

Alinhamento geométrico e nivelamento de máquinas e equipamentos

A indústria mecânica Kybrobó S.A. adquiriu três máquinas-ferramenta para ampliar seu setor de produção: um torno CNC, uma fresadora universal e uma mandriladora.

Elas foram colocadas em locais apropriados e o pessoal da manutenção foi convocado para fazer o nivelamento e verificar o alinhamento geométrico de cada uma das máquinas recém-chegadas.

Como se faz o nivelamento de uma máquina? O que é alinhamento geométrico?

Nesta aula você terá respostas para as duas perguntas.

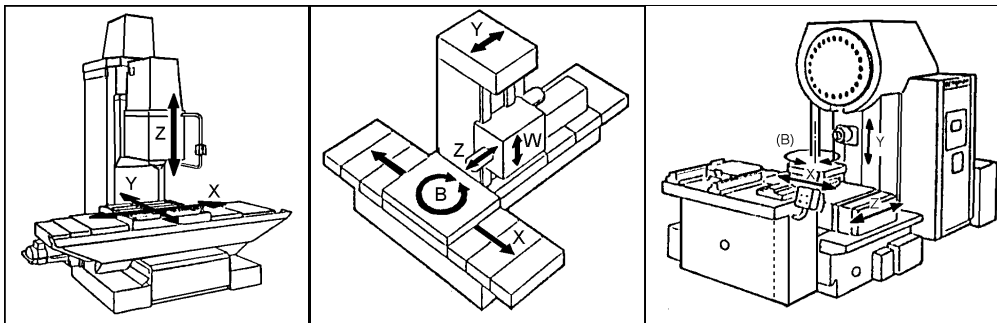
Importância do alinhamento geométrico

As máquinas e os equipamentos em geral precisam estar alinhados geometricamente e nivelados para poderem operar de forma adequada e com o máximo de eficiência.

O alinhamento geométrico pode ser compreendido como sendo a relação existente entre os planos geométricos de todos os elementos constituintes de uma máquina.

A importância do alinhamento geométrico reside no fato de que deve haver harmonia entre os diversos conjuntos mecânicos existentes nas máquinas, e que executam movimentos relativos entre si, para que o todo funcione de modo eficaz. Caso contrário, ocorrerá comprometimento dos elementos em termos de exatidão e durabilidade.

As ilustrações a seguir mostram algumas máquinas alinhadas geometricamente. Observe a harmonia entre os eixos de trabalho que os conjuntos mecânicos executam.

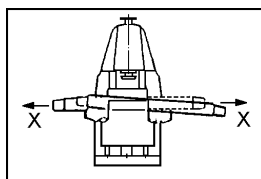


Peso dos componentes das máquinas e equipamentos

Quando uma máquina ou equipamento é projetado, dois fatores importantes são levados em consideração: o centro de gravidade da máquina, ou centro de massa, e o dimensionamento do seu curso de trabalho. O centro de gravidade é o local onde está o ponto de equilíbrio do peso de todo o conjunto.

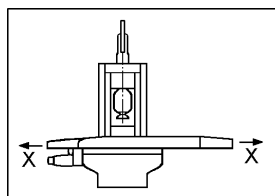
Se uma máquina ou equipamento tiver algum problema com seu centro de gravidade e erros no dimensionamento de seu curso, surgirão desgastes de conjuntos e estruturas, quebras, peças mal executadas, resistências indesejáveis etc.

Na ilustração abaixo, mostramos uma máquina cujo centro de gravidade está deslocado por causa da não simetria na distribuição de massa da mesa na direção x . A mesa do lado direito da figura possui mais massa e, conseqüentemente, mais peso desse lado. Nessas condições, o alinhamento geométrico fica prejudicado, pois a condição de apoio do sistema não satisfaz as necessidades.



Hoje em dia, as máquinas modernas apresentam configurações arrojadas e se deslocam sobre bases mais estáveis e robustas, o que lhes garante maior rigidez. O centro de gravidade dessas máquinas é mais estável, garantindo o alinhamento geométrico desejado.

Observe na figura abaixo que na direção x a mesa se mantém perfeitamente alinhada, apesar do lado direito ser maior que o esquerdo. É um projeto de engenharia bem executado que garante o perfeito alinhamento da máquina.



Resumindo, os elementos relacionados entre si devem ser nivelados e alinhados geometricamente nos planos horizontais e verticais, e esses planos devem ser nivelados e alinhados entre si.

Instrumentos utilizados no alinhamento geométrico

Há vários instrumentos que são utilizados no alinhamento geométrico de máquinas e equipamentos. Esses instrumentos variam em complexidade e exatidão.

Exemplos:

- relógio comparador;
- relógio com apalpador de precisão;
- régua padrão calibrada;
- bases calibradas para suporte de instrumentos;
- acessórios de verificação;
- nível de bolha;
- nível de bolha quadrangular;
- nível eletrônico;
- teodolito;
- autocolimador óptico-visual;
- autocolimador fotoelétrico;
- autocolimador a laser.

Aspectos técnicos do alinhamento geométrico

As partes estruturais das máquinas, como o barramento, por exemplo, sempre foram um problema de difícil solução para os projetistas. A dificuldade reside no comportamento que essas partes estruturais exibem quando estão em trabalho, fugindo de todas as condições consideradas nos cálculos. Os fatores que contribuem para esse comportamento aleatório são os seguintes:

- surgimento de esforços durante a usinagem de peças;
- esforços atuantes de outros componentes em trabalho;
- vibrações do corte;
- vibrações de componentes como árvores e rolamentos;
- efeitos de agentes externos como a temperatura que causa dilatações.

O somatório desses fatores, principalmente a temperatura, atuando nas máquinas, pode provocar torções no conjunto e causar deslocamentos de difícil controle.

As bases das máquinas foram e ainda são construídas, embora em menor número, em blocos compactos de ferro fundido. Muitas máquinas modernas apresentam suas bases na forma de conjuntos soldados de aço em vez de ferro fundido. Esse avanço tecnológico permite um melhor dimensionamento do peso dessas máquinas e uma localização mais racional para nervuras e reforços estruturais.

As guias de deslizamento eram e ainda são, em muitos casos, usinadas no próprio corpo da base de muitas máquinas. Tais guias são retificadas para que o alinhamento atenda às especificações normalizadas.

Uma máquina com guias de deslizamento feitas no próprio corpo da base pode trazer problemas. Se ocorrerem desvios, a base da máquina deverá ser retirada; as guias precisarão sofrer uma nova usinagem para corrigir as imperfeições; os demais componentes da máquina deverão ser ajustados de acordo com as novas dimensões das guias e toda a máquina deverá ser alinhada segundo as novas condições.

Na atualidade, com a evolução das máquinas que desenvolvem elevadas velocidades de corte, é cada vez mais freqüente a presença de guias lineares rolamentadas padronizadas e de fácil montagem, alinhamento, reposição e manutenção. As guias lineares rolamentadas permitem uma regulagem da pré-carga dos elementos rolantes.

Outra inovação no campo da fabricação de máquinas é a utilização de resinas como elemento de revestimento de superfícies. Essas resinas, em geral diamantadas, possuem uma elevada dureza e reduzem grandemente o atrito entre as superfícies em contato. As superfícies que recebem resinas passam por uma preparação prévia para que a aderência seja perfeita.

O ajuste dimensional e o alinhamento prévio dos conjuntos envolvidos são realizados com dispositivos e instrumentos adequados antes do preenchimento, moldagem e cura das resinas. As correções posteriores, quando necessário, são efetuadas por meio de rasqueteamento.

A inconveniência do calor em máquinas

Como já foi discutido em aulas anteriores, as máquinas em operação geram uma certa quantidade de calor. Esse calor é proveniente das forças de atrito que surgem entre elementos mecânicos que estão em contato e realizam movimentos relativos entre si.

Por exemplo, o calor pode ser gerado pelo atrito entre:

- ferramentas de corte e peças em usinagem;
- engrenagens em movimento;
- eixos movimentando-se apoiados em mancais;
- polias e correias;
- pinhão e cremalheira.

Uma possível adição extra de calor na máquina poderá ter sua origem no meio ambiente em que ela está instalada.

Todo esse aumento de temperatura se transmite a todos os elementos da máquina, e isso, inevitavelmente, influirá na geometria dos conjuntos mecânicos.

Máquinas e equipamentos com exatidão dimensional são fabricados e operam normalmente em condições ambientais controladas. Além do controle da temperatura, controla-se a umidade do ar. É uma necessidade quando se pensa em qualidade e eficiência.

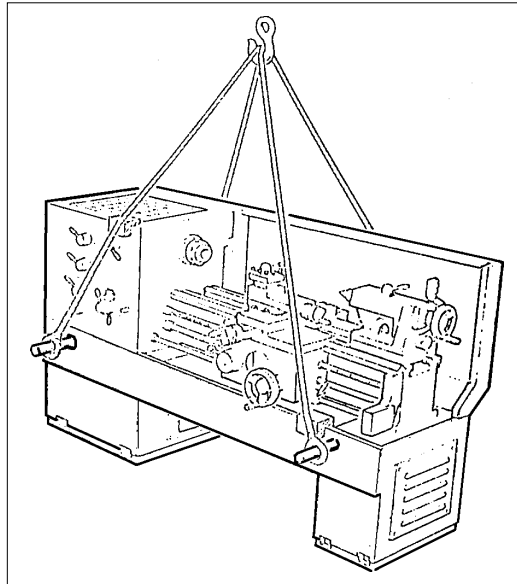
Elevação, movimentação e transporte de máquinas e equipamentos

Quando uma máquina é fabricada conforme projeto específico, todos os cuidados com ajustes e montagens são tomados. Aprovada, a máquina deverá sair do setor de fabricação e ser encaminhada para um depósito ou diretamente para o cliente que a comprou.

O encaminhamento da máquina para o depósito ou para o cliente envolve medidas de proteção contra a ação de agentes ambientais normais (chuva e poeira) e contra quedas, uma vez que a máquina sofrerá movimentação, tanto na horizontal quanto na vertical.

Para se elevar uma máquina, devem-se observar os locais próprios de amarração. Uma amarração bem executada, considerando o centro de gravidade da máquina, evitará a ocorrência de acidentes.

A figura abaixo mostra a amarração de um torno que está sendo elevado.



Os elementos de amarração devem estar bem dimensionados para o peso da máquina, e seus componentes móveis bem travados para não sofrerem movimentos e choques com outros conjuntos durante seu transporte.

Além da elevação da máquina por meio de amarras, outros cuidados precisam ser observados em seu transporte. No caso de caminhões, vagões de trens, navios e aviões, a máquina deverá estar bem embalada, assentada e amarrada para não se deslocar. Na hora do descarregamento, todo cuidado deve ser tomado para que a máquina não caia.

Resumindo, o transporte de uma máquina exige técnica e habilidade das pessoas envolvidas nessa importante operação. Se todos os cuidados forem tomados, garante-se a preservação do alinhamento geométrico original da máquina.

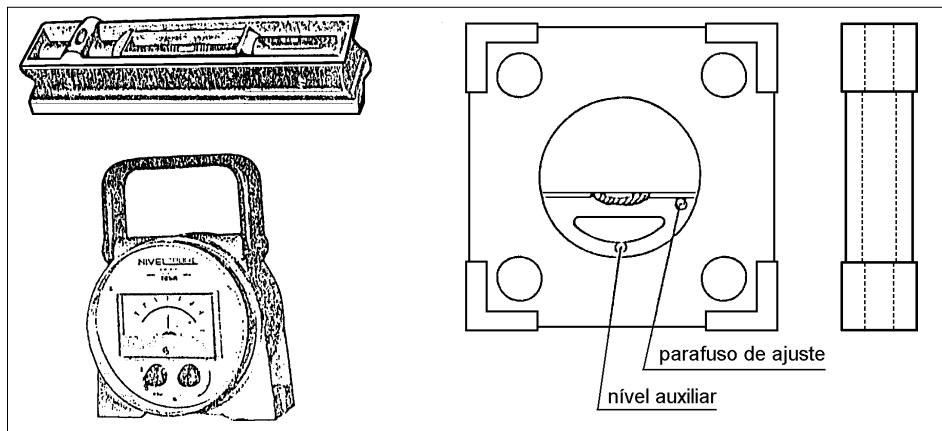
Nivelamento de máquinas e equipamentos

O bom nivelamento das máquinas e equipamentos é outro importante fator a ser considerado em termos de alinhamento geométrico e de trabalho eficiente, e qualidade de produto.

De fato, uma máquina ou equipamento bem nivelados trabalham sem esforços adicionais, e operam segundo o previsto.

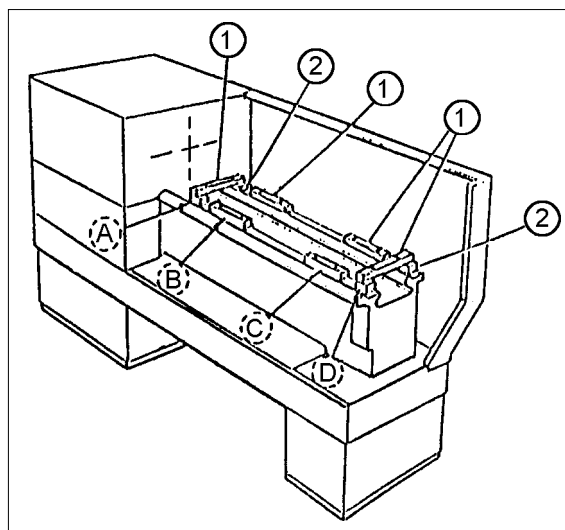
Os instrumentos mais comuns para se efetuar o nivelamento de máquinas e equipamentos são os seguintes: nível de bolha de base plana; nível de bolha quadrangular e nível eletrônico.

As figuras a seguir mostram como são esses instrumentos.



Como nivelar?

O nivelamento de uma máquina ou equipamento segue procedimentos e parâmetros normalizados e deve ser feito inicialmente no sentido longitudinal e, posteriormente, no sentido transversal.



Havendo necessidade de efetuar acertos, o que é muito comum, trabalha-se acionando os niveladores da base.

Estando o equipamento nivelado, deve-se efetuar o aperto dos parafusos de fixação. Após essa operação, volta-se a conferir o nivelamento para checar se ocorreu alteração do nivelamento anterior.

Constatadas alterações, volta-se a nivelar; porém, sem desapertar totalmente os parafusos. Ao se atingir novamente as condições desejadas, confere-se o aperto final. Esse procedimento deverá ser repetido até que se atinja o nivelamento correto com o aperto final dos parafusos de fixação.

Após o nivelamento da máquina, é conveniente colocá-la para funcionar em vazio durante um certo período. Após esse período, o nivelamento deverá ser conferido novamente para novos ajustes, se necessário.

Pode ocorrer que uma determinada máquina não permita que se obtenha um nivelamento de acordo com as especificações. Nesse caso, uma análise dos fatores interferentes deverá ser realizada. Esses fatores interferentes poderão ser:

- uma torção da própria estrutura da máquina causada por transporte inadequado;
- tensões internas do próprio material utilizado na fabricação da máquina;
- instabilidade da fundação onde a máquina encontra-se assentada;
- presença de forças desbalanceadas provocadas pelo assentamento irregular dos elementos de fixação.

Eliminando-se esses fatores interferentes, o nivelamento adequado poderá ser obtido.

Exercícios

Exercício 1

Assinale **V** para as afirmativas verdadeiras e **F** para as falsas.

- a) () A harmonia de funcionamento dos diversos conjuntos mecânicos de uma máquina está relacionada com o seu alinhamento geométrico.
- b) () O centro de massa de uma máquina é um fator irrelevante para o seu alinhamento geométrico.
- c) () O alinhamento geométrico de máquinas é efetuado somente com força muscular e sem auxílio de nenhum instrumento. Basta o operador ter boa visão.
- d) () Vibrações são fatores que interferem no comportamento aleatório de uma máquina causando problemas para o seu perfeito alinhamento geométrico.
- e) () A base de muitas máquinas modernas podem ser construídas por conjuntos de aço soldados.

Assinale X na alternativa correta.

Exercício 2

As guias de deslizamento de máquinas estão sendo substituídas por guias:

- a) () lineares rolamentadas;
- b) () angulares rolamentadas;
- c) () verticais rolamentadas;
- d) () trapezoidais rolamentadas;
- e) () filamentados deslizantes.

Exercício 3

As resinas de enchimento de superfícies de máquinas são:

- a) () cimentadas;
- b) () diamantadas;
- c) () asfaltadas;
- d) () tijoladas;
- e) () ladrilhadas.

Exercício 4

No transporte de uma máquina é importante executar uma boa:

- a) eliminação do centro de massa;
- b) pintura na lona de cobertura;
- c) retificação em todos os parafusos;
- d) amarração para evitar acidentes e danos;
- e) torção nos elementos de amarra.

Exercício 5

Os instrumentos mais comuns utilizados no nivelamento de máquinas são:

- a) osciloscópio, analisador de vibrações, autocolimador a laser;
- b) analisador de vibrações, multímetro e osciloscópio;
- c) nível de bolha e nível eletrônico;
- d) nível eletrônico e autocolimador fotoelétrico;
- e) teodolito, relógio comparador, paquímetro digital.

Exercício 6

Quando se vai nivelar uma máquina, o nivelamento deverá ser iniciado no sentido:

- a) transversal;
- b) longitudinal;
- c) radial;
- d) axial;
- e) de cima para baixo.

