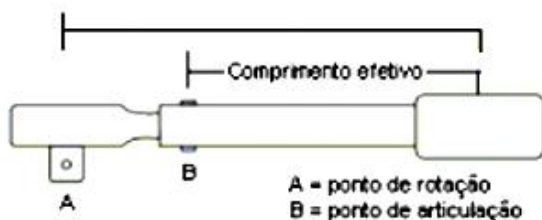
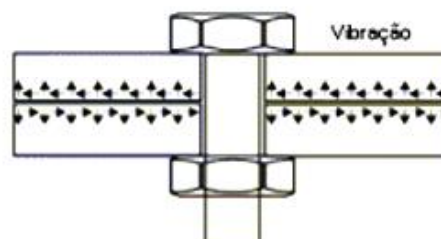
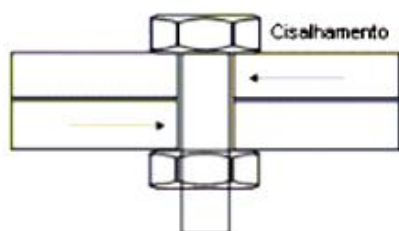


Conceitos de Torque e Junta



Torque e Junta

TORQUE E JUNTA

Equipamento para produção de cristais de semicondutores por evaporação de silício em câmara de vácuo.



Conforme mostra a figura, até os equipamentos mais sofisticados de hoje utilizam fixadores.

ÍNDICE: A fim de facilitar a compreensão dos vários aspectos de torque abordados, através de suas aplicações práticas, segue a cada parágrafo um resumo dos torquímetros que possuem as características mencionadas e que estão à sua disposição na CARLSONS.

1. A JUNTA MECÂNICA



Uma junta mecânica roscada oferece a vantagem de desmontagem rápida para inspeção ou reparo de componentes; fixadores podem ser reutilizados.

Inspeções e reparos podem ser efetuados no campo com um mínimo de ferramentas.

2. FORÇA DE FIXAÇÃO



A força de fixação é obtida pelo tensionamento do parafuso e a conseqüente compressão dos componentes da junta roscada.

Torque e Junta

A) A qualidade mais importante da junta é a sua resistência às cargas de trabalho (tração, compressão, cisalhamento e vibração). Essas cargas, que tendem a provocar a soltura dos componentes da junta, devem ser absorvidas pela força de fixação induzida na junta durante a sua montagem. A força de fixação deve ser maior do que a soma das cargas de trabalho que agem sobre ela.



B) Como gerar força de fixação nos componentes da junta?

Apertando os componentes da junta uns contra os outros por meio de fixadores roscados, fazendo com que o conjunto se comporte como uma única peça, resistindo a tração e compressão. O aperto também aumenta a fricção entre os componentes, que assim resiste melhor a cisalhamento e vibração.

Na junta, a fricção, que em muitas outras aplicações nos "rouba" parte do nosso esforço", aparece aqui como coadjuvante, pois dificulta o movimento dos componentes entre si, evitando a soltura.

C) Como vemos, a força de fixação da junta é muito importante para assegurar um perfeito funcionamento do produto em que se encontra instalada.

Se aplicarmos um aperto pequeno demais, os componentes da junta podem começar a soltar-se debaixo das cargas de trabalho, resultando numa falha catastrófica.

Se aplicarmos um aperto em excesso, podemos espanar a rosca do fixador, gerar uma tensão que ultrapassa o limite de resistência do fixador ou envergar os componentes da junta, condições estas que prejudicariam o bom desempenho do produto.

D) Há meios práticos de medir a precarga num fixador?

Não. - Poderíamos recorrer à medição do alongamento do fixador que está intimamente ligado a precarga nele aplicada. Esta medição seria feita por meio de extensômetros ou ondas de ultra-som. Só é possível quando se utiliza parafuso com porca, permitindo acesso às duas extremidades do parafuso. Além de ser um processo demorado vale dizer ainda que os equipamentos necessários para fazer a medição são muito caros, por isso é proibitivo na maioria dos processos de montagem.

Poderíamos tentar medir a compressão a que sujeitamos os componentes da junta, utilizando transdutores de pressão ou sensores de pressão instalados na própria junta. Após aperto da junta não é possível remover os sensores, tomando-se assim um processo impraticável.

Torque e Junta

3. GERANDO FORÇA DE FIXAÇÃO PELO TORQUE

Qual é a solução que resta para aplicar a precarga correta a um fixador?

É controlar o torque que aplicamos ao fixador utilizando um **TORQUÍMETRO** ou uma apertadeira motorizada com **CONTROLE DE TORQUE**, pois estes são os meios mais confiáveis. Ambos você encontra na CARLSONS.

4. AS VARIÁVEIS NA RELAÇÃO TORQUE / TENSÃO (Força de fixação)

Na época da elaboração do projeto do produto é necessário estabelecer empiricamente uma relação entre um torque aplicado e a precarga resultante no fixador e a força de fixação obtida na junta. A CARLSONS dispõe de equipamentos para fazer esta avaliação.

Esta correlação depende de vários fatores como:

- Tipo de junta: junta elástica ou junta rígida
- Tipo de rosca (rosca grossa ou rosca fina)
- Tolerâncias da rosca do fixador / parafuso
- Folga do furo
- Formato da cabeça
- Existência de arruelas lisas ou de pressão
- Acabamento e lubrificação de faces contactantes
- Perpendicularidade ou paralelismo dos fixadores e componentes da junta
- Tratamento térmico
- Componentes de material diferente.
- Local de aplicação de torque (porca ou cabeça do parafuso)

Os ensaios devem sempre ser feitos nas condições mais próximas à realidade da montagem.

Após definição da força de fixação necessária em determinada junta e do relaxamento que deve ocorrer podemos especificar o torque a aplicar ao fixador. Para garantir a segurança na aplicação do torque correto em linhas de montagem de alta produção a CARLSONS oferece apertadeiras motorizadas que indicam o torque dinâmico sendo gerado e permitem imprimir o torque máximo aplicado através de impressora para gerar um 'hardcopy' para comprovação do torque aplicado para um cliente ou para utilização futura em caso de litígio.

Depois nada melhor que um 'teste de campo' sob as condições reais de cargas de trabalho e cargas externas.

Se a junta não falhar e nem se soltar, a escolha dos componentes da junta e o processo de montagem com os torques utilizados foram perfeitos.

Quando as condições de produção são diferentes a CARLSONS põe a sua disposição uma ampla gama de torquímetros da melhor relação 'custo / benefício'.

Torque e Junta

5. AUDITORIA DE TORQUE

'Auditoria de torque' pretendendo encontrar o torque aplicado a minutos, horas ou dias atrás é um processo duvidoso, pois quando tentamos reiniciar a rotação da porca ou fixador teremos que vencer a 'fricção estática', que devido ao relaxamento dos componentes da junta pode ser bem diferente da 'fricção dinâmica' que existia no momento do aperto.

Muitos fatores contribuem para alterar a tensão residual do fixador e com isso a força de fixação existente na junta: estado de lubricidade, dureza diferente de materiais, gaxetas e o tempo que passou entre a aplicação de torque e a tentativa de medir a força de fixação residual.

É muito importante que torques apurados em ensaios sejam respeitados no 'chão de fábrica'.

O operador deve parar de aplicar força tão logo atinja o torque recomendado. O conceito "um pouco mais não pode fazer mal" não é aceitável, porque pode fazer mal, sim!

6. RELAXAMENTO

Na prática ocorre uma gradual perda da força de fixação em quase todas as juntas roscadas porque as faces da junta em contato aos poucos sofrem um 'nivelamento' das irregularidades de superfície que diminui a força de fixação existente.

Quando devemos montar uma junta com múltiplos fixadores encontramos um problema de relaxamento peculiar: enquanto apertamos um fixador, um outro fixador, já instalado, perde a sua força de fixação porque a mudança das condições de tensão na junta provoca um relaxamento localizado.

Para diminuir este inconveniente executa-se o aperto dos fixadores numa 'seqüência cruzada', ou num padrão espiral. Um outro procedimento é apertar os fixadores em vários 'passos' (ex.: 30% - 70% - 100% do torque especificado), mantendo o padrão de 'seqüência cruzada' ou 'espiral'.

A prática de aperto em vários 'passos' ou 'passadas' ajuda a eliminar uma das causas do baixo aproveitamento de torque para gerar tensão e força de fixação no fixador e na junta, pois apertos repetidos reduzem a fricção entre partes contactantes. Este procedimento muitas vezes é utilizado na montagem de juntas críticas (ex.: aeronáutica e veículos).

Outro fator que pode afetar substancialmente o relaxamento da força de fixação numa junta é o emprego de arruelas debaixo da cabeça do parafuso. O diâmetro do furo da arruela, acabamento da face de contato e dureza da arruela influenciam o relaxamento da força de fixação na junta e a tensão no parafuso.

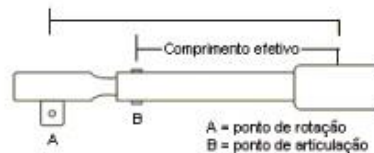
Provavelmente a causa de relaxamento mais conhecida é o emprego de gaxetas de vedação entre dois componentes da junta. Para dar tempo para a gaxeta se acomodar, é aconselhável apertar os parafusos mais uma vez para compensar a força de fixação perdida.

Torque e Junta

7. PRINCÍPIOS DO FUNCIONAMENTO DO TORQUÍMETRO

Para executar o seu trabalho o torquímetro sempre utiliza um corpo elástico calibrado, uma *barra* no modelo 'vareta' ou relógio, *mola helicoidal* no modelo 'estalo' e de 'giro livre' e *extensômetro (strain gage)* no modelo 'digital', para indicar o torque sendo aplicado, ou para sinalizar que um torque pré-selecionado foi alcançado.

Torquímetros de sinalização de torque (**estalo**), quando dotados de catraca ou de outro implemento cujo pino quadrado desloca o ponto de rotação (**A**) do soquete para frente do ponto de articulação do torquímetro (**B**) exigem que a mão do operador aplique a força no centro da empunhadura para gerar o torque desejado.



Neste tipo de torquímetro NÃO podemos usar extensões no cabo do torquímetro, pois isso alteraria o torque aplicado.

Quando o ponto de rotação (**A**) do soquete coincide com o ponto de articulação do torquímetro (**B**), a posição da mão do operador não influi no torque gerado.

Neste tipo de torquímetro podemos aplicar força fora do centro da empunhadura e PODEMOS USAR EXTENSÕES no cabo do torquímetro, pois isso NÃO ALTERA o torque aplicado.

Para aplicar torques relativamente baixos a CARLSONS tem torquímetros 'de giro livre' que possuem mola helicoidal e dispositivos limitadores de transmissão de força (*comes, fricções, etc*) que impedem que o eixo-propulsor do torquímetro transmita torques superiores aqueles pré-selecionados.

8. AFERIÇÃO DE TORQUÍMETRO

A fim de tornar possível a aplicação de torques consistentes na linha de montagem é necessário aferir os torquímetros em intervalos estabelecidos em Norma Brasileira.

De acordo com a Norma Brasileira NB-1231 os torquímetros de vareta, de relógio, digitais e de estalo (sinalização de torque) com escala externa devem ser aferidos em 20% - 40%-60% - 80% e 100% da capacidade máxima do torquímetro. Torquímetros de estalo, sem escala externa (pre-set), devem ser aferidos no 'torque de trabalho'.

Torque e Junta

A Norma estabelece que torquímetros devem ser aferidos:

- A cada seis meses
- Quando ocorrer dúvida nos resultados obtidos
- A cada 5.000 ciclos de trabalho para torquímetros de sinalização de torque (*estalo*) e 'de limitação de torque' (*giro livre*)
- A cada 10.000 ciclos de trabalho para torquímetros de 'indicação de torque' (*vareta, relógio, digital*)
- Após sobrecargas
- Após quedas ou choques violentos sofridos pelo torquímetro
- Após reparos efetuados no torquímetro

A CARLSONS oferece serviços de reparo com peças legítimas, executados por técnicos treinados pelos fabricantes dos equipamentos de torque, bem como aferição com Certificado emitido por laboratório da RBC (Rede Brasileira de Calibração).

A CARLSONS também poderá fornecer aos seus clientes uma completa linha de aferidores analógicos mecânicos (com barra de flexão), hidráulicos e digitais (com extensômetros).

9. A ESCOLHA DO TORQUÍMETRO EM FUNÇÃO DA CAPACIDADE

Da Faixa de Utilização dos Torquímetros

Para os torquímetros analógicos (*estalo, relógio, vareta, giro livre*) entre 20% a 100% da capacidade máxima do torquímetro.

Para os torquímetros digitais entre 10% a 100% da capacidade máxima do torquímetro. A precisão indicada pelo fabricante do torquímetro só se aplica às faixas acima de modo que não existe nenhum torquímetro que comece de zero!

É fácil entender que, quando se tem que aplicar / controlar torques pequenos, médios e grandes (exemplo: 5 Nm, 15 Nm e 75 Nm) seria preferível comprar um torquímetro com capacidade de 0 a 100 Nm para atender a todas as tarefas.

Mas não há nenhum torquímetro com esta capacidade que tenha 'garantia de precisão' para toda esta faixa. Os fabricantes garantem a precisão somente entre 20% a 100% da capacidade máxima para torquímetros analógicos e entre 10% a 100% para torquímetros digitais.

A solução então é comprar mais de um torquímetro, cuidando que os valores de torque a serem aplicados situem-se entre 20% a 100% da capacidade máxima.

Torque e Junta

(Exemplo: capacidade máxima de 20 Nm que atende a aplicação dos torques de 5 Nm e 15 Nm e outro de capacidade máxima de 100 Nm que atende o torque especificado de 75 Nm)

Na CARLSONS você tem a sua disposição muitos torquímetros de faixas diferentes que cobrem todas as necessidades de aplicação.

NOTA: Existe um projeto de norma que vai proibir os fabricantes de marcar divisões abaixo dos 20% da capacidade máxima nos torquímetros de estalo e relógio.

10. A ESCOLHA DE TORQUÍMETROS EM FUNÇÃO DO TIPO

Para obter o melhor resultado na aplicação de torque o tipo de funcionamento do torquímetro escolhido é fundamental.

A) Torquímetros de indicação de torque.

A1) Tipo 'vareta' -para reparos e manutenção automotiva.

A2) Tipo 'relógio' -para reparos e manutenção de equipamentos que têm juntas críticas, exigindo menor dispersão de torque.

A3) Tipo 'digital' - para juntas com prescrição de torque mínimo e máximo, possibilitando a documentação do torque aplicado (hard copy).

B) Torquímetros de sinalização de torque.

B1) Tipo '**estalo**'.

Para montagens automotivas e industriais em ambientes hósteis (sujeira, pouca visibilidade, mão de obra não-especializada).

Quando o trabalho é feito numa linha de montagem, com aplicação repetida de um mesmo torque, utiliza-se o modelo 'Pre-Set', cujo ajuste é feito em departamento de Garantia de Qualidade.

C) Torquímetros de limitação de torque.

C1) Tipo 'giro livre' para aplicação de torques relativamente baixos, eliminando o julgamento do operador.

Para torques muito baixos – abaixo de 1 Nm - a CARLSONS dispõe de uma linha de 'calibres de torque' (torque watches) indicados para ajuste de micromecanismos de potenciômetros e 'trim pots'.

Estes calibres de torque operam com escalas em Nmm, Ncm, Nm, cmgf, onça-polegada e libra-polegada.

Torque e Junta

Quando devemos comprar um torquímetro para uma aplicação nova, devemos observar alguns detalhes importantes:

- A) Torque a aplicar: no caso ideal o torque a aplicar deve situar-se próximo à metade da capacidade máxima do torquímetro.
- B) Tolerância do torque a aplicar: o torquímetro deve ter uma resolução boa, que permita identificar claramente onde ficam os limites inferior e superior do torque a aplicar. Se nossa especificação é torque nominal (alvo) 16 Nm, com limite inferior de 14 Nm e com limite superior de 17 Nm, então um torquímetro com graduação de 5 em 5 Nm não serve ! O espaçamento das divisões de qualquer torquímetro deve ser grande o suficiente para permitir fácil identificação dos limites inferiores e superiores.
- C) Precisão do torquímetro: deve obedecer à Norma Brasileira 1231 que obriga o fabricante a garantir uma precisão de $\pm 4\%$ sobre o valor de torque indicado ou aplicado entre 20% a 100% da capacidade máxima do torquímetro.
- D) Formato do torquímetro: deve levar em consideração as condições de acesso ao fixador e o espaço disponível para a aplicação de força ao torquímetro.

Caso já esteja sendo utilizado um torquímetro que satisfaz as condições acima, recomenda-se a compra de um igual ou equivalente. Não deixe de consultar a CARLSONS, que orgulha-se de oferecer sempre o que há de mais novo e conveniente no ramo.

Ao comprar um torquímetro permitindo a participação de um maior número de fornecedores na cotação não indique a capacidade do torquímetro que pretende substituir, mas somente as características (A – D) acima citadas.

A CARLSONS tem especialistas que podem ajudar-lhe a escolher o torquímetro correto para sua aplicação em condições de qualidade e economia convenientes.

INDICAÇÃO DE TORQUE

11. SISTEMAS DE INDICAÇÃO DE TORQUE

O torquímetro de indicação de torque mais usado é o torquímetro de relógio.

O sistema mais simples possui um relógio com um único ponteiro que, durante a aplicação de força, percorre a escala e, ao cessar a força, volta a zero.

Para facilitar o trabalho com torquímetros compridos ou para executar testes destrutivos existe o relógio de 'ponteiro duplo' ou 'de memória'; ele registra o torque máximo atingido. O segundo ponteiro, ajustável manualmente, pode ser usado como ponto de referência, pré-selecionado.

Quando devemos aplicar torque em áreas escuras ou inacessíveis à visão direta, podemos optar por torquímetros com sinal de luz ou sinal sonoro. Em ambos os casos o ponto em que deve ocorrer o sinal é previamente selecionado.

Torque e Junta

12. DOCUMENTAÇÃO DO TORQUE APLICADO

Os torquímetros digitais COMPUTORQ II da CARLSONS podem ser conectados a impressoras, 'data loggers' e computadores pessoais para facilitar a documentação dos torques aplicados (hard copy) e a elaboração de estatísticas.

13. TORQUÍMETROS DE LIMITES DE TORQUE PROGRAMÁVEIS

O torquímetro digital COMPUTORQ II possibilita a programação de 'limite inferior', 'torque alvo' (nominal) e 'limite superior' de torque, dando assim um apoio inestimável ao operador, que é avisado por sinal luminoso e sonoro no momento em que alcança qualquer um destes pontos.

14. MULTIPLICADORES DE TORQUE

Aplicação de Torques Altos

Como a força física do operador constitui um limite para qualquer operação de torque, a CARLSONS oferece vários modelos de multiplicadores de torque com capacidade até 81.500 Nm.

Multiplicadores de torque são também indicados quando o espaço para aplicação de torque é limitado.

A escolha de um multiplicador sempre deve orientar-se pela 'capacidade máxima de Saída'. Enquanto o encaixe de entrada de um multiplicador é fêmea, o encaixe de saída é macho e sempre maior que o encaixe de entrada.

Multiplicadores de torque podem ser 'agrupados' (ganging) para aumentar sua capacidade de torque, porém o torque final aplicável sempre é limitado pela capacidade máxima de torque na saída do último multiplicador.

15. PROBLEMAS DE ACESSO

Como o local da aplicação de torque pode estar obstruído, a Carlsons oferece vários tipos de torquímetros para suplantarem obstáculos frontais, laterais e verticais.:

Obstáculos frontais são suplantados por torquímetros radiais com extensão e torquímetros axiais.

Obstáculos laterais são vencidos por torquímetros radiais com catraca.

Obstáculos verticais são subplantados com torquímetros de bocas dianteiras, intercambiáveis.

Vale lembrar que torque é força aplicada x comprimento da alavanca.

Quando é necessário utilizar uma boca dianteira de comprimento especial devemos fazer um cálculo de compensação do aumento efetivo do torquímetro, conforme explicado abaixo.

Quando o torque a aplicar é grande, exigindo um torquímetro de cabo muito longo, podemos optar pelo uso de um multiplicador de torque, de tamanho reduzido, sendo acionado por um torquímetro de cabo curto.