

A calibração de máquinas de ensaio de tração/compressão



Um dos ensaios mecânicos de tensão-deformação mais usados é executado sobre carga de tração.

O ensaio de tração consiste na aplicação gradativa de carga de tração uniaxial nas extremidades de um corpo de prova especificado.

Por Hayrton Rodrigues do Prado Filho

O projeto de um componente mecânico ou equipamento industrial requer conhecimento das propriedades dos materiais disponíveis. Durante a seleção de um tipo de material para o projeto são avaliadas as suas propriedades mecânicas e seu comportamento mecânico. A determinação das propriedades mecânicas é realizada através de ensaios normalizados. A maioria destes ensaios é destrutiva isto é, promovem a ruptura (ou grandes deformações) no corpo de prova (ensaio de tração, impacto, fadiga, fluências, dobramentos, etc.). Existem ainda os ensaios não destrutivos (ultrassom, magna flux e outros), que visam não inutilizar a peça ensaiada.

Um dos ensaios mecânicos de tensão-deformação mais usados é executado sobre carga de tração. O ensaio de tração consiste na aplicação gradativa de carga de tração uniaxial nas extremidades de um corpo de prova especificado.

No ensaio de tração submete-se um corpo de prova a um esforço, que tende a alongá-lo ou até mesmo esticá-lo até a sua ruptura. Os esforços ou cargas aplicadas ao mesmo são medidas na própria máquina de ensaio. Geralmente, este ensaio é realizado utilizando-se um corpo de prova de formas e dimensões padronizadas, para que os

resultados obtidos possam ser comparados, ou, dependendo da finalidade do ensaio, suas informações possam ser usadas tecnicamente.

Tensão é definida genericamente como a resistência interna de uma força externa aplicada sobre um corpo, por unidade de área. Deformação é definida como a variação de uma dimensão qualquer desse corpo, por unidade da mesma dimensão, quando submetido a um esforço qualquer. Se uma carga é estática ou se ela se altera de maneira relativamente lenta com o tempo, e é aplicada uniformemente sobre uma seção reta ou superfície de um componente, o comportamento mecânico pode ser verificado mediante ensaios de tensão-deformação, os quais são normalmente realizados para metais à temperatura ambiente.

O resultado de um ensaio de tração é registrado na forma de um gráfico ou diagrama relacionando a carga em função do alongamento. Como as características carga de formação são dependentes do tamanho da amostra (quanto maior a área da seção reta do corpo de prova, maior a carga para produzir o mesmo alongamento), utiliza-se a normalização da carga e do alongamento de acordo com os seus parâmetros de tensão

de engenharia e deformação de engenharia, para minimizar os fatores geométricos. O ensaio de tração pode ser utilizado para avaliar diversas propriedades mecânicas dos materiais de grande importância em projetos de máquinas e equipamentos mecânicos; é também bastante utilizado como teste para o controle das especificações da matéria prima fornecida.

O ensaio de tração pode ser realizado por uma máquina universal de ensaios, que também executa ensaios de compressão e flexão. A função básica destas máquinas é plotar um diagrama de carga versus deslocamento. Uma vez gerado o diagrama, pode-se manualmente calcular a tensão de escoamento com os simples recursos geométricos de lápis e régua, ou via um algoritmo computacional acoplado. Neste caso, é também calculado o módulo de Elasticidade E , a tensão limite de ruptura e o alongamento total. Quanto ao tipo de operação, as máquinas de ensaio podem ser eletromecânicas ou hidráulicas.

A diferença entre elas é a forma como a carga é aplicada. Em qualquer caso a referência é para diferenciar máquinas de carregamento estático, quase estático e dinâmico.

A NBR ISO 7500-1 de 12/2016 - Materiais metálicos - Calibração e verificação de máquinas de ensaio estático uniaxial - Parte 1: Máquinas de ensaio de

tração/compressão - Calibração e verificação do sistema de medição da força específica a calibração e a verificação das máquinas de ensaio à tração/compressão. A verificação consiste em: uma inspeção geral da máquina de ensaio, incluindo seus acessórios para a aplicação de força; uma calibração do sistema de medição de força da máquina de ensaio; uma confirmação de que as características de desempenho da máquina de ensaio alcançam os limites dados para uma classe especificada.

Esta parte da NBR ISO 7500 trata da calibração e da verificação estática de sistemas de medição de força. Os valores de calibração obtidos não são necessariamente válidos para ensaios em alta velocidade ou para aplicação em ensaios dinâmicos. Informações adicionais relativas aos efeitos dinâmicos são dadas na Bibliografia.

A calibração da máquina de ensaio somente deve ser realizada se a máquina estiver em boas condições de funcionamento. Portanto, uma inspeção geral da máquina deve ser realizada antes da calibração do sistema de medição de força da máquina (ver Anexo A). Boas práticas metrológicas requerem uma calibração anterior a qualquer manutenção ou ajuste da máquina de ensaio para determinar as condições de

uso da máquina, tal como encontrada.

Informação sobre a inspeção das bases de apoio é fornecida no Anexo B. A incerteza dos resultados de calibração é discutida no Anexo C. Essa calibração deve ser realizada em cada faixa nominal usada e com todos os indicadores de força empregados. Quaisquer dispositivos e acessórios (por exemplo, ponteiro, registrador) que possam afetar o sistema de medição de força devem, quando empregados, ser verificados de acordo com 6.4.6.

Seamáquina de ensaio possuir vários sistemas de medição de força, cada sistema deverá ser tratado como uma máquina de ensaio em separado. O mesmo procedimento deve ser seguido para as máquinas hidráulicas de duplo pistão.

A calibração deve ser realizada com a utilização de instrumentos de medição de força, com a seguinte exceção: se a força a ser calibrada estiver abaixo do limite inferior do instrumento de medição de força de menor capacidade utilizado no procedimento de calibração, devem ser empregados pesos calibrados. Quando for necessário mais do que um instrumento de medição de força para calibrar uma faixa nominal, a força máxima aplicada ao instrumento de menor capacidade deve ser a mesma que a força mínima aplicada ao instrumento de

medição de força de maior capacidade a ser utilizado em sequência.

Quando um conjunto de pesos calibrados for utilizado para calibração de forças, o conjunto deve ser considerado um único instrumento de medição de força. A calibração pode ser realizada com forças de indicação constantes, F_i , ou a calibração pode ser realizada com forças de referência constantes, F . A calibração pode ser realizada com o emprego de forças lentamente crescentes para níveis de força crescentes ou forças lentamente decrescentes para níveis de força decrescentes.

A palavra “constante” significa que o mesmo valor nominal de F_i (ou F) é empregado nas três séries de medições (ver 6.4.5). Os instrumentos utilizados para a calibração devem ter rastreabilidade certificada ao Sistema Internacional de Unidades.

O instrumento de medição de força deve cumprir os requisitos especificados na norma NBR ISO 376. A classe do instrumento deve ser igual ou melhor do que a classe na qual a máquina de ensaio deve ser calibrada. No caso de pesos mortos, o erro relativo da força gerada por estes pesos deve estar no intervalo de $\pm 0,1\%$.

A espessura das marcas de graduação da escala deve ser uniforme e a largura do ponteiro deve ser aproximadamente igual à largura de uma marca

de referência. A resolução, r , do indicador deve ser obtida a partir da razão entre a largura do ponteiro e a distância entre os centros de duas marcas de graduação de escala adjacentes (intervalo da escala), multiplicada pelo valor da força que uma divisão de escala representa.

As razões recomendadas são 1:2, 1:5 ou 1:10; é requerido um espaçamento de 2,5 mm ou maior para a estimativa de um décimo de uma divisão da escala. Se as leituras variarem mais que o valor previamente calculado para a resolução (com o instrumento de medição de força descarregado e com o motor e/ou mecanismo de acionamento e controle ligado para se determinar a soma de todos os ruídos elétricos), a resolução, r , deve ser considerada igual à metade da variação da oscilação, mais um incremento.

Isto apenas determina a resolução devido ao ruído do sistema e não leva em conta os erros de controle, por exemplo, em máquinas hidráulicas. Para máquinas com variação automática de faixa nominal, a resolução do indicador muda em função da variação da resolução ou do ganho do sistema.

Para o procedimento de calibração, para o alinhamento do instrumento de medição de força, montar os instrumentos de medição de força à tração na máquina, de modo a

minimizar quaisquer efeitos de flexão (ver NBR ISO 376). Para o alinhamento de um instrumento de medição de força à compressão, montar os apoios com calota esférica no instrumento, se a máquina não tiver uma cavidade esférica incorporada.

Para calibração à tração e compressão em sistemas de ensaio que não usam apoios de compressão para o ensaio, o instrumento de medição de força deve ser conectado à máquina de ensaios com pinos roscados. Neste caso, o instrumento de medição de força deve ser calibrado de forma similar (isto é, com pinos roscados) e é necessária a rotação do instrumento de medição de força em um ângulo de 120° entre cada série de medições durante a calibração da máquina de ensaios.

Se a máquina tiver duas áreas de trabalho com um mesmo dispositivo de aplicação e indicação de força, uma calibração pode ser realizada, por exemplo, em compressão na área de trabalho superior igual em tração na área de trabalho de baixo e vice-versa. Recomenda-se que o certificado contenha um comentário adequado.

A calibração deve ser realizada a uma temperatura ambiente compreendida entre 10°C e 35°C . A temperatura na qual a calibração é realizada deve ser anotada no certificado de calibração. Um período

de tempo suficiente deve ser fornecido para permitir que o instrumento de medição de força atinja uma temperatura estável.

A temperatura do instrumento de medição de força não pode variar em mais do que 2°C do início ao fim de cada série de calibração. Se necessário, as correções de temperatura devem ser aplicadas às leituras (ver NBR ISO 376). Imediatamente antes do procedimento de calibração, o instrumento de medição de força, posicionado na máquina, deve ser pré-carregado pelo menos três vezes entre zero e a força máxima a ser medida.

Emprega-se um ou uma combinação dos seguintes métodos: aplica-se uma força nominal, F_i , indicada pelo indicador de força da máquina; registra-se a força de referência, F , indicada pelo instrumento de medição de força; aplica-se uma força nominal de referência, F , indicada pelo instrumento de medição de força; registra-se a força, F_i , indicada pelo indicador de força da máquina. O termo “nominal” significa que não é necessário repetir exatamente os valores de força em cada série de medições, no entanto, recomenda-se que esses valores sejam aproximados.

Para a aplicação de forças discretas, devem ser realizadas três séries de medições com forças crescentes. Para máquinas que utilizem não mais que cinco níveis discretos

de força, cada valor do erro relativo não pode exceder os valores indicados na Tabela 2 para a classe especificada. Para máquinas que utilizam mais do que cinco níveis discretos de força, cada série de medições deve incluir pelo menos cinco níveis de força em intervalos aproximadamente iguais entre 20 % e 100 % do valor máximo da faixa calibrada.

Se uma calibração for conduzida em forças inferiores a 20 % do limite superior da faixa, devem ser realizadas medições suplementares de força. Cinco ou mais forças de calibração diferentes devem ser selecionadas para cada série de forças abaixo de 20 % do limite superior da faixa, de modo que a relação entre duas forças de calibração adjacentes seja nominalmente menor ou igual a 2. Por exemplo: aproximadamente 10 %, 7 %, 4 %, 2 %, 1 %, 0,7 %, 0,4 %, 0,2 %, 0,1 %

etc., abaixo do limite superior da faixa, incluindo o limite inferior de calibração. A série de forças mais baixas pode não ser uma série completa e, por isso, não necessita de cinco pontos de calibração.

O limite inferior do intervalo não pode ser inferior a r multiplicado por: 400 para a classe 0,5; 200 para a classe 1; 100 para a classe 2; 67 para a classe 3. Para máquinas de ensaio com indicador de variação automática da faixa nominal, pelo menos duas forças devem ser aplicadas em cada trecho da faixa em que a resolução não muda. O instrumento de medição de força pode ser girado em um ângulo de 120° antes de cada série de medições, e uma pré-carga deve ser realizada.

Para cada força discreta, deve ser calculado o erro de indicação relativo e o erro de repetibilidade relativo do

sistema de medição de força da máquina de ensaio (ver 6.5). O indicador deve ser ajustado para zero antes de cada série de medições. A leitura do zero deve ser realizada cerca de 30 s após a força ser completamente removida. No caso de um indicador analógico, deve também ser checado se o ponteiro oscila livremente em torno de zero, e, se um indicador digital for utilizado, se qualquer valor abaixo de zero é claramente mostrado, por exemplo, por um indicador com sinal negativo.

Quando solicitado, o erro de reversibilidade relativo, v , deve ser determinado por meio da realização de uma calibração nos mesmos níveis discretos de força, primeiro com forças crescentes e depois com forças decrescentes. Neste caso, a calibração deve ser realizada utilizando um instrumento de medição de força calibrado para

Classe a faixa da máquina	Valores máximos permitidos %					
	Indicação	Erro relativo de			Zero	Resolução relativa
		Repetibilidade	Reversibilidade ^a			
		q	b	v		
0,5	± 0,5	0,5	± 0,75	± 0,05	0,25	
1	± 1,0	1,0	± 1,5	± 0,1	0,5	
2	± 2,0	2,0	± 3,0	± 0,2	1,0	
3	± 3,0	3,0	± 4,5	± 0,3	1,5	

^a De acordo com 6.4.8, o erro de reversibilidade relativo é determinado somente quando solicitado

forças decrescentes, de acordo com a NBR ISO 376. Apenas uma série de medições com níveis de forças decrescentes é necessária para determinar o erro de reversibilidade.

A Tabela ao lado fornece os valores máximos permitidos para os diferentes erros relativos do sistema de medição de força e para a resolução relativa do indicador de força, os quais caracterizam a faixa nominal da máquina de ensaio de acordo com a classe apropriada. Quando aplicável, a classificação de uma máquina para todas as faixas, deve ser limitada pela classificação obtida na “verificação dos

acessórios”, na “verificação dos efeitos das diferentes posições do pistão” ou no “erro relativo de reversibilidade”. Uma faixa nominal do indicador de força somente deve ser considerada conforme com os requisitos de uma classe se a verificação for satisfatória, no mínimo, entre 20 % e 100 % do valor máximo da faixa calibrada.

Valores característicos do sistema de medição de força

Os requisitos desta norma abrangem a maior parte dos componentes de incerteza na calibração de máquinas de ensaio. Ao cumprir com

esta norma, a incerteza é explicitamente obtida conforme requerido por algumas normas de acreditação.

Subtrair a incerteza da exatidão permitida pode resultar em dupla contagem da incerteza. A classificação de uma máquina de ensaios calibrada e certificada para atender a uma classe específica não garante que a exatidão, incluindo a incerteza, será menor do que um valor específico. Por exemplo, uma máquina de ensaio que atinja Classe 0,5 não tem, necessariamente, uma exatidão, incluindo a incerteza, menor do que 0,5 %.

A certificação de cabeamento é mais necessária que nunca

Por Richard Landim

O atual cenário de crise econômica que o país enfrenta demandou uma reestruturação dos orçamentos de TI. Reduzir custos é a prioridade número um das empresas, que precisam tomar decisões difíceis para reduzir despesas operacionais e de capital. No entanto, neste processo, é fundamental que os gerentes de TI não se esqueçam de que uma infraestrutura de rede saudável está diretamente ligada à produtividade, eficiência e expansão de serviços.

Uma opção tentadora para reduzir as despesas de TI pode ser adiar a manutenção. Embora nenhuma organização prorrogue uma manutenção realmente crítica, existem tarefas que podem ser adiadas, pois estão em uma zona cinzenta que pode ser considerada “opcional”. Trafegar nessas decisões não é fácil, mas seria um grave erro suspender os testes da fundação de cada rede: seu cabeamento de cobre e fibra.

O teste mais completo para o cabeamento de rede é a certificação. A certificação prova que um sistema de cabos adere a rigorosos padrões de desempenho e de execução da instalação, por isso, este procedimento requer técnicos treinados e equipamentos de teste especializados. Este é um esforço caro que pode ser adiado, certo? Errado.

O cabeamento é responsável por metade de todas as falhas na rede. Ao certifi-cá-lo, as falhas são significativamente reduzidas. Em tempos financeiramente desafiadores, este é um benefício crucial que pode ser potencializado de seis maneiras. Certificar é mais barato que reparar – A certificação de cabos de cobre e fibra previne problemas. Sem ela os reparos devem ser feitos em uma rede ativa ou pior, em uma rede que está sofrendo uma interrupção. O tempo de inatividade da rede resulta em perda de receita e produtividade, redução de serviço ao cliente e desvantagem competitiva.

Um estudo do Gartner estimou que uma hora

de inatividade de uma rede corporativa custa, em média US\$ 42.000, dependendo da indústria. Se uma empresa é desafiada a melhorar seu tempo de atividade anual de 99,9% para 99,99%, ela precisa reduzir o tempo de inatividade por oito horas.

Usando a estimativa do Gartner sobre o custo de inatividade, isso gera uma economia para a empresa de US\$ 336.000 por ano. Mas como se chega lá? Há muitas causas de inatividade. Um estudo do Gartner/Dataquest apontou que o erro humano e de aplicação são responsáveis por 80% das falhas. Mas se a rede representa apenas 20% da causa, ela responde por US\$ 67.000 da exposição. Compare isso com o custo da certificação. Uma rede com 600 linhas de cobre Categoria 6 passa por testes de certificação. Uma suposição realista é que 5% dos links falham no teste inicial e devem ser reparados e testados novamente. Usando um certificador de cabo moderno todo o processo levaria aproximadamente 11 horas. A uma taxa comercial de R\$50 por hora, a despesa será de R\$600. R\$600 de despesa para economizar US\$67.000. O caso de sucesso da certificação é auto evidente.

As garantias do produto estão limitadas – Em tempos difíceis um proprietário de rede pode ser tentado a usar a garantia de um fabricante por segurança. Isso é compreensível uma vez que a maioria dos fabricantes de cabos e conectores oferecem boas garantias e estão por trás de seus produtos. Entretanto, esses fabricantes não podem garantir a instalação final. A qualidade de uma instalação de cabos está em grande parte nas mãos dos instaladores. Se a habilidade do profissional é fraca, mesmo produtos excelentes falham. As falhas e problemas associadas à rede estão fora do escopo de uma garantia de hardware, de modo que o proprietário da rede e o instalador devem negociar a correção. A única maneira de assegurar que a obra do instalador atenda aos padrões e que as melhores práticas sejam seguidas é através dos testes de certificação. A certificação dá a proteção necessária

contra custos imprevistos ao proprietário da rede e, quando os ventos da economia estão desfavoráveis, essa proteção é sempre bem-vinda.

Certificação e recertificação serão a prova de futuro da infraestrutura – Você pode acreditar que um cabo, após instalado e certificado, nunca mais precisará de atenção. Isso pode ser imprudente. Uma planta de cabeamento recertificada pode provar ser compatível com o tráfego de alta velocidade que é implantado anos após o cabo ser instalado pela primeira vez. Quão importante é o suporte para velocidades mais altas? De acordo com um levantamento de datacenters pela empresa de pesquisa BSRIA, a tecnologia multigigabit é comum agora.

Quais são as implicações disto? O cabo de cobre da categoria 6 foi projetado para suportar uma taxa de dados de 1 Gigabit por segundo. Os recentes testes de certificação em campo indicam que boa parte do cabo Cat 6 usado nos datacenters está em conformidade com o padrão 10GBASE-T e pode suportar o serviço de 10 Gigabit em distâncias curtas a moderadas. Se você recertificar o cabo Cat 6 em seu datacenter pode encontrar um caminho eficiente para uma taxa de transferência de 10X, evitando alguns ou todos os custos de substituição de cabeamento. Além disso, quando a demanda por serviços de TI repercutir, a planta de cabos recertificados estará pronta para suportar novos equipamentos e expandir os serviços.

Cabeamento não certificado = Capital subutilizado – É um fato: recessões agitam o mercado, especialmente o imobiliário. Quando um novo inquilino entra em um edifício o estado de seu cabeamento apresenta uma série de questões. Quantos anos têm? Funciona? Para que foi usado? Quando? O novo inquilino pode ver a essa quantidade de cabos de cobre e/ou fibra como um mistério e não como algo bom. Certificar 200 links de cabos custará menos de R\$ 1000. A instalação de 200 novas linhas do novo cabo Cat 6 custará de R\$ 5.000 a R\$ 10.000. A escolha para o locatário é fácil.

A certificação é sinônimo de capital poupado para os proprietários de edifícios e inquilinos. A falta de certificação transforma o cabeamento legado em capital subutilizado: dinheiro gasto que não pode ser recuperado.

Reduzir resíduos é uma boa política – O argumento econômico para estender a vida dos cabos já foi

descrito, mas pode não ser o pior caso. O Código Elétrico Nacional (NEC 2002) requer a remoção de cabos abandonados que não sejam identificados para uso futuro. Sem certificação, o custo do cabo legado pode incluir a despesa com a remoção e reciclagem dos cabos e/ou o impacto ambiental da eliminação. Maximizar o uso de cabos de cobre e fibra existentes é uma política de negócios consistente. Quando devidamente conservado tem uma longa vida útil. Com orçamentos limitados exigindo maior eficiência, faz sentido usar a certificação para implementar os três pilares da gestão ambiental: Reduzir, Reutilizar e Reciclar.

Comprador cauteloso – Uma tendência inquietante na indústria de cabos refere-se a produtos das categorias 5, 6 e 6A. Estes cabos são muitas vezes fabricados fora do país e é mais barato se comparado ao de grandes fabricantes. Infelizmente, muitos destes cabos baratos são produzidos com materiais inferiores e em processos de fabricação questionáveis. Em 2008, a Communications Cable & Connectivity Association testou nove marcas de cabos sem nome em comercialização no mercado. Nenhuma delas atingiu porém os requisitos físicos definidos no TIA 568-B.2; apenas cinco atenderam aos padrões de teste elétrico determinados no TIA 568-B.2; e somente uma atende aos pré-requisitos de segurança definidos pelas normas UL 1666 e NFPA 262.

Mas como esse cabo tão fraco chega ao mercado? Isso acontece porque as agências de segurança realizam testes aleatórios na fábrica e não no campo. O abismo no processo de qualidade deixa os usuários finais expostos a riscos de segurança e desempenho totalmente evitáveis. Para assegurar que não haja prejuízo ou riscos ocultos com cabos Cat 5, 6 e 6A de baixo custo, as empresas e instaladores devem se certificar de que o cabeamento esteja de acordo com os padrões da indústria.

Em suma, o cabeamento certificado tem muito mais valor. E pode variar dependendo da aplicação e da empresa. Considere as armadilhas dos cabos não certificados. Considere o trade-off entre os testes e “espere o melhor”. A esperança é raramente uma boa estratégia e, em uma economia desafiadora, é ainda mais perigosa. ❶

Richard Landim é especialista de produtos da Fluke Networks Brasil