordenando a movimentação de materiais.

Seqüência para planejamento

É o rol de atividades para o planejador atingir o plano de operação e emitir os documentos necessários.

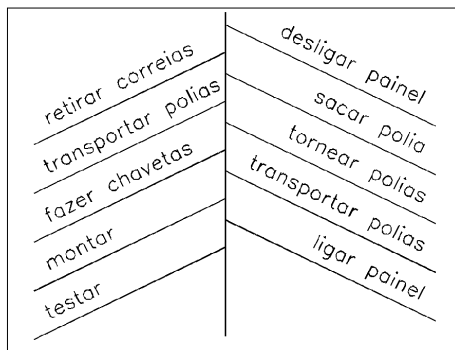
Esse rol de atividades consiste em:

- Listar os serviços a serem executados;
- Determinar o tempo, especialidades e número de profissionais;
- Determinar a seqüência lógica das operações de trabalho por meio do **diagrama espinha de peixe**;
- Construir PERT-CPM;
- Construir **diagrama de barras (Gantt)**, indicando as equipes de trabalho;
- Emitir as ordens de serviço, a lista de materiais, a relação de serviços por grupo e outros documentos que variam conforme a empresa.

Diagrama espinha de peixe

É uma construção gráfica simples que permite construir e visualizar rapidamente a seqüência lógica das operações.

Exemplo:



Em planejamentos simples e para um único grupo de trabalho, pode-se passar da espinha de peixe ao **diagrama de barras** ou o **diagrama de Gantt**.

Diagrama de Gantt

É um cronograma que permite fazer a programação das tarefas mostrando a dependência entre elas. Usado desde o início do século, consiste em um diagrama onde cada barra tem um comprimento diretamente proporcional ao tempo de execução real da tarefa. O começo gráfico de cada tarefa ocorre somente após o término das atividades das quais depende.

As atividades para elaboração do diagrama são a determinação das tarefas, das dependências, dos tempos e a construção gráfica.

Vamos exemplificar considerando a fabricação de uma polia e um eixo. A primeira providência é listar as tarefas, dependências e tempo envolvidos.

TAREFAS	DESCRIÇÃO	DEPENDE DE	TEMPO/DIAS
A	preparar desenhos e lista de materiais	-	1
B	obter materiais para o eixo	A	2
C	torneare o eixo	B	2
D	fresar o eixo	C	2
E	obter materiais para a polia	A	3
F	torneare a polia	E	4
G	montar o conjunto	D e F	1
H	balancear o conjunto	G	0,5

AULA
3

De posse da lista, constrói-se o diagrama de Gantt.

Tarefas	Tempo											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A												
B												
C												
D												
E												
F												
G												
H												

O diagrama de Gantt é um auxiliar importante do planejador e do programador, pois apresenta facilidade em controlar o tempo e em reprogramá-lo. Apesar desta facilidade, o diagrama de Gantt não resolve todas as questões, tais como:

- Quais tarefas atrasariam se a terceira tarefa (C) se atrasar um dia?
- Como colocar de forma clara os custos no diagrama?
- Quais tarefas são críticas para a realização de todo o trabalho?

Para resolver as questões que o diagrama de Gantt não consegue solucionar, foram criados os métodos PERT - CPM.

Métodos PERT – CPM

Os métodos **PERT** (*Program Evolution and Review Technique* – Programa de Avaliação e Técnica de Revisão) e **CPM** (*Critical Parth Method* – Método do Caminho Crítico) foram criados em 1958.

O PERT foi desenvolvido pela NASA com o fim de controlar o tempo e a execução de tarefas realizadas pela primeira vez.

O CPM foi criado na empresa norte-americana Dupont com o objetivo de realizar as paradas de manutenção no menor prazo possível e com o nível constante de utilização dos recursos.

Os dois métodos são quase idênticos; porém, as empresas, em termos de manutenção, adotam basicamente o CPM .

Método CPM

O CPM se utiliza de construções gráficas simples como flechas, círculos numerados e linhas tracejadas, que constituem, respectivamente:

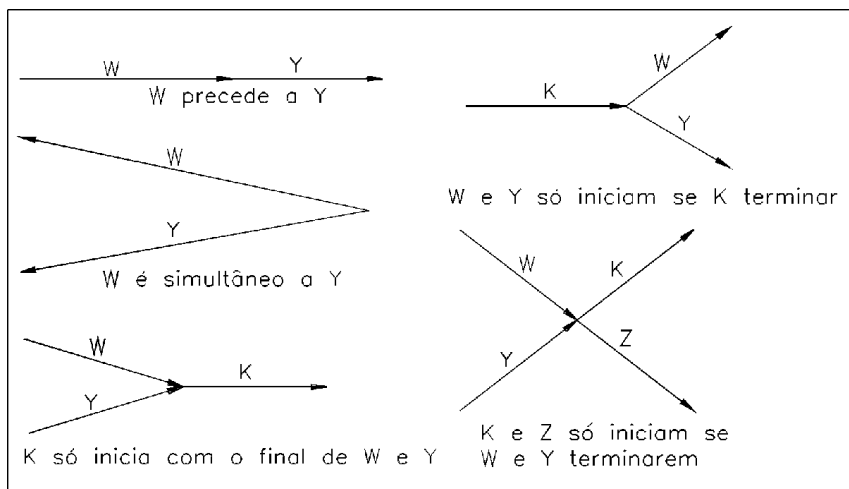
- o diagrama de flechas;
- a atividade fantasma;
- o nó ou evento.

Diagrama de flechas – É um gráfico das operações, em que cada operação é representada por uma flecha. Cada flecha tem uma ponta e uma cauda. A cauda representa o início da operação e a ponta marca o seu final.

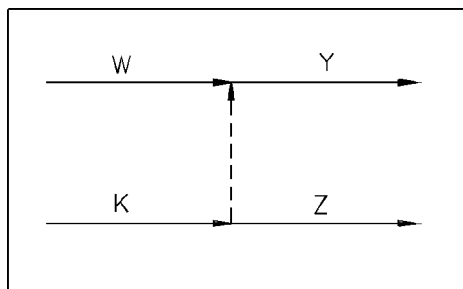
As flechas são usadas para expressar as relações entre as operações e definir uma ou mais das seguintes situações:

- a operação deve preceder algumas operações;
- a operação deve suceder algumas operações;
- a operação pode ocorrer simultaneamente a outras operações.

Exemplo:



Atividade fantasma – É uma flecha tracejada usada como artifício para identificar a dependência entre operações. É também chamada de operação imaginária e não requer tempo. Observe a figura:



A figura exemplifica as seguintes condições:

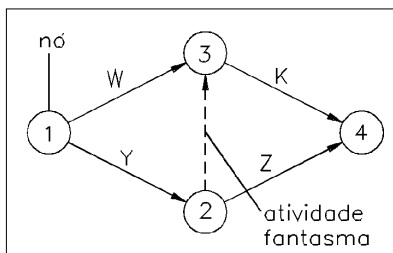
- W deve preceder Y;
- K deve preceder Z;
- Y deve seguir-se a W e K.

Assim, as atividades W, Y, K e Z são operações físicas como torneiar, montar, testar etc. Cada uma dessas operações requer um tempo de execução, enquanto a atividade fantasma é um ajuste do cronograma, isto é, depende apenas da programação correta.

AULA
3

Nó ou evento – São círculos desenhados no início e no final de cada flecha. Têm o objetivo de facilitar a visualização e os cálculos de tempo. Devem ser numerados e sua numeração é aleatória.

Exemplo:



O nó não deve ser confundido com uma atividade que demande tempo. Ele é um instante, isto é, um limite entre o início de uma atividade e o final de outra.

Construção do diagrama CPM

Para construir o diagrama é preciso ter em mãos a lista das atividades, os tempos e a seqüência lógica. Em seguida, vai-se posicionando as flechas e os nós obedecendo a seqüência lógica e as relações de dependência. Abaixo de cada flecha, coloca-se o tempo da operação e acima, a identificação da operação.

Exemplo:

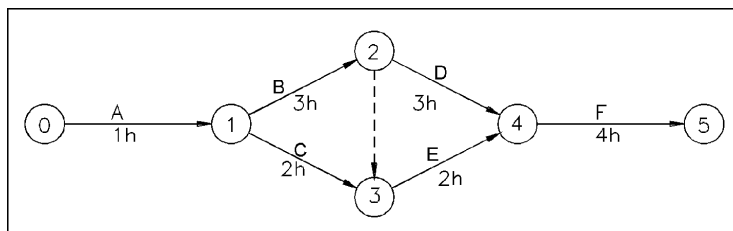
Um torno apresenta defeitos na árvore e na bomba de lubrificação e é preciso corrigir tais defeitos.

O que fazer ?

Primeiramente, listam -se as tarefas, dependências e tempos, numa seqüência lógica:

TAREFAS	DESCRIÇÃO	DEPENDENTE DE	TEMPO
A	retirar placa, proteções e esgotar óleo	-	1 h
B	retirar árvore e transportá-la	A	3 h
C	lavar cabeçote	A	2 h
D	trocar rolamentos	B	3 h
E	trocar reparo da bomba	B e C	2 h
F	de lubrificação montar, abastecer e testar o conjunto	D e E	4 h

A seguir, constrói-se o diagrama:



O caminho crítico

É um caminho percorrido através dos eventos (nós) cujo somatório dos tempos condiciona a duração do trabalho. Por meio do caminho crítico obtém-se a duração total do trabalho e a folga das tarefas que não controlam o término do trabalho.

No diagrama anterior há três caminhos de atividades levando o trabalho do evento 0 (zero) ao evento 5:

- A – B – D – F, com duração de 11 horas;
- A – C – E – F, com duração de 9 horas;
- A – B – imaginária – E – F, com duração de 10 horas.

Há, pois, um caminho com duração superior aos demais, que condiciona a duração do projeto.

É este o caminho crítico. A importância de se identificar o caminho crítico fundamenta-se nos seguintes parâmetros:

- permitir saber, de imediato, se será possível ou não cumprir o prazo anteriormente estabelecido para a conclusão do plano;
- identificar as atividades críticas que não podem sofrer atrasos, permitindo um controle mais eficaz das tarefas prioritárias;
- permitir priorizar as atividades cuja redução terá menor impacto na antecipação da data final de término dos trabalhos, no caso de ser necessária uma redução desta data final;
- permitir o estabelecimento da primeira data do término da atividade;
- permitir o estabelecimento da última data do término da atividade.

Freqüentemente, o caminho crítico é tão maior que os demais que basta acelerá-lo para acelerar todo o trabalho.

Tendo em vista o conceito do caminho crítico, pode-se afirmar que as tarefas C e E do diagrama anterior podem atrasar até duas horas sem comprometer a duração total.

Resultado final da aplicação do CPM

O método do caminho crítico permite um balanceamento dos recursos, principalmente mão-de-obra. O departamento de manutenção possui um contingente fixo e não é desejável ter um perfil de utilização desse contingente com carência em uns momentos e ociosidade em outros.

Para evitar este problema, o planejador joga com o atraso das tarefas com folga e o remanejamento do pessoal envolvido nas tarefas iniciais.

Nas paradas para reformas parciais ou totais, após o balanceamento dos recursos físicos e humanos com programação de trabalho em horários noturnos e em fins de semana, pode ocorrer ainda a carência de mão-de-obra. Neste caso, a solução é a contratação de serviços externos ou a ampliação do quadro de pessoal. Essas decisões só podem ser tomadas após a análise e comprovação prática das carências.

Exercícios

Exercício 1

Na elaboração de um planejamento de manutenção existe uma seqüência ou um rol de atividades para o planejador atingir o plano de operação e emitir os documentos necessários. Coloque a seqüência abaixo em ordem, numerando-a de 1 a 6:

- a) () Construir PERT-CPM
- b) () Determinar o tempo
- c) () Construir o diagrama de barras
- d) () Listar os serviços a serem executados
- e) () Determinar a seqüência lógica das operações através do diagrama espinha de peixe
- f) () Emitir as ordens de serviço

Assinale com X a alternativa correta.

Exercício 2

O diagrama de construção gráfica simples que permite visualizar rapidamente a seqüência lógica de operações é o diagrama :

- a) () de Gantt
- b) () de barras
- c) () espinha de peixe
- d) () PERT
- e) () CPM

Exercício 3

Para resolver as questões que o diagrama de Gantt não consegue solucionar, foram criados os diagramas:

- a) () espinhas de peixe;
- b) () PERT-CPM;
- c) () de barras;
- d) () de flechas;
- e) () de custos.

Exercício 4

Complete as frases.

- a) O foi desenvolvido com a finalidade de controlar o tempo e a execução de tarefas a serem realizadas pela primeira vez.
- b) O foi criado com o objetivo de realizar as paradas de no menor prazo possível e com o nível constante de utilização dos recursos.
- c) OCPM se utiliza de construções gráficas simples como, numerados e linhas.
- d) Atividade é também chamada operação imaginária e não requer tempo.
- e) O objetivo de um nó ou evento é facilitar a e os cálculos de tempo.

Exercício 5

Construa um diagrama CPM para uma fresadora que apresenta defeitos no acionamento da mesa. Utilize os dados da tabela para construir o diagrama.

TAREFAS	DESCRIÇÃO	DEPENDE DE	TEMPO
A	desmontar o conjunto de acionamento da mesa	-	4 h
B	lavar o conjunto da mesa	A	1 h
C	recuperar as guias	B	2 h
D	troca de engrenagens danificadas	B	1 h
E	montar guias	C	2 h
F	montar engrenagens	D	2 h
G	teste dos conjuntos	E e F	0,5 h

