

## REGULAMENTO TÉCNICO METROLÓGICO PARA CÉLULAS DE CARGA

### 1. Objetivo e campo de aplicação

1.1 Este regulamento técnico metrológico fixa as principais características metrológicas e os procedimentos de avaliação de células de carga usadas na medição estática de massa, para instrumentos regulamentados.

1.2 Os Instrumentos que associam células de carga e que dão uma indicação de massa são objeto de diferentes regulamentações.

### 2. Considerações gerais

2.1 O conceito utilizado neste regulamento técnico metrológico leva em conta o fato de que é necessário considerar em conjunto os vários erros das células de carga, quando se ajusta o desempenho de uma célula de carga dentro do erro máximo admissível.

2.2 É possível ter-se pequenos erros de não linearidade e de histerese e erros moderados de temperatura, ou, inversamente, ter-se erros moderados de não linearidade e de histerese e pequenos erros de temperatura.

2.3 Além de se especificar os limites de erros individuais para certas características (não linearidade, histerese, etc.), é preferível introduzir o envelope do erro total admitido para uma célula de carga como o fator limite. A utilização do conceito de envelope do erro permite equilibrar as contribuições individuais para o erro total de medição, obtendo-se o resultado final desejado.

### 3. Unidade de medida

A unidade de medição de massa deve ser expressa em gramas (g), quilogramas (kg) e toneladas (t).

### 4. Requisitos metrológicos

#### 4.1 Princípio de classificação de células de carga

4.1.1 Esta classificação é dada para facilitar sua aplicação nos vários sistemas de medição de massa.

#### 4.2 Classes de exatidão

4.2.1 As células de carga devem classificadas, de acordo com suas capacidades de desempenho totais, em quatro classes de exatidão cujas designações são:

Classe A  
Classe B  
Classe C  
Classe D

#### 4.3 Número máximo intervalos de divisão de uma célula de carga

- 4.3.1 O número máximo de intervalos ( $n_{\text{máx}}$ ) de uma célula de carga em que uma faixa de medição de uma célula de carga pode ser dividida em um sistema de medição deve estar dentro dos limites fixados na Tabela 1.

Tabela 1 Número máximo de intervalos de verificação ( $n_{\text{máx}}$ ) da célula de carga segundo a classe de exatidão

	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
Limite inferior	50 000	5 000	5 00	100
Limite superior	Ilimitado	100 000	10 000	1 000

#### 4.4 Intervalo mínimo de verificação de uma célula de carga

O intervalo mínimo de verificação da célula de carga ( $v_{\text{min}}$ ) deve ser especificado.

#### 4.5 Classificações suplementares

- 4.5.1 As células de carga também devem ser classificadas pelo tipo de carga aplicada. Uma célula de carga pode ter diferentes classificações para diferentes tipos de carga aplicada.
- 4.5.2 O(s) tipo(s) de carga aplicada para o(s) qual (quais) a(s) classificação (ções) se aplica(m) deve(m) especificado(s).
- 4.5.3 Para as células de carga de capacidade múltipla, cada capacidade deve ser classificada separadamente.

#### 4.6 Classificação completa de uma célula de carga

- 4.6.1 A classe de exatidão deve ser classificada de acordo com seis (6) partes:

1. Designação de classe de exatidão; (ver 4.2)
2. Numero máximo de intervalos de verificação de uma célula de carga; (ver 4.3 e 4.6.2)
3. Tipo de carga se for necessário; (ver 4.5 e 4.6.3)
4. Limites especiais de temperatura de trabalho se for necessário; (ver 4.6.4)
5. Símbolo de unidade se for necessário; (ver 4.6.5)
6. Informação de caracterização adicional, como listado em 4.6.2 a 4.6.8.

#### 4.6.2 Numero máximo de intervalos de verificação da célula de carga

O número máximo de intervalos de verificação da célula de carga para os quais a classe de exatidão se aplica, deve ser designado em valores inteiros, ou quando combinadas com o designador de classe de exatidão para produzir um símbolo de classificação (ver 4.6.7), deve ser designado em unidades de mil.

#### 4.6.3 Designação de tipo de carga aplicada a célula de carga

A designação da carga aplicada deve ser especificada da seguinte maneira:

Tração	↑ ↓
Compressão	↓

	↑
(cisalhamento ou torção)	↑ ou ↓
Universal	↑↓ ↓↑

#### 4.6.4 Designação da temperatura de trabalho

Os limites especiais de temperatura de trabalho, conforme mencionados em 5.1.1.2 devem ser especificados quando a célula de carga não puder atuar dentro dos limites de erro em 5.1 até 5.5 dentro da faixa de temperatura, especificada em 5.5.1.1. Nestes casos, os limites de temperatura devem ser designados em graus Celsius (°C).

#### 4.6.5 Símbolo de humidade

4.6.5.1 Quando a célula de carga não é objeto de ensaio de humidade como especificado em A.4.5 e A.4.6, deve ser marcada com símbolo NH.

4.6.5.2 Quando a célula de carga não é objeto de ensaio de humidade como especificado em A.4.5, esta pode ser marcada com o símbolo CH, ou não colocar nenhum símbolo de classificação de humidade.

4.6.5.3 Quando a célula de carga não é objeto de ensaio de humidade como especificado em A.6, deve ser marcada com o símbolo SH.

#### 4.6.6 Informação adicional

##### 4.6.6.1 Informação adicional obrigatória

A informação requerida em 4.6.1 até 4.6.5, a seguinte informação deve ser especificada:

- nome e marca comercial do fabricante;
- designação do fabricante do modelo da célula de carga;
- numero de serie e ano de fabricação;
- carga morta mínima,  $E_{min}$ , carga máxima,  $E_{max}$ , limite de carga de segurança,  $E_{lim}$  ;
- intervalo mínimo de verificação da célula de carga,  $v_{min}$ ;
- outras condições pertinentes devem ser observadas para se obter um desempenho especificado; o valor do fator de distribuição,  $p_{LC}$ , se não é igual a 0,7.

##### 4.6.6.2 Informação adicional para instrumentos múltiplas faixas e intervalo multiplo

A informação requerida em 4.6.2 a 4.6.6.1, a seguinte informação pode ser opcionalmente especificada:

- para um instrumento de pesagem  $v_{min}$  relativo,  $Y$ , quando  $Y = E_{max} / v_{min}$  (ver 2.3.14);
- para um instrumento de pesagem  $dr$  relativo,  $z$ , sendo  $z = e_{max} / (2 \times dr)$  (ver 2.3.13) e o valor de  $dr$  (ver 2.3.9) e que seja o erro de retorno de zero dentro do maximo admissivel de acordo com 5.3.2.

#### 4.6.7 Classificações padrões devem ser usadas.

Símbolo de classificação	Descrição
C2	Classe C, 2 000 intervalos
C3 5/35	Classe C, 3 000 intervalos, compressão, + 5°C a + 35°C
C2 NH	Classe C, 2 000 intervalos, não deve ser submetida a ensaio de umidade

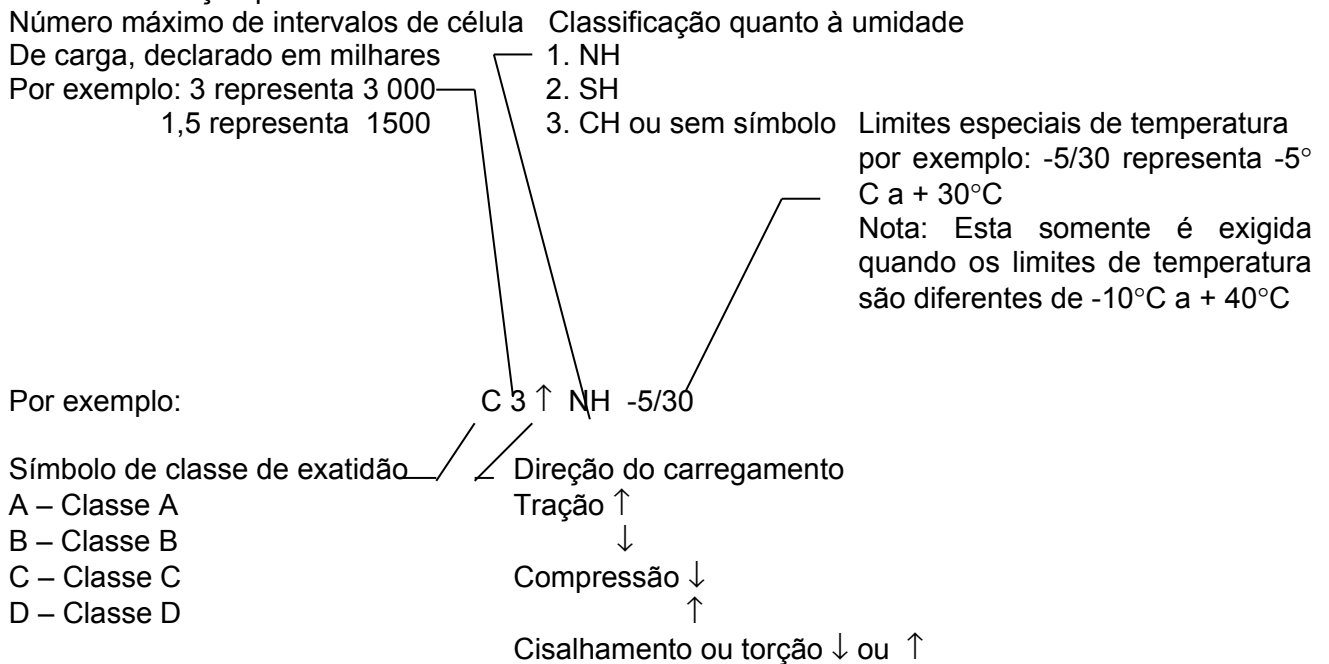
#### 4.6.8 Múltiplas classificações

As células de carga tem classificações completas para diferentes tipos de carga devem ser designadas utilizando informações separadas para cada classificação.

#### 4.6.5 Classificações múltiplas

Símbolo de classificação	Descrição
C2 ↑ C1,5 ↓	Classe C, 2 000 intervalos, VIGA Classe C, 1 500 intervalos, VIGA
C1 ↓ -5/30 ↑ C3 ↑ -5/30 ↓	Classe C, 1 000 intervalos, compressão, -5°C a + 30°C Classe C, 3 000 intervalos, tensão -5°C a + 30°C

4.6.6.1 Células de carga que tenham classificações completas para diferentes serviços devem ser designadas usando-se informações separadas para cada classificação. O diagrama a seguir mostra os símbolos da classificação padrão



Universal  $\begin{matrix} \uparrow & \downarrow \\ \downarrow & \uparrow \end{matrix}$

## 4.7 Apresentação da Informação

### 4.7.1 Marcas mínimas para a célula de carga

A seguinte quantidade mínima de informação, requerida em 4.6.1, deve ser marcada em cada célula de carga:

- a) nome e marca comercial registrada do fabricante;
- b) designação do fabricante ou modelo de célula de carga;
- c) número de serie;
- d) capacidade máxima,  $E_{\max}$ .

### 4.7.2 Informação requerida e não marcada na célula de carga

A informação requerida em 4.6.1, se não está marcada sobre a célula de carga, então deve estar no documento adjunto fornecido pelo fabricante, incluindo a informação requerida no subitem 4.7.1.

## 4.8 Certificado Mercosul

### 4.8.1 Certificado

O certificado OIML deve ser preparado de acordo com as regras contidas dentro da publicação OIML, sistema de certificados OIML para instrumentos de medição. O formato do certificado deve ser especificado no anexo E, certificado de conformidade OIML para células de carga.

### 4.8.2 Referencia dos valores do Certificado

Sem levar em conta o resultado da evolução de qualquer célula de carga em uma família de células de carga, o certificado não deve constar nenhuma característica ou valor, que estejam além daqueles que o fabricante tenha requerido e que este intenda certificar, por exemplo, ao expressar as características e valores relevantes em sua apresentação.

## 5. Erros máximos admissíveis (ema) das células de carga

### 5.1 Os erros máximos admissíveis para cada classe de exatidão para cada classe de exatidão

Os erros máximos admissíveis se referem ao número máximo de intervalos de verificação específicos ( $n_{\max}$ ) para cada célula de carga (ver 4.3) e ao valor real de intervalo de verificação ( $v$ ).

Para esta determinação a indicação da célula de carga tendo sido ajustada a zero na carga morta mínima ( $E_{\min}$ ).

## Reunião no Paraguai 13/04/09

### 5.1.1 Aprovação de modelo e exame preliminar de modulo

Os erros máximos admissíveis (ver 2.4.9) na aprovação de modelo e exame preliminar de modulo devem ser os valores derivados usando-se as expressões contidos na coluna esquerda da Tabela 2. O fator  $p_{LC}$  deve ser escolhido pelo fabricante e deve estar na faixa de 0,3 a 0,8 ( $0,3 \leq p_{LC} \leq 0,8$ )

O valor de  $p_{LC}$  deve aparecer no Certificado do Mercosul, se o valor não for igual a 0,7. Se o fator  $p_{LC}$  não for especificado no certificado, então assume-se o valor 0,7.

Os erros máximos admissíveis da célula de carga podem ser positivos ou negativos e se aplicam às cargas crescentes e decrescentes.

Os limites de erro devido ao efeito da não linearidade, histerese e temperatura sobre a sensibilidade dentro de certas faixas de temperatura, especificados em 5.1.1.1 e 5.1.1.2. Erros adicionais, não incluídos acima, são tratados separadamente.

### 5.1.2 Verificações periódica e em serviço

Os erros máximos admissíveis para a verificação em serviço devem ser iguais ao dobro dos valores da Tabela 2.

Tabela 5 – Erros máximos admissíveis (ema) na aprovação de modelo e verificação inicial

Erros máximos admissíveis	Carga , m			
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
$P_{LC} \times 0,5 \text{ v}$	$0 \leq m \leq 50\,000 \text{ v}$	$0 \leq m \leq 5\,000 \text{ v}$	$0 \leq m \leq 500 \text{ v}$	$0 \leq m \leq 50 \text{ v}$
$P_{LC} \times 1,0 \text{ v}$	$50\,000 \text{ v} < m < 200\,000 \text{ v}$	$5\,000 \text{ v} < m \leq 20\,000 \text{ v}$	$500 \text{ v} < m \leq 2\,000 \text{ v}$	$50 \text{ v} < m \leq 200 \text{ v}$
$P_{LC} \times 1,5 \text{ v}$	$200\,000 \text{ v} < m$	$20\,000 \text{ v} < m \leq 100\,000 \text{ v}$	$2\,000 \text{ v} < m \leq 10\,000 \text{ v}$	$200 \text{ v} < m \leq 1\,000 \text{ v}$

## 5.2 Regras relativas à determinação de erros

### 5.2.1 Condições

Os limites de erro devem se aplicar a todas as faixas de medição da célula de carga, satisfazendo as seguintes condições:

$$n \leq n_{\text{máx}}$$

$$v \geq v_{\text{min}}$$

### 5.2.2 Limites de erros

Os limites de erro devem se referir os limites de erros definidos em 2. e 5.1, que está referenciado àquela linha reta que passa pela saída da carga mínima e pela saída da célula de carga para uma carga igual a 75% da faixa de medição tomada na carga crescente a 20°C. Durante a aprovação de modelo, isto baseia-se no ensaio inicial da carga a 20°C. Ver C2.2

### 5.2.3 Leituras iniciais

Durante a execução dos ensaios, a leitura inicial deve ser tomada num intervalo de tempo após o início de uma aplicação ou retirada de uma carga, a que se aplicar, segundo a Tabela 6.

Tabela 6 – Tempos de estabilização para carregamento e descarregamento da carga

Variação na carga		Tempo (s)
Maior do que	Até e incluindo	
0 kg	10 kg	10
10 kg	100 kg	20
100 kg	1000 kg	30
1000 kg	10 000 kg	40
10 000 kg	100 000 kg	50
100 000 kg		60

#### 5.2.3.1 Tempos de carregamento ou descarregamento

Os tempos de carregamento ou descarregamento devem ser aproximadamente metade do tempo especificado. O tempo restante deve ser utilizado para a estabilização. Os ensaios devem ser efetuados sob condições constantes. O tempo deve ser registrado no relatório de ensaio em termos de unidades absolutas, não relativas.

#### 5.2.3.2 Tempos de carregamento e descarregamento impraticáveis

Quando os tempos de carregamento ou descarregamento não puderem ser atingidos, deve se aplicar o seguinte:

- a) no caso de um ensaio de retorno mínimo do sinal de saída na carga morta, o tempo pode ser aumentado desde 100% até um limite de 150% do tempo especificado, contanto que a variação permitida do resultado seja proporcionalmente reduzida de 100% para 50% da diferença permitida entre a leitura inicial da saída da carga mínima durante o carregamento e a leitura antes do carregamento , e
- b) em outros casos, os tempos reais devem ser registrados no relatório de ensaio.

### 5.3 Variação admissível de resultados

#### 5.3.1 Fluência

Com uma carga máxima constante,  $D_{\max}$ , de 90% a 100% de  $E_{\max}$  da capacidade máxima da célula de carga aplicada à célula de carga, a diferença entre a leitura inicial e qualquer leitura obtida durante os próximos trinta minutos não devem exceder 0,7 vezes o valor absoluto do erro máximo admissível para a carga aplicada. A diferença entre a leitura obtida em 20 minutos e a leitura obtida em 30 minutos não deve exceder 0,15 vezes o valor absoluto do erro máximo admissível.

#### 5.2 Erro máximo admissível para fluência

Independentemente do valor atual do fator  $p_{LC}$ , para esta exigência em relação à fluência, o erro máximo admissível deve ser determinado a partir da Tabela 2, usando o fator  $p_{LC} = 0,7$ .

### 5.3 Retorno mínimo do sinal de saída da carga morta

A diferença entre a leitura inicial da saída de carga mínima após o retorno à carga mínima e a leitura para a mesma carga anterior à aplicação de uma carga de 90% a 100% da capacidade máxima da célula de carga, que foi aplicada durante 30 minutos, não deve exceder metade do valor da menor divisão de verificação da célula de carga ( $0,5v$ ).

### 5.4 Erro de repetitividade

A diferença máxima entre os resultados de cinco (5) aplicações de carga idênticas para as classes A e B e os resultados de três (3) aplicações de cargas idênticas para as classes C e D não devem ser maiores do que o valor absoluto do erro máximo admissível para aquela carga.

### 5.5 Grandezas de influencia

#### 5.5.1 Temperatura

##### 5.5.1.1 Limites de temperatura

Excluindo-se os efeitos da temperatura sobre a saída da carga morta mínima, a célula de carga deve operar dentro dos limites de erro especificados em 4.7 na faixa de temperatura de  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $+40^{\circ}\text{C}$ , a não ser que seja especificado de outro modo como em 5.1.1.2.

##### 5.5.1.2 Limites especiais

Para limites particulares de temperatura de trabalho especificados, as células de carga devem satisfazer, dentro daquelas faixas, as condições definidas em 5.1.

Estas faixas devem ser, pelo menos, iguais a:

- 5°C para as células de carga da classe A
- 15°C para as células de carga da classe B
- 30°C para as células de carga das classes C e D

##### 5.5.1.3 Efeitos da temperatura sobre a saída da carga morta mínima

A saída da carga morta mínima da célula de carga na faixa de temperatura, como especificado em 5.1.1.1 ou 5.1.1.2, não deve variar mais do que o fator  $p_{LC}$  vezes o valor de divisão mínimo de verificação da célula de carga ( $v_{\min}$ ) para qualquer variação na temperatura ambiente de:

- 2°C para as células de carga da classe A
- 5°C para as células de carga das classes B, C e D

A saída da carga mínima deve ser tomada após a estabilização térmica da célula de carga a temperatura ambiente.



### 5.5.2 Pressão barométrica

A saída da célula de carga não deve variar de uma quantidade maior do que o valor de divisão mínimo de verificação da célula de carga ( $v_{\min}$ ) para uma variação na pressão barométrica de 1 kPa dentro da faixa de 95 kPa a 105 kPa.

### 5.5.3 Umidade

Quando uma célula de carga estiver marcada com o símbolo NH, ela não deve ser submetida ao ensaio de umidade, como especificado em A.4.5 ou A.4.6.

Quando uma célula de carga estiver marcada com o símbolo SH, ela deve ser submetida ao ensaio de umidade, como especificado em A.4.5.

Quando uma célula de carga estiver marcada com o símbolo CH ou não estiver marcada, ela deve ser submetida ao ensaio de umidade, como especificado em A.4.6.

5.5.3.1 Erro devido à umidade (aplicável às células de carga marcadas CH ou sem símbolo de marcação de ensaio de umidade e não se aplica às células de carga marcadas NH ou SH).

A diferença entre a leitura inicial da saída de carga mínima e a leitura para a mesma carga obtida após a execução do ensaio de umidade, de acordo com A.4.5 do Anexo A, não deve ser maior do que 4% da diferença entre a saída na capacidade máxima da célula de carga e carga morta mínima da célula de carga.

A diferença entre a média dos três valores de saída na carga máxima para células de carga de classes de exatidão C e D, e cinco valores de saída para células de carga das classes de exatidão A e B, (corrigidas para a saída da carga mínima) obtidos antes da execução do ensaio de umidade de acordo com A.4.5 do Anexo A e média dos três valores de saída para células de carga de classes de exatidão C e D e cinco valores de saída de células de carga para classes de exatidão A e B obtidos para a mesma carga máxima (corrigidas para a saída de carga mínima) após a execução do ensaio de umidade, não deve ser maior do que o valor da menor divisão de verificação da célula de carga ( $1v$ ).

### 5.5.3.2 Erro devido à umidade (aplicável às células de carga marcadas SH)

Uma célula de carga deve satisfazer o erro máximo admissível aplicável durante a execução do ensaio de umidade, conforme especificação em A.4.6.

### 5.6 Padrões de medição

A incerteza expandida  $U$  (para um fator de abrangência  $k = 2$ ) para a combinação do sistema gerador de carga e do indicador (usado para observar a saída da célula de carga) deve ser menor do que 1/3 vezes os erros máximos admissíveis da célula de carga sob ensaio.

## 6. Exigências para as células de carga equipadas com partes eletrônicas

### Exigências gerais

Além das outras exigências deste RTM, uma célula de carga equipada com partes eletrônicas deve satisfazer as seguintes exigências, exceto o fator  $p_{LC} = 1$  substituído pelo fator  $p_{LC}$  que é aplicado às outras exigências.

## 6.1 Falhas

Deve-se projetar e fabricar uma célula de carga equipada com partes eletrônicas, de tal maneira que quando submetida a perturbações elétricas:

- a) Não ocorram falhas significativas, ou;
- b) Falhas significativas sejam detectadas e sofram ações corretivas. Mensagens de falhas significativas não devem ser confundidas com outras mensagens apresentadas.

Uma falha menor do que ou igual ao valor de divisão de verificação da célula de carga ( $v$ ) é admitida, independentemente do valor do erro na saída.

## 6.2 Atuando sobre as falhas significativas

Quando uma falha significativa for detectada, a célula de carga deve ser tornada automaticamente ineficaz ou deve ser emitida automaticamente saída de detecção de falha e deve continuar até que o instante em que o usuário aja ou a falha desapareça.

## 6.3 Requisitos funcionais

### 6.3.1 Procedimento especial para célula de carga com indicador

Quando uma célula de carga, equipada com partes eletrônicas, inclui um mostrador de indicação, com a aplicação de energia, deve ser executado um procedimento especial que mostre que todos os sinais relevantes do mostrador de indicação estão em seus estados ativo e inativo, há um tempo suficientemente longo, de modo que o usuário possa checar o mostrador.

### 6.3.2 Tempo de aquecimento

Durante o tempo de aquecimento de uma célula de carga equipada com partes eletrônicas, não deve haver transmissão de resultados de medição.

### 6.3.3 Fonte de potência conectada a rede elétrica(AC)

Uma célula de carga equipada com partes eletrônicas, operada por meio de rede elétrica, deve atender os requisitos metrológicos se a rede elétrica:

- varia a tensão de  $-15\%$  a  $+10\%$  da tensão da fonte, especificada pelo fabricante, ou,
- varia a frequência de  $-2\%$  a  $+2\%$  da frequência, especificada pelo fabricante, se a alimentação AC for usada.

### 6.3.4 Fonte de Bateria (DC)

Uma célula de carga equipada com partes eletrônicas alimentada por uma bateria deve continuar a funcionar corretamente ou não deve prover um resultado de medição, sempre que a tensão estiver abaixo do valor especificado pelo fabricante.

### 6.3.5 Perturbações

Quando uma célula de carga equipada com partes eletrônica estiver sujeita às perturbações especificadas em 4.10.1, a diferença entre a saída da célula de carga devido a uma perturbação e a saída da célula de carga sem a perturbação (erro intrínseco da célula de carga) não deve exceder o intervalo de verificação da célula de carga (v) ou a célula de carga deve detectar e reagir a uma falha significativa.

### 6.3.6 Requisitos de estabilidade - Span

Uma célula de carga equipada com partes eletrônicas deve ser submetida ao ensaio de estabilidade do SPAN especificado em 6.4.1. e A 4.7.8. A variação do span da célula de carga não deve exceder metade do intervalo de verificação da célula(0,5v) de carga ou metade do valor absoluto do erro máximo admissível (0,5 ema) para a carga de ensaio aplicada, no caso a que for maior.

## 6.4 Ensaio adicionais

### 6.4.1 Ensaio de desempenho e estabilidade

Uma célula de carga equipada com partes eletrônicas deve passar nos ensaios de desempenho e estabilidade de acordo com A.4.7 do Anexo A deste RTM.

Tabela 7 – Ensaio de desempenho e estabilidade para uma célula de carga equipada com partes eletrônicas

Ensaio	Procedimento de ensaio do Anexo A	Característica sob ensaio
Tempo de aquecimento	A.4.7.2	Fator de influência
Variação da tensão de alimentação	A.4.7.3	Fator de influência
Redução da alimentação para intervalos curtos	A.4.7.4	Perturbação
Transientes	A.4.7.5	Perturbação
Descarga eletrostática	A.4.7.6	Perturbação
Susceptibilidade eletromagnética	A.4.7.7	Perturbação
Estabilidade do SPAN	f	Fator de influência

Se a célula de carga estiver equipada com uma interface que permita o acoplamento da célula de carga a um equipamento externo, todas as funções que são ativadas ou inicializadas através de uma interface devem operar de maneira correta.

## 7. Controle Metrológico

### 7.1 Requisitos de ensaios

Os requisitos de ensaios para a aprovação de modelo são dados no Anexo A. O formato do relatório do ensaio é fornecido no Anexo C.

O exame preliminar e periódico de células de carga, independentemente do sistema de medição nos quais elas são usadas, não são normalmente consideradas apropriadas se o desempenho total do sistema for verificado de outra maneira.

## 7.2 Seleção de células de carga dentro de uma família

Quando uma família composta de um ou mais grupos de células de carga de várias capacidades e características for (forem) apresentado (s) para aprovação de modelo, as provisões a seguir devem ser aplicadas.

### ~~7.2.1 Numero de células de carga a serem aprovadas~~

~~A seleção de células de carga a serem ensaiadas deve ser tal que o número de células de carga a serem ensaiadas seja minimizado.~~

### 7.2.1 Células de carga de mesma capacidade em diferentes grupos

Com células de carga da mesma capacidade pertencentes a diferentes grupos, ~~a aprovação da célula de carga com as melhores características metrológicas implica na aprovação das células de carga com características inferiores.~~ Quando houver possibilidade de escolha, as células de carga com as melhores características metrológicas devem ser escolhidas para ensaiar.

### 7.2.4 Células de carga com uma capacidade incluída na faixa das capacidades ensaiadas

Células de carga com uma capacidade situada entre as capacidades ensaiadas, bem como aquelas acima da maior capacidade ensaiada, mas inferior a cinco (5) vezes a maior capacidade ensaiada, devem ser aprovadas.

### 7.2.4 Células de carga com menor capacidade

Para qualquer grupo, a célula de carga com a menor capacidade no grupo deve ser sempre selecionada para ensaio, a menos que a capacidade caia dentro da faixa de capacidades permitidas de células de carga selecionadas tendo características metrológicas melhores.

### 7.2.5 Razão entre a maior e a menor capacidade

Quando a razão entre a célula de carga com a maior capacidade em uma família e a célula de carga com capacidade menor mais próxima da selecionada para ensaio for maior do que cinco (5), então uma outra célula de carga deve ser escolhida.

A escolha deve ser tal que ela tenha uma capacidade que seja maior do que cinco (5) vezes, mas inferior a dez (10) vezes, aquela capacidade.

Caso nenhuma capacidade satisfaça este critério, então a capacidade menor mais próxima que exceda dez (10) vezes aquela capacidade deve ser escolhida, quando for o caso.

Se mais de uma célula de carga de uma família for submetida a ensaio, somente uma célula de carga deve ser ensaiada no ensaio de umidade, quando for o caso.

Somente uma célula de carga deve ser ensaiada nos ensaios adicionais para células de carga equipadas com partes eletrônicas, quando for o caso, sendo esta a célula de carga com as características mais severas (por exemplo, o maior valor de  $n_{\max}$  ou o valor relativo de  $v_{\min}$  mais baixo).

## 8. Procedimentos de Ensaio

Ver Anexo A.

9. Modelo dos Relatórios de Ensaio  
Ver Anexo C.

ANEXO A  
(COMPULSÓRIO)  
PROCEDIMENTOS DE ENSAIO PARA A APROVAÇÃO DE MODELO

A.1 Escopo

Este Anexo descreve os procedimentos de ensaio recomendados nos ensaios para a aprovação de modelo de células de carga utilizadas na medição de massa.

~~A.1.1 Na medida do possível, esses procedimentos de ensaio foram estabelecidos para serem aplicados, de maneira mais abrangente possível, a todas as células de carga, dentro do escopo da Recomendação.~~

~~A.1.2 Esses procedimentos se aplicam somente aos ensaios de células de carga. Esses procedimentos não cobrem o ensaio de sistemas completos que incluam células de carga.~~

A aprovação de modelo de célula de carga não implica na aprovação do sistema completo de pesagem.

A.2 Condições de ensaio

A.2.1 Equipamento de ensaio

O equipamento básico para os ensaios de aprovação de modelo consiste em um sistema gerador de força e um instrumento adequadamente linear que meça a saída da célula de carga **subitem 5.6**

A.2.2 Controle e registro das condições ambientais e de ensaio

Antes que o de ensaio e avaliação adequadas de uma célula de carga possam ser realizadas, deve ser dada uma atenção cuidadosa às condições ambientais e de ensaio, nas quais essas avaliações serão executadas. Discrepâncias significativas ocorrem com frequência como resultado do reconhecimento insuficiente desses detalhes. A informação a seguir deve ser seguida fielmente antes do programa de ensaio para aprovação de modelo.

A.2.2.1 Aceleração da gravidade

Os padrões de massa usados no ensaio devem ser corrigidos, se necessário, para o local de ensaio e o valor da aceleração da gravidade  $g_e$  devem ser registrados junto com os resultados de ensaio. Os valores dos padrões de massa usados devem estar rastreados aos padrões nacionais de massa.

A.2.2.2 Condições ambientais

Os ensaios devem ser efetuados em condições ambientais estáveis. No que se refere à temperatura ambiente estável, ela é considerada estável, quando a diferença entre as temperaturas extremas, observadas durante o ensaio, não ultrapassa 1 / 5 da faixa de temperatura da célula de carga considerada, sem exceder a 2°C.

A.2.2.2.1 Avaliar a vibração externa no local de ensaio.

#### A.2.2.3 Condições de carregamento

~~Convém observar com bastante atenção as condições de carregamento, a fim de evitar a introdução de erros não inerentes à célula de carga. Fatores tais como rugosidade da superfície, planicidade, assentamento, corrosão, excentricidade, arranhões, etc, devem ser levados em consideração. As condições de carregamento devem estar de acordo com as especificações do fabricante da célula de carga. As cargas devem ser aplicadas e retiradas ao longo do eixo sensível de carregamento da célula de carga, sem provocar choque sobre a célula de carga. A carga mínima deverá estar tão próxima da carga morta mínima da célula de carga quanto permita o sistema gerador de força.~~

#### A.2.2.4 Limite da faixa de medição

A carga mínima,  $D_{\min}$ , deve ser o mais próximo possível, mais não menor, que o peso morto mínimo,  $E_{\min}$ , tanto como seja permitido pelo sistema gerador de força. A carga máxima,  $D_{\max}$ , não deve ser menor que 90% de  $E_{\max}$ , não maior a  $E_{\max}$

#### A.2.2.5 Padrões de referência

Se deve ser efetuada periodicamente uma verificação dos padrões (de acordo com a utilização).

#### A.2.2.6 Período de estabilização

Deve ser previsto um período de estabilização para a célula de carga submetida aos ensaios e para a instrumentação de leitura, em conformidade com as recomendações dos fabricantes dos equipamentos utilizados.

#### A.2.2.7 Condições de temperatura

É importante prever um tempo suficiente para que seja atingida a estabilização da temperatura da célula de carga. Atenção particular deve ser dispensada a essa exigência no caso de células de carga de grandes dimensões. A estabilização da temperatura deve ser de ao menos 2 horas para cada 10°C de mudança de temperatura para células menores 5000 kg e de 3 horas para cada 10°C de mudança para as células de maior capacidade. O sistema de carga deve ser concebido de maneira que não introduza gradientes térmicos significativos no interior da célula de carga menor que 2°C. A célula de carga e suas conexões auxiliares (cabos, tubos, etc.), integrados ou contíguos, devem se encontrar à mesma temperatura de ensaio. O instrumento indicador deve ser mantido à temperatura ambiente. O efeito da temperatura sobre as conexões auxiliares deve ser considerado na determinação dos resultados.

#### A.2.2.8 Efeitos da pressão barométrica

Devem ser consideradas as variações da pressão barométrica que possam afetar, de maneira significativa, o sinal de saída da célula de carga. Tais mudanças devem ser consideradas.

#### A.2.2.9 Estabilidade dos meios de carregamento

Convém utilizar um instrumento indicador e um sistema de carga que assegurem uma estabilidade suficiente, de modo a permitir leituras dentro dos limites especificados em ~~4.13.1~~ 5.6.

#### A.2.2.10 Comprovação do indicador

Assegura-se que o modulo indicador se encontra dentro da exatidão requerida para execução do ensaio. Deve-se realizar uma verificação periódica do modulo indicador.

#### A.2.2.11 Outras condições

As outras condições especificadas pelo fabricante, tais como tensões de entrada e saída, sensibilidade elétrica, etc. devem ser levados em conta durante o ensaio.

### A.3 Procedimento de ensaio

Cada ensaio a seguir é apresentado com um “ensaio individual e independente”. Todavia, para uma condução eficaz dos ensaios das células de carga pode-se efetuar ensaios de carregamento crescente e decrescente, de fluência e de retorno do sinal de saída na carga morta mínima, em uma determinada temperatura de ensaio, antes de passar para a temperatura de ensaio seguinte (~~ver A.5, Figuras A.1 e A.2 neste Anexo~~). Os ensaios de pressão barométrica e de umidade são efetuados individualmente, em seguida aos ensaios anteriores.

A.3.1 Determinação do erro da célula de carga, do erro de repetitividade e do efeito da variação de temperatura sobre o sinal de saída na carga morta mínima.

#### A.3.1.1 Controle das condições de ensaio

Referir-se às condições em A.2, para garantir que essas condições foram levadas em consideração, de maneira apropriada, antes de efetuar os ensaios descritos a seguir.

#### A.3.1.2 Inserir a célula de carga

Inserir a célula de carga no sistema gerador de força. Carregar na carga mínima,  $D_{min}$ , e estabilizar à  $(20 \pm 1) ^\circ\text{C}$ .

#### A.3.1.3 Pré carregar a célula de carga antes do início do ensaio

Colocar a célula de carga em ensaio, aplicando-se, três vezes, uma carga igual a carga máxima e retornando à carga mínima,  $D_{min}$ , após cada aplicação da carga, **esperar 5 minutos**

#### A.3.1.4 Controle do modulo indicador ~~instrumento~~

Verificar se o ~~instrumento~~ modulo indicador está corretamente calibrado A.2.2.10.

#### A.3.1.5 Monitoração da célula de carga



Monitorar o sinal de saída na carga mínima até a estabilidade A.31.6. Registrar a indicação do instrumento na carga mínima.

#### A.3.1.6 Registrar as Indicações

Registrar a indicação do modulo indicador para a carga de ensaio mínima,  $D_{min}$ .

#### A.3.1.7 Pontos de carga de ensaio

Todos os pontos de carga de ensaio, nas aplicações de carregamento e descarregamento, devem ser separados por intervalos de tempo aproximadamente constantes. A leitura deve ser feita em um intervalo de tempo de acordo com a Tabela 3 em 4.7.4.5. Esses dois intervalos de tempo devem ser anotados.

#### A.3.1.8 Ensaio de cargas crescentes

Aplicar cargas crescentes até a carga máxima, com retorno ou não à carga mínima. Os pontos de carga crescente devem ser, no mínimo, em número de 5 (cinco) e devem incluir cargas correspondentes, aproximadamente, aos valores mais altos nos passos aplicáveis dos erros máximos admissíveis da célula de carga, indicados na Tabela 5 em 5.1.1.

#### A.3.1.9 Registrar as indicações

Registrar as indicações do instrumento, até onde for possível, de acordo com a Tabela 6, em relação aos tempos em 5.2.3. Os dois intervalos de tempo devem ser registrados.

#### A.3.1.10 Ensaio de cargas decrescentes

Reduzir as cargas de ensaio até a carga mínima, de modo análogo.

#### A.3.1.11 Registro das indicações

Registrar as indicações do modulo indicador instrumento, até onde for possível, de acordo com a Tabela 6, em 4.7.4.5.

#### A.3.1.12 Repetição dos procedimentos para as diferentes classes de exatidão

Repetir as operações descritas em A.3.1.7 e A.3.1.11, mais quatro vezes para as classes de exatidão A e B ou mais duas vezes para as classes de exatidão C e D.

#### A.3.1.13 Repetição dos procedimentos em diferentes temperaturas

Repetir as operações descritas em A.3.1.2 a A.3.1.12, primeiro na sequência de temperaturas mais altas, depois na sequência de temperatura mais baixas, incluindo os limites aproximados da faixa de temperatura para a classe de exatidão considerada.

Repetir as operações descritas nos subitens A.3.1.2 a A.3.1.10, à  $20 \pm 1^\circ \text{C}$ . (Corrigir)

#### A.3.1.14 Determinação do erro da célula de carga

O erro da célula de carga deve ser determinado, com base na média dos resultados dos ensaios efetuados em cada valor de temperatura, e comparado com os erros máximos admissíveis da célula de carga fixados em 4.7.2.1.

#### A.3.1.15 Determinação do erro de repetitividade

A partir dos resultados obtidos, pode-se determinar o erro de repetitividade e compará-lo com os limites especificados em 4.8.3.

#### A.3.1.16 Determinação dos efeitos da temperatura sobre o sinal de saída da carga morta mínima

A partir dos resultados obtidos, pode-se determinar os efeitos da temperatura sobre o sinal de saída na carga morta mínima e compará-los com os limites especificados em 5.1.1.3.

### A.3.2 Determinação do erro de fluência

#### A.3.2.1 Controle das condições de ensaio

Verificar as condições de ensaio especificadas em A.2, a fim de garantir que essas condições foram consideradas de maneira apropriada, antes da execução do ensaio descrito a seguir. Inserir a célula de carga no sistema gerador de força. Colocar na carga mínima e **estabilizar à  $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ .**

#### A.3.2.2 Exercitar a célula de carga antes do início do ensaio

Colocar a célula de carga em teste aplicando, três vezes, uma carga igual a carga máxima ( $D_{\max}$ ) e retornando à carga mínima ( $D_{\min}$ ) após cada aplicação da carga. Aguardar uma (1) hora.

#### A.3.2.3 Pré carregamento da célula de carga

Verificar se o instrumento está corretamente calibrado.

#### **A.3.2.4 Observar o modulo indicador**

**Avaliar o modulo indicador de acordo com A.2.2.10**

#### A.3.2.5 Monitoração da da célula de carga

Monitorar o sinal de saída da célula de carga na carga mínima ( $D_{\min}$ ) até a estabilidade.

#### A.3.2.6 Registro das indicações

**Registrar a indicação do modulo indicador para a carga de ensaio mínima,  $D_{\min}$ .**

#### A.3.2.7 Aplicação de carga

Aplicar uma carga de ensaio máxima constante,  $D_{max}$ .

#### A.3.2.8 Registro das indicações

Aplicar a carga e anotar a leitura inicial, de acordo com a Tabela 6 em 4.7.4.5 e continuar a anotar periodicamente o sinal, em intervalos de tempo pré-determinados, durante um período de 30 minutos, assegurando que uma leitura seja feita em 20 minutos.

#### A.3.2.9 Sequência da temperatura do ensaio

Repetir as operações descritas em A.3.2.2 a A.3.2.5, primeiro na sequência de temperaturas mais altas, depois na sequência de temperatura mais baixas, incluindo os limites aproximados da faixa de temperatura para a classe de exatidão considerada.

#### ~~A.3.2.10 Determinação do erro de fluência~~

~~A partir dos resultados de ensaio e considerando o efeito devido às variações da pressão barométrica, como descrito em A.2.2.7, a magnitude da fluência pode ser determinada e comparada com a variação admissível, especificada em 4.8.1.~~

#### A.3.3 Determinação do retorno do sinal de saída na carga morta mínima (DR)

##### A.3.3.1 Controle das condições de ensaio

Ver as condições especificadas em A.2, a fim de assegurar que essas condições foram consideradas de maneira apropriada, antes da execução do ensaio a seguir. Inserir a célula de carga no sistema gerador de força. Colocar na carga mínima ( $D_{min}$ ) e estabilizar à  $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

##### A.3.3.2 Exercitar a célula de carga antes do início do ensaio

Colocar a célula de carga em ensaio, aplicando três vezes uma carga igual a carga máxima ( $D_{max}$ ) e retornando à carga mínima ( $D_{min}$ ), após cada aplicação da carga. Aguardar 1 (uma) hora.

##### A.3.3.4 Controle do **modulo indicador**

Verificar se o **modulo indicador** está corretamente calibrado.

##### A.3.3.5 Monitoração das cargas

Observar o sinal de saída da célula de carga na carga mínima ( $D_{min}$ ) até a estabilidade. Registrar a indicação do instrumento na carga mínima ( $D_{min}$ ).

##### **A.3.3.6 Registro da indicação**

**Registrar a indicação do modulo indicador para a carga de ensaio mínima,  $D_{min}$ .**

##### **A.3.3.7 Aplicação de carga**

Aplicar una carga de ensayo máxima constante,  $D_{\max}$ .

#### A.3.3.8 Registro de las indicaciones

Registrar la indicación inicial que marca el instrumento indicador en intervalos de tiempo los más cercanos posibles a aquellos especificados en la tabla 6 en 5.2.3. Estos dos intervalos de tiempo deben ser registrados. Registrar el tiempo en el cual la carga se aplica completamente y mantener la carga por un período de 30 minutos.

#### A.3.3.9 Registro de datos

Registrar el tiempo de inicio de la fase de descarga y retornar a la carga de ensayo mínima,  $D_{\min}$ .

#### A.3.3.10 Registro de la indicación

Registrar la indicación que marca el instrumento indicador en intervalos de tiempo lo más cercanos posibles a aquellos especificados en la tabla 6 en 5.2.3. Estos dos intervalos de tiempo deben ser registrados.

#### A.3.3.11 Seqüência de temperatura de ensaio

Repetir as operações descritas em A.3.3.2 a A.3.3.6, primeiro na seqüência de temperaturas mais altas, depois na seqüência de temperatura mais baixas, incluindo os limites aproximados da faixa de temperatura para a classe de exatidão considerada.

#### A.3.3.12 Determinação do retorno do sinal de saída na carga morta mínima (DR)

A partir dos resultados obtidos, a magnitude do retorno de sinal de saída da carga morta mínima pode ser determinada e comparada com as variações admissíveis especificadas em 4.8.2.

#### A.3.4 Determinação dos efeitos da pressão barométrica

~~Este ensaio deve ser executado, a menos que o fabricante possa fornecer justificativa suficiente de projeto para demonstrar que o desempenho da célula de carga não é afetado pelas variações na pressão barométrica.~~

##### A.3.4.1 Controle das condições de ensaio

Ver as condições de ensaio definidas em A.2 a fim de assegurar que essas condições foram consideradas de maneira apropriada, antes da execução do ensaio descrito a seguir.

##### A.3.4.2 Instalação da célula de carga

À temperatura ambiente, instalar a célula de carga descarregada na câmara pressurizada à pressão atmosférica.

##### A.3.4.3 Controle do **modulo indicador**

Verificar se o **modulo indicador** está corretamente calibrado, **de acordo com A.2.2.10.**

#### A.3.4.4 Monitoração da célula de carga

Monitorar o sinal de saída até a estabilidade. ~~Anotar a indicação do instrumento.~~

#### A.3.4.5 registro de indicação

~~Registrar a indicação do modulo indicador~~

#### A.3.4.6 Variação na pressão

Fazer variar a pressão barométrica até, aproximadamente, 1 kPa, inferior ou superior à pressão atmosférica e anotar a indicação do instrumento.

#### A.3.4.7 Determinação do efeito da pressão barométrica

A partir dos resultados obtidos, a magnitude da influência da pressão barométrica pode ser determinada e comparada com os limites especificados em 5.5.2.

#### A.3.5 Determinação dos efeitos da umidade nas células marcadas CH ou não-marcadas

##### A.3.5.1 Controle das condições de ensaio

Ver as condições de ensaio especificadas em A.2, a fim de assegurar que essas condições foram consideradas de maneira apropriada, antes da execução do ensaio descrito a seguir. Inserir a célula de carga no sistema gerador de força. Carregar à carga mínima e estabilizar à  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ .

##### A.3.5.2 Colocar la celda de carga

Colocar la celda de carga en el sistema generador de fuerza, cargar hasta la carga de ensayo mínima,  $D_{\min}$ , y estabilizar en  $20^\circ\text{C}$ .

##### A.3.5.3 Pre-cargado de la celda de carga

Pre-cargar la celda de carga aplicando la carga de ensayo máxima,  $D_{\max}$ , tres veces, volviendo a la carga de ensayo mínima,  $D_{\min}$ , después de cada aplicación de carga.

##### A.3.5.4 Control del instrumento indicador

Comprobar el instrumento indicador de acuerdo a A.2.2.10.

##### A.3.5.5 Monitoreo de la celda de carga

Observar la indicación de la carga de ensayo mínima hasta que estabilice.

##### A.3.5.6 Registro de la indicación

Registrar la indicación que arroja el instrumento indicador para la carga de ensayo mínima,  $D_{\min}$ .

##### A.3.5.7 Aplicación de la carga

Aplicar una carga de ensayo máxima,  $D_{\max}$ .

#### A.3.5.8 Registro de las indicaciones

Registrar la indicación inicial que marca el instrumento indicador en intervalos de tiempo los más cercanos posibles a aquellos especificados en la tabla 6 en 5.2.3. Estos dos intervalos de tiempo deberán ser registrados.

#### A.3.5.9 Retiro de la carga

Retirar la carga de ensayo hasta que sólo quede la carga de ensayo mínima,  $D_{\min}$ .

#### A.3.5.10 Registro de la indicación

Registrar la indicación que marca el instrumento indicador en intervalos de tiempo lo más cercanos posibles a aquellos especificados en la tabla 6 en 5.2.3. Estos dos intervalos de tiempo deberán ser registrados.

#### A.3.5.11 Repetição dos procedimentos para as diferentes classes de exatidão

Repetir mais 4 vezes a operação descrita em A.3.5.5 para as células de carga das classes de exatidão A e B, e, mais 2 vezes para as células das classes de exatidão C e D.

#### A.3.5.12 Ensaio de calor úmido cíclico

Efetuar um ensaio cíclico de calor úmido, de acordo com a Publicação IEC 68-2-30, ~~2ª edição, 1980~~. Procedimentos de ensaios fundamentais climáticos. Segunda Parte: Ensaio Db. Ensaio cíclico de calor úmido (ciclos de 12 + 12 horas). As informações básicas referentes aos ensaios cíclicos de calor úmido são dados na Publicação IEC 68-2-28, ~~2ª edição, 1980~~.

#### Resumo do ensaio

O ensaio consiste em uma exposição a 12 ciclos de temperatura de 24 horas cada um. A umidade relativa deve estar compreendida entre 80% e 96% e a temperatura varia entre 22°C e 40°C, segundo o ciclo especificado.

Severidade do ensaio: 40°C, 12 ciclos.

Medições iniciais: de acordo com A.3.5.1 a A.3.5.11 acima.

Situação durante o pré-condicionamento: a célula de carga é colocada na câmara com a conexão de saída fora da câmara e é desligada. O cabo de conexão, com seu comprimento usual, deve estar dentro do ambiente de condicionamento de umidade. Seguir a variante 2 da IEC 68-2-30, 2ª parte: Ensaio Db, quando da redução da temperatura.

Condições de retomada e medições finais: de acordo com A.3.5.13.

#### A.3.5.13 Remoção da célula de carga da câmara

Retirar a célula de carga da câmara de umidade, remover cuidadosamente a umidade da superfície, e manter a célula de carga nas condições atmosféricas padrão, por um período suficiente para atingir a estabilidade de temperatura (normalmente de 1 a 2 horas). Repetir A.3.5.1 a A.3.5.6, garantindo que a carga mínima e as cargas de ensaio aplicadas são as mesmas que aquelas utilizadas anteriormente.

#### A.3.5.14 Determinação do efeito das variações induzidas pela umidade

A partir dos dados resultantes, pode-se determinar as variações provocadas pela umidade e compará-las com os limites definidos em 4.11.

#### A.3.6 Determinação dos efeitos da umidade nas células de carga marcadas SH

##### A.3.6.1 Ensaio de calor úmido no regime permanente

Efetuar um ensaio de calor úmido em regime permanente, de acordo com a Publicação IEC 68-2-56 (1988): Ensaio ambiental, Parte 2: Ensaio CA: calor úmido, regime permanente e Publicação IEC 68-2-28 (1980): Guia para os ensaios de calor úmido.

Resumo do ensaio: O ensaio consiste em uma exposição da célula de carga à temperatura e umidade constantes. A célula de carga deve ser ensaiada conforme a especificação em A.3.6.2 a A.3.6.11:

- em uma temperatura de referência ( $22^{\circ}\text{C}$  ou o valor médio da faixa de temperatura sempre que  $22^{\circ}\text{C}$  estiver fora desta faixa) e uma umidade relativa de 50% seguindo o condicionamento.
- na temperatura alta da faixa especificada em 5.1.1 para a célula de carga e uma umidade relativa de 85%, dois dias após a estabilização da temperatura e da umidade, e
- na temperatura de referência e na umidade relativa de 50%.

Estado da célula de carga durante o condicionamento: instalar a célula de carga na câmara com a conexão da saída fora da câmara e ligar. Usar a variante 2 da Publicação IEC 68-2-56, Parte 2: Ensaio Db, ao abaixar a temperatura.

##### A.3.6.2 Controle das condições de ensaio

Ver as condições de ensaio em A.2, a fim de assegurar que essas condições foram consideradas, de maneira apropriada, antes da execução do ensaio descrito a seguir. Inserir a célula de carga no sistema gerador de força. Colocar na carga mínima e estabilizar a  $(22 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ .

##### A.3.6.3 Exercitar a célula de carga antes do início do ensaio

Ensaio a célula de carga aplicando três vezes uma carga igual a carga máxima e retornando à carga mínima, após cada aplicação.

##### A.3.6.4 Controle do instrumento

Verificar se o instrumento está corretamente calibrado.

#### A.3.6.5 Monitoração da saída

Monitorar o sinal de saída na carga mínima até a estabilidade. Anotar a indicação do instrumento na carga mínima.

#### A.3.6.6 Pontos de carga de ensaio

Todos os pontos de carga de ensaio, nas seqüências de carregamento e descarregamento, devem ser separados por intervalos de tempo aproximadamente constantes. A leitura deve ser feita em um intervalo de tempo de acordo com a Tabela 6 em 4.7.4.5. Esses dois intervalos de tempo devem ser anotados.

#### A.3.6.7 Aplicação de carga

Aplicar cargas crescentes até a carga máxima. Os pontos de carga crescente devem ser, no mínimo, em número de 5 (cinco) e devem incluir cargas correspondentes, aproximadamente, aos maiores valores nos passos aplicáveis dos erros máximos admitidos da célula de carga, indicados na Tabela 2 em 4.7.2.1.

#### A.3.6.8 Registro dos dados

Anotar as indicações do instrumento, até onde for possível, de acordo com a Tabela 6 em 4.7.4.5.

#### A.3.6.9 Retirada das cargas mínimas

De maneira inversa ao A.3.6.7, retirar as cargas de ensaio até a carga mínima.

#### A.3.6.10 Registro dos dados

Anotar as indicações do instrumento, até onde for possível, de acordo com a Tabela 6 em 4.7.4.5.

#### A.3.6.11 Determinação do efeito das variações induzidas pela umidade

A partir dos dados resultantes, pode-se determinar as variações provocadas pela umidade e compará-las com os limites definidos na Tabela 2 em 4.7.2.1.

### A.3.7 Ensaios adicionais para as células de carga com equipadas com partes eletrônicas

#### A.3.7.1 Avaliação do erro para as células de carga com saída no formato de incremento digital

Para certas células de cargas possuindo um intervalo de saída digital, por exemplo, maior do que 0,20 v, os pontos de mudança devem ser usados na avaliação dos erros, antes do arredondamento como segue

Em uma determinada carga  $L$ , o valor do **sinal de** saída digital  $I$  é observado. Cargas adicionais, por exemplo, 0,1 v são adicionadas sucessivamente até que a saída da célula de carga aumente, de modo não ambíguo, em um incremento de saída digital ( $L$



+ v). A quantidade adicional de carga  $\Delta L$  adicionada à célula de carga dá o valor da saída digital P, antes do arredondamento usando-se a seguinte fórmula:

$$P = I + 1/2 v - \Delta L$$

O erro anterior ao arredondamento é:

$$E = P - L = I + 1/2 v - \Delta L - L$$

O erro corrigido anterior ao arredondamento é:

$$E_c = E - E_o \leq \text{erro máximo admissível, emp}$$

onde  $E_o$  é o erro calculado na carga mínima.

#### A.3.7.2 Ensaio de tempo de aquecimento (ver 4.9.3.4 )

Resumo do procedimento de ensaio: Célula de carga estabilizada em  $(22 \pm 2^\circ\text{C})$  e desconectar de qualquer fonte de alimentação durante um período de pelo menos 8 horas antes do ensaio.

Instalar a célula de carga no sistema gerador de força.

Ensaia a célula de carga aplicando três vezes uma carga máxima de 90% a 100% da capacidade máxima, retornando à carga mínima após cada aplicação de carga. Deixar a célula de carga descansar durante 5 minutos.

Conectar a célula de carga à fonte de alimentação e ligá-la.

Registrar os dados: Tão logo um resultado de medição possa ser obtido, anotar o valor do sinal de saída na carga mínima e na carga máxima aplicada.

Carga e descarga: O valor do sinal de A saída da carga máxima deve ser determinado até onde for possível de acordo com a Tabela 6 em 4.7.4.5 e ser registrado e a carga deve retornar à carga mínima. Estas medições devem ser repetidas após 5, 15 e 30 minutos.

Variações máximas admissíveis: Calcule o valor absoluto da diferença entre o valor do sinal de saída na carga mínima e na carga máxima, imediatamente antes da aplicação da carga máxima. Repetir este procedimento para cada tempo (5, 15 e 30 minutos), totalizando 4 valores absolutos. A diferença entre qualquer um destes valores absolutos não deve ser superior ao valor absoluto do erro máximo admissível.-

Observação: A posição da célula de carga não deve ser alterada durante o ensaio.

Para células de carga da Classe A, devem ser observadas as recomendações do fabricante referentes a tempo de aquecimento.

#### A.3.7.3 Variações da tensão de alimentação (ver 4.9.3.6)

Resumo dos procedimentos de ensaio

O ensaio consiste em submeter a célula de carga às variações da tensão de alimentação.

Um ensaio de carga é executado de acordo com A.3.1.1 a A.3.1.10 em 22°C, com a célula de carga alimentada na tensão de referência. O ensaio é repetido com a célula de carga alimentada no limite superior e no limite inferior da tensão de alimentação.

Antes de qualquer ensaio: Estabilizar a célula de carga nas condições ambientais constantes.

Severidade do ensaio: Variações da tensão da rede de alimentação:

a) Limite superior (  $V + 10\%$  )

b) Limite inferior (  $V - 15\%$  )

Variações da tensão da bateria de alimentação:

a) Limite superior : não se aplica

b) Limite inferior : abaixo de  $V$ , especificado pelo fabricante.

Onde  $V$  é o valor especificado pelo fabricante. Se uma faixa da tensão de alimentação de referência ( $V_{\min}$  ou  $V_{\max}$ ) for especificada, então o ensaio deve ser executado no limite superior de  $V_{\max}$  e um limite inferior de  $V_{\min}$ .

Variações máximas admissíveis: Todas as funções devem ser operadas como planejadas.

Todos os resultados de medição devem estar dentro dos erros máximos admissíveis.

**NOTA:** Quando uma célula de carga é alimentada por uma fonte de alimentação trifásica, as variações de tensão devem ser aplicadas a cada uma fase sucessivamente e a todas as fases simultaneamente.

#### A.3.7.4 Reduções na tensão de alimentação em curtos períodos de tempo (ver 6.3.5)

Resumo dos procedimentos de ensaio: Este ensaio consiste em expor a célula de carga à reduções de tensão de alimentação em curtos períodos de tempo.

Um gerador de ensaio capaz de reduzir a amplitude de um ou mais semi-ciclos (nos cruzamentos do zero) da tensão de alimentação AC deve ser usado. O gerador de ensaio deve ser ajustado antes de ser conectado à célula de carga. As reduções de tensão da rede elétrica devem ser repetidas dez vezes com um intervalo de pelo menos 10 segundos.

O ensaio deve ser realizado em uma carga mínima que seja próxima de ou igual à carga morta mínima.

Antes de qualquer ensaio

Estabilizar a célula de carga nas condições ambientais constantes.

Severidade do ensaio

Redução	100%	50%
Número de semi-ciclos	1	2

**NOTA:** Os dois ensaios devem ser realizados.  
Variações máximas admissíveis

A diferença entre o resultado de medição devido à perturbação e o resultado de medição sem a perturbação não deve ultrapassar um valor de divisão de verificação ( $v$ ) ou a célula de carga deve detectar e reagir a uma falha significativa

#### A.3.7.5 Transientes (ver 4.9.3.3)

##### Resumo dos procedimentos de ensaio

Este consiste em expor a célula de carga à transientes específicos de picos de tensão **especificados**.

Instrumentação de ensaio: de acordo com a IEC 61000-4-4 (1995-01), N<sup>o</sup> 6

Montagem do ensaio: de acordo com a IEC 61000-4-4 (1995-01), N<sup>o</sup> 7

Procedimento de ensaio: de acordo com a IEC 61000-4-4 (1995-01), N<sup>o</sup> 8.

Antes de qualquer ensaio: Estabilizar a célula de carga nas condições ambientais constantes.

O ensaio deve ser aplicado separadamente a: linhas de alimentação Circuitos de E/S e linhas de comunicação, se houver.

##### Carga de ensaio

O ensaio deve ser conduzido em uma carga mínima que seja próxima de ou igual à carga morta mínima.

##### Severidade do ensaio

Nível 2 ( de acordo com a IEC 61000-4-4 (1995-01), N<sup>o</sup> 5)

Tensão de saída de ensaio em circuito aberto para:

- linhas de alimentação : 1 kV
- sinal de E/S, linhas de informação e controle: 0,5 kV.

##### Variações máximas admissíveis

A diferença entre o resultado de medição devido à perturbação e o resultado de medição sem a perturbação não deve ultrapassar um valor de divisão de verificação ( $v_{min}$ ) ou a célula de carga deve detectar e reagir a uma falha significativa.

Referência à Publicação IEC: a Publicação IEC 61000-4-4 (1995-01), ~~Compatibilidade eletromagnética para medição e equipamento de controle de processo industrial, Parte 4: Exigências de transientes elétricos rápidos.~~

#### A.3.7.6 Descarga eletrostática (ver 4.9.3.3)

Resumo dos procedimentos de ensaio: Este consiste em expor a célula de carga à descargas eletrostáticas específicas diretas e indiretas.

Gerador de ensaio: de acordo com a IEC 61000-4-2 (1995-01), N<sup>o</sup> 6.

Montagem do ensaio: de acordo com a IEC 61000-4-2 (1995-01), N<sup>o</sup> 7.

Procedimento de ensaio: de acordo com a IEC 61000-4-2 (1995-01), N<sup>o</sup> 8.

##### Métodos de ensaio

- 1) Este ensaio inclui o método da penetração de tinta, se for adequado;
- 2) Para descargas diretas, a descarga no ar deve ser usada onde o método da descarga de contato não puder ser aplicado.

Antes de qualquer ensaio:

Estabilizar a célula de carga nas condições ambientais constantes.

##### Tipo de descarga

Pelo menos 10 descargas diretas e 10 descargas indiretas devem ser aplicadas.

Intervalo de tempo: O intervalo de tempo entre sucessivas descargas deve ser pelo menos 10 segundos.

##### Carga de ensaio

O ensaio deve ser executado em uma carga mínima que seja próxima de ou igual à carga morta mínima.

##### Severidade do ensaio

Nível 3 ( de acordo com a IEC 61000-4-2 (1995-01), N<sup>o</sup> 5).

A tensão DC até e incluindo 6 kV para as descargas de contato e 8 kV para as descargas no ar.

##### Variações máximas admissíveis

A diferença entre o resultado de medição devido à perturbação e o resultado de medição sem a perturbação não deve ultrapassar um valor de divisão de verificação (v) ou a célula de carga deve detectar e reagir a uma falha significativa.

##### Referência à Publicação IEC

a Publicação IEC 61000-4-4 (1995-01), ~~Compatibilidade eletromagnética para medição e equipamento de controle de processo industrial, Parte 2: Exigências de descargas eletrostáticas.~~

#### A.3.7.7 Susceptibilidade eletromagnética (ver 4.9.3.3)

## Resumo dos procedimentos de ensaio

Este consiste em expor a célula de carga à campos eletromagnéticos específicos.

Gerador de ensaio:

De acordo com a IEC 61000-4-3 (1995-03), N<sup>o</sup> 6.

Montagem do ensaio:

De acordo com a IEC 61000-4-3 (1995-03), N<sup>o</sup> 7.

Procedimento de ensaio:

De acordo com a IEC 61000-4-3 (1995-03), N<sup>o</sup> 8.

Antes de qualquer ensaio: Antes de qualquer ensaio: Estabilizar a célula de carga nas condições ambientais constantes.

Intensidade de campo eletromagnético

A célula de carga deve ser submetida a campos eletromagnéticos de intensidade e carácter conforme especificados pelo nível de severidade.

Carga de ensaio

O ensaio deve ser executado em uma carga mínima que seja próxima de ou igual à carga morta mínima.

Severidade do ensaio:

Nível 2 ( de acordo com a IEC 61000-4-3 (1995-03), N<sup>o</sup> 6).

Faixa de frequência: 26 a 1000 MHz

Intensidade de campo: 3 V/m

Modulação: onda senoidal de 1 kHz, 80% AM.

Variações máximas admissíveis

A diferença entre o resultado de medição devido à perturbação e o resultado de medição sem a perturbação não deve ultrapassar um valor de divisão de verificação (v) ou a célula de carga deve detectar e reagir a uma falha significativa.

Referência à Publicação IEC

A Publicação IEC 61000-4-3 (1995-03), ~~Compatibilidade eletromagnética para medição e equipamento de controle de processo industrial, Parte 3: Exigências de campos eletromagnéticos radiados.~~

A.3.7.8 Ensaio de estabilidade da amplitude da faixa nominal (ver 4.9.3.3) (Não se aplica a células de carga da Classe A ou células de carga satisfazendo às exigências de 4.11)

#### Resumo dos procedimentos de ensaio

Este ensaio consiste na observação das variações da célula de carga nas condições ambientais ~~suficientemente~~ constantes (por exemplo,  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) antes, em vários intervalos de tempo durante, e após a célula de carga ser submetida a ~~qualquer um~~ **todos** dos ensaios contidos neste Anexo A, que se aplicam àquela célula de carga.

A célula de carga deve ser desconectada da rede de alimentação ou da alimentação a bateria, a que estiver sendo usada, duas vezes durante um período de pelo menos 8 horas no decorrer do ensaio. O número de desconexões pode ser aumentado se o fabricante especificar ou a critério do INMETRO, na ausência de qualquer consideração. Para a execução deste ensaio, as instruções de operação do fabricante devem ser consideradas.

A célula de carga deve ser estabilizada nas condições ambientais suficientemente constantes após a ligação durante pelo menos 5 horas, mas pelo menos 16 horas após quaisquer ensaios de temperatura e umidade terem sido realizados.

#### Duração do ensaio (consultar)

O período necessário para realizar todos os ensaios exigidos neste Anexo A mas não exceder 28 dias, o que for menor. Tempo transcorrido entre as medições: Entre  $\frac{1}{2}$  dia e 10 dias, com uma distribuição das medições quase igual em toda a duração total do ensaio.

#### Cargas de ensaio

Uma carga mínima próxima de ou igual à carga morta mínima, a mesma carga de ensaio deve ser usada em todo o ensaio.

Uma carga máxima de 90% a 100% da capacidade máxima, a mesma carga de ensaio deve ser usada em todo o ensaio.

#### Número de medições

Pelo menos 8.

#### Seqüência de ensaio

O equipamento de ensaio e as cargas de ensaio idênticas devem ser usados em todo o ensaio.

Estabilizar todos os fatores nas condições ambientais ~~suficientemente constantes~~ **indicadas**.

Cada conjunto de medições deve consistir no seguinte:

Ensaia a célula de carga aplicando três vezes a carga máxima, voltando a carga mínima após cada aplicação de carga.

Estabilizar a célula de carga em uma carga mínima que seja próxima de ou igual à carga morta mínima.

Ler a saída da carga mínima e aplicar a carga máxima. Ler a saída da carga máxima em um tempo que seja tão próximo quanto possível de acordo com a Tabela 3 em 4.7.4.5, e voltar à carga mínima. Repetir isto mais quatro vezes para as classes de exatidão A e B ou mais duas vezes para as classes de exatidão C e D.

Determinar o resultado de medição da amplitude da faixa nominal que é a diferença na saída entre as saídas médias nas cargas máximas e as saídas médias nas cargas mínimas. Comparar os resultados posteriores com o resultado da medição inicial da amplitude da faixa nominal e determinar o erro.

Registrar os seguintes dados:

- a) data e tempo (absoluto, não relativo),
- b) temperatura,
- c) pressão barométrica,
- d) umidade relativa,
- e) valores da carga de ensaio,
- f) saídas da célula de carga,
- g) erros
- h) E aplicar todas as condições necessárias resultantes das variações de temperatura, pressão, etc., entre as várias medições.

Permitir a recuperação total da célula de carga antes que quaisquer outros ensaios sejam realizados.

#### Variações máximas admissíveis

A variação nos resultados de medição da amplitude da faixa nominal da célula de carga não devem ultrapassar a metade do valor de divisão de verificação da célula de carga ou a metade do valor absoluto do erro máximo admissível na verificação inicial para a carga de ensaio aplicada, a que for maior em qualquer uma das medições.

Quando as diferenças de resultados indicam uma tendência de mais da metade da variação admissível especificada acima, o ensaio deve ser continuado até que a tendência atinja o repouso ou se reverta, ou até que o erro exceda a variação máxima admissível, **observando o limite de 28 dias.**

#### ~~A.4 Lista da seqüência de ensaios~~ (Consultar)

##### ~~A.4.1 Seqüência de ensaio~~

~~A seqüência de ensaio recomendada para cada temperatura de ensaio quando todos os ensaios são realizados na mesma máquina é mostrada na Figura A.1~~

##### ~~A.4.2 Seqüência de ensaio para o retorno do sinal de saída da carga morta mínima~~

A seqüência de ensaio recomendada para cada temperatura de ensaio para o retorno do sinal de saída da carga morta mínima (DR) e os ensaios de fluência quando executados em uma máquina diferente daquela usada para os ensaios de carga é mostrada na Figura A.2:

#### ANEXO

Figura 2. Seqüência de ensaio recomendada para cada temperatura de ensaio, quando todos os ensaios são efetuados na mesma máquina:

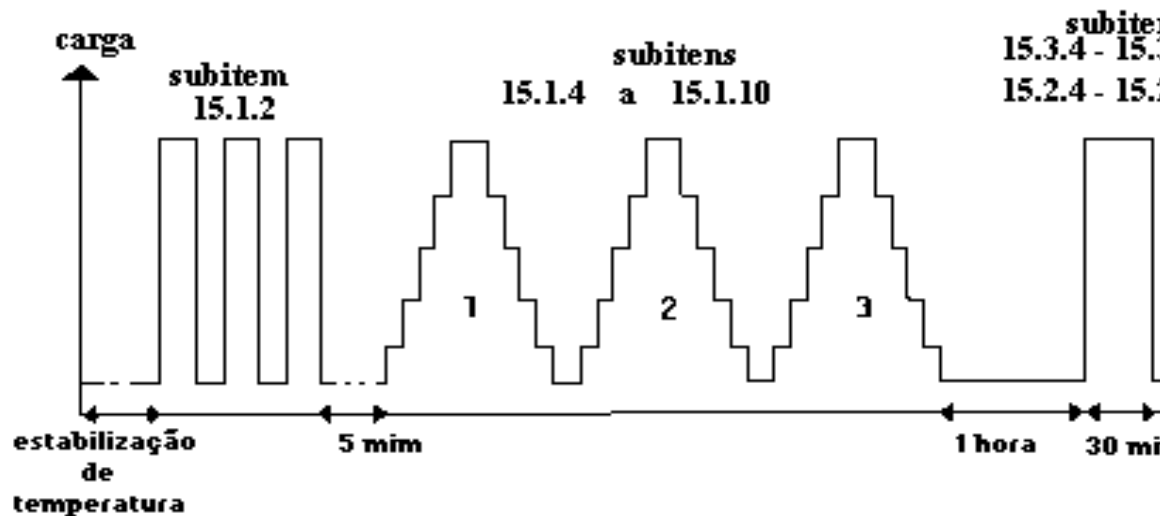
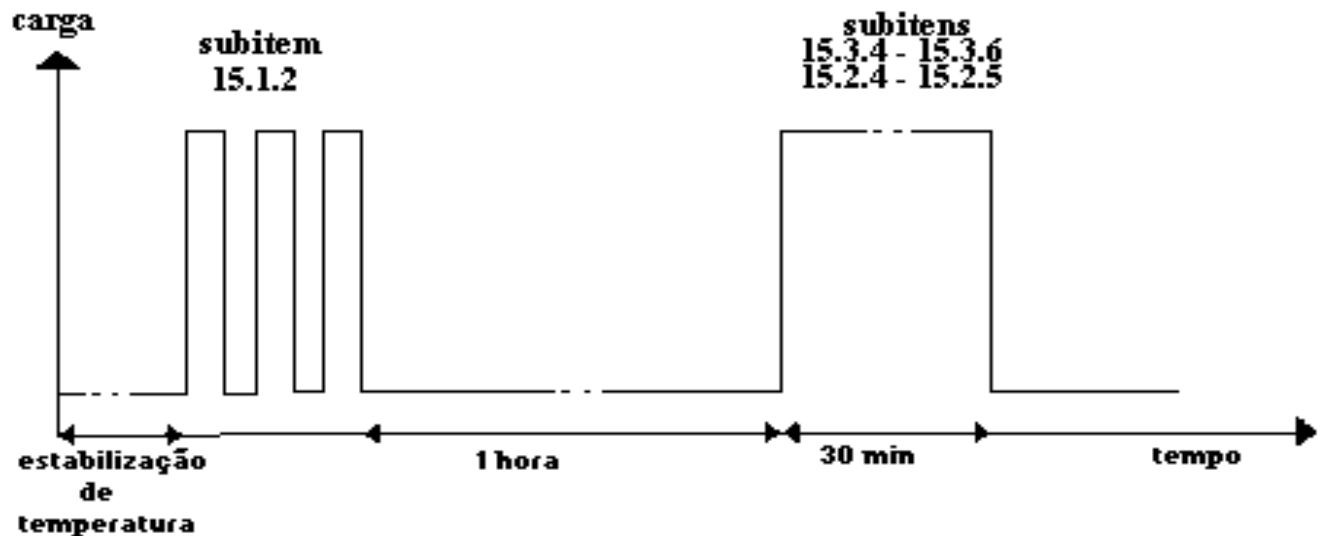


Figura 3. Seqüência de ensaio recomendada para cada temperatura de ensaio, relativa aos ensaios de retorno do sinal de saída na carga morta mínima e de flutuação, quando estes são efetuados em uma máquina diferente daquela dos ensaios de carga.







ANEXO B  
(INFORMATIVO)  
ESCOLHA DA(S) CÉLULA(S) DE CARGA PARA ENSAIO – UM EXEMPLO PRÁTICO

Exemplo prático mostrando o procedimento completo para a escolha de amostras de ensaio dentre uma família de células de carga.

Considere uma família consistindo em três grupos de células de carga, diferindo em classe, número máximo de valores de divisão de verificação  $n_{LC}$  e capacidades máximas  $E_{máx}$ . As capacidades máximas  $E_{máx}$  sobrepõem-se entre os grupos de acordo com o exemplo a seguir:

Grupo 1: Classe C,  $n_{LC}= 6\ 000$ ,  $Y= 18\ 000$ ,  $Z= 6\ 000$

$E_{máx}=50\text{ kg}$ ,  $100\text{ kg}$ ,  $300\text{ kg}$  e  $500\text{ kg}$

Grupo 2: Classe C,  $n_{LC}= 3\ 000$ ,  $Y= 12\ 000$ ,  $Z= 4\ 000$

$E_{máx}=100\text{ kg}$ ,  $300\text{ kg}$ ,  $500\text{ kg}$ ,  $5\ 000\text{ kg}$ ,  $10\text{ t}$ ,  $30\text{ t}$  e  $50\text{ t}$

Grupo 3: Classe B,  $n_{LC}= 10\ 000$ ,  $Y= 25\ 000$ ,  $Z= 10\ 000$

$E_{máx}= 500\text{ kg}$ ,  $1\ 000\text{ kg}$  e  $4\ 000\text{ kg}$

a) Resuma e classifique as células de carga com relação a  $E_{máx}$  e à exatidão como segue:

Classe se $n_{máx}$ Grupo	Y Z	← mais baixo $E_{máx}$ , kg $v_{mín}$ , kg → mais alto									
C3 3000 2	1200 0 4000		100 0,008 3	300 0,025	500 0,042			5000 0,42	1000 0 0,83	3000 0 2,5	5000 0 4,17
C6 6000 1	1800 0 6000	50 0,002 8	100 0,005 5	300 0,016 7	500 0,028						
B10 1000 0 3	2500 0 1000 0				500 0,020	1000 0,040	4000 0,16				

- b) de acordo com 6.3.1.4, escolha as células de carga com as menores capacidades para serem ensaiadas.

Classe se $n_{\max}$ Grupo	Y Z	← mais baixo $E_{\max}$ , kg $v_{\min}$ , kg → mais alto									
C3 3000 2	1200 0 4000		100 0,008 3	300 0,025	500 0,042			5000 0,42	1000 0 0,83	3000 0 2,5	50000 4,17
C6 6000 1	1800 0 6000	50 0,002 8	100 0,005 5	300 0,016 7	500 0,028						
B10 1000 0 3	2500 0 1000 0				500 0,020	1000 0,040	4000 0,16				

Neste exemplo, escolha:

**C6 – 50 kg** (ensaio com avaliação completa exigido)

**B10 – 500 kg** (ensaio com avaliação completa exigido)

Embora a célula de carga C3 – 100kg seja a menor capacidade em seu grupo, sua capacidade localiza-se dentro da faixa de outras células de carga escolhidas tendo características metrológicas melhores. Portanto, não é escolhida.

- c) Começar com o grupo com as melhores características metrológicas (neste exemplo, B10) e de acordo com 6.3.1.5, escolha a maior capacidade a seguir que exceda cinco (5) vezes a capacidade da menor capacidade a seguir já escolhida mas inferior a dez (10) vezes aquela capacidade. No caso de que nenhuma capacidade satisfaça este critério, escolha então a menor capacidade a seguir que seja maior do que dez (10) vezes, quando for o caso. Continue este processo até que todas as capacidades de célula de carga no grupo tenham sido consideradas.

Classe se $n_{\max}$ Grupo	Y Z	← mais baixo $E_{\max}$ , kg $v_{\min}$ , kg → mais alto									
C3 3000 2	1200 0 4000		100 0,008 3	300 0,025	500 0,042			5000 0,42	1000 0 0,83	3000 0 2,5	50000 4,17
C6	1800	50	100	300	500						

6000 1	0 6000	0,002 8	0,005 5	0,016 7	0,028						
B10 1000 0 3	2500 0 1000 0				500 0,020	1000 0,040	4000 0,16				

Neste exemplo, escolha:

**B10 – 400 kg** (ensaio com avaliação completa exigido)

- d) Desloque-se até o grupo com as segundas melhores características (neste exemplo, C6) e, de acordo com 6.3.1.5, escolha a maior capacidade a seguir que ultrapasse cinco (5) vezes a capacidade da menor capacidade já escolhida, mas inferior a dez (10) vezes aquela capacidade. No caso de que nenhuma capacidade satisfaça este critério, escolha então a menor capacidade a seguir que seja maior do que dez (10) vezes, quando for o caso. Continuar este processo até que todas as capacidades de célula de carga no grupo tenham sido consideradas.

Classe se $n_{\max}$ Grupo	Y Z	<div>← mais baixo</div> <div><math>E_{\max}</math>, kg</div> <div><math>v_{\min}</math>, kg</div> <div>→ mais alto</div>									
C3 3000 2	1200 0 4000		100 0,008 3	300 0,025	500 0,042			5000 0,42	1000 0 0,83	3000 0 2,5	50000 4,17
C6 6000 1	1800 0 6000	50 0,002 8	100 0,005 5	300 0,016 7	500 0,028						
B10 1000 0 3	2500 0 1000 0				500 0,020	1000 0,040	4000 0,16				

Neste exemplo, não há variação nas células de carga escolhidas.

As capacidades das células de carga C6 – 300 kg e C6 – 500 kg excederam a capacidade da célula de carga C6 – 50 kg em mais de cinco (5) vezes, mas menos de dez (10) vezes. No entanto, uma célula de carga de 500 kg de características metrológicas melhores já foi escolhida. Portanto, a fim de minimizar o número de células de carga a serem ensaiadas de acordo com 6.3.1.1, nenhuma célula de carga é escolhida.

- e) Novamente, e repetindo este processo até que todos os grupos tenham sido considerados, mova-se para o grupo com as terceiras melhores características (neste exemplo, C3) e de acordo com 6.1.3.5, escolha a próxima capacidade maior que exceda cinco (5) vezes a segunda menor capacidade já escolhida, mas inferior a dez (10) vezes aquela capacidade. No caso de que nenhuma capacidade satisfaça este critério, escolha então a menor capacidade a seguir que seja maior do que dez (10) vezes, quando for o caso. Continuar este processo até que as capacidades de célula de carga no grupo e todos os grupos tenham sido considerados.

Classe se $n_{\text{máx}}$ Grupo	Y Z	← mais baixo $E_{\text{máx}}$ , kg $v_{\text{mín}}$ , kg → mais alto									
C3 3000 2	1200 0 4000		100 0,008 3	300 0,025	500 0,042			5000 0,42	1000 0 0,83	3000 0 2,5	50000 4,17
C6 6000 1	1800 0 6000	50 0,002 8	100 0,005 5	300 0,016 7	500 0,028						
B10 1000 0 3	2500 0 1000 0				500 0,020	1000 0,040	4000 0,16				

Neste exemplo, escolha:

C3 – 30000 kg (ensaio com avaliação completa exigido)

Continuando da capacidade menor até a capacidade maior, a única capacidade de célula de carga que é maior do que cinco (5) vezes a capacidade da célula de carga já escolhida, mas inferior a dez (10) vezes aquela capacidade é a célula de carga C3 – 30000 kg.

Como a capacidade da célula de carga C3 – 50000 kg não excede cinco (5) vezes a capacidade da célula de carga menor escolhida a seguir, que é C3 – 30000 kg, de acordo com 6.3.1.3 está implicado que está aprovada.

- f) Após concluir os passos de b até e, compare as células de carga da mesma capacidade. Marque aquelas com a mais alta classe de exatidão e o  $n_{\text{máx}}$ .

Classe se $n_{\text{máx}}$ Grupo	Y Z	← mais baixo $E_{\text{máx}}$ , kg $v_{\text{mín}}$ , kg → mais alto
---	--------	---

C3 3000 2	1200 0 4000		100 0,008 3	300 0,025	500 0,042			5000 0,42	1000 0 0,83	3000 0 2,5	5000 0 4,17
C6 6000 1	1800 0 6000	50 0,002 8	100 0,005 5	300 0,016 7	500 0,028						
B10 1000 0 3	2500 0 1000 0				500 0,020	1000 0,040	4000 0,16				

Neste exemplo:

As células de carga marcadas são mostradas na porção sombreada da tabela.

Inspecionar os valores de  $v_{\min}$ , Y e Z para todas as células de carga da mesma capacidade.

Se houver qualquer célula de carga de mesma capacidade que tenha um  $v_{\min}$ , ou um Y mais alto do que a célula de carga marcada, aquela célula de carga (ou células ) também deve ser ensaiada no ensaio de avaliação parcial, especificamente a condução do efeito da temperatura adicional sobre a carga morta mínima e sobre os ensaios do efeito da pressão barométrica.

Se houver qualquer célula de carga de mesma capacidade que tenha um Y maior do que a célula de carga escolhida, aquela célula de carga (ou células) também deve ser ensaiada no ensaio de avaliação parcial, especialmente a condução dos ensaios adicionais de DR e de flutuação.

Neste exemplo:

As células de carga marcadas acima também têm as melhores características de  $v_{\min}$  mais baixo, Y mais alto e Z mais alto.

Normalmente este é o caso, mas nem sempre.

- g) Quando for o caso, escolha a célula de carga para o ensaio de umidade de acordo com 6.3.1.6, sendo esta a célula de carga com as melhores características, por exemplo, o maior valor de  $n_{\max}$  ou o valor relativo de  $v_{\min}$  mais baixo.

Neste exemplo:

B10 – 500 kg (ensaio de umidade exigido)

NOTA: As outras células de carga B10 também possuem as mesmas qualificações e são escolhas possíveis. A célula de carga de 500 kg foi escolhida porque ela é a menor das capacidades aplicáveis.

- h) Quando for o caso, escolha a célula de carga para os ensaios adicionais a serem efetuados em células de carga equipadas com partes eletrônicas de acordo com

6.3.1.6, sendo aquela a célula de carga com as melhores características, por exemplo, o maior valor de  $n_{\text{máx}}$  ou o valor relativo de  $v_{\text{mín}}$  mais baixo.

Neste exemplo:

Nenhuma célula de carga na família está equipada com partes eletrônicas.

i) Resumindo, as células de carga escolhidas para o ensaio são:

Ensaio para avaliação completa:

C6 – 50 kg

B10 – 500 kg

B10 – 4000 kg

C3 – 30000 kg

Ensaio para avaliação parcial:

Nenhum é requerido

Ensaio de umidade:

B10 – 500 kg

Ensaio adicionais para as células de carga equipadas com partes eletrônicas:

Não se aplica.

ANEXO C  
(COMPULSÓRIO)  
FORMATO DE RELATÓRIO DE ENSAIO PARA A APROVAÇÃO DE MODELO

## C.1 INTRODUÇÃO

C.1.1 O objetivo deste documento é prover um formato padrão para a apresentação dos resultados dos ensaios obtidos ao se avaliar uma célula de carga em conformidade com os procedimentos de ensaio descritos **neste Regulamento**.

~~Segundo a Recomendação Internacional R 60 da OIML, o uso deste formato de relatório de ensaio é compulsório.~~

C.1.2 Alguns dos ensaios podem ter que ser repetidos várias vezes e relatados usando várias folhas idênticas; portanto, as páginas do relatório devem ser numeradas no espaço fornecido no topo de cada página, complementado pela indicação do número total de páginas.

## C.2 PROCEDIMENTOS DE CÁLCULO

C.2.1 **No ensaio e na avaliação de células de carga para aprovação de modelo, reconhece-se que a aparelhagem e as práticas de ensaio usadas pelos laboratórios serão diferentes. A OIML R 60 permite estas variações e ainda provê um método para ensaiar, anotar e calcular os resultados que são imediatamente compreensíveis por outras partes conhecedoras revendo os dados.**

**A fim de atingir esta facilidade de comparação é necessário que aquelas pessoas que efetuam os ensaios usem um sistema comum para anotar dados e calcular resultados.**

**Assim, é essencial que os procedimentos de cálculo abaixo sejam acompanhados e seguidos à risca na conclusão deste relatório de ensaio. (DUVIDAS PARA SEREM TIRADAS PELOS ESPECIALISTAS DO PARAGRAFO ACIMA)**

### C.2.2 Erros das células de carga ( $E_L$ )

C.2.2.1 Completar a Tabela D.1 (~~pág.11~~) para cada temperatura de ensaio, calcular as médias e anotar na coluna do lado direito da Tabela D.1. Quando forem necessárias mais de três séries, usar uma outra folha e renumerar as séries 1, 2 e 3 para 4 e 5, etc.

C.2.2.2. Determinar o fator f. Este fator é o número de unidades indicadas por valor de divisão de verificação (v) e é usado para converter todas “as unidades indicadas” para “v”, e é determinado a partir das médias dos dados dos ensaios das cargas crescentes na temperatura nominal inicial de ensaio de 20° C.

C.2.2.3. Se uma carga de ensaio correspondente a 75% da faixa de medição para a célula de carga sob ensaio (isto é, 2 250 divisões para uma célula de carga com 3 000 divisões, que é  $D_{\min}$  mais 75% da diferença entre  $D_{\max}$  e  $D_{\min}$ ) não for incluída nas células de ensaio usadas na Tabela D.1, interpolar entre os valores superior e inferior adjacentes das médias de todas as três séries de ensaio e anotar na Tabela D.2. (Ver 5.2.2) (~~ver o item 4.7.4.2 deste Regulamento~~).

C.2.2.4. Calcular a diferença entre a indicação média nas séries de ensaio de carga crescente em 75% da diferença entre  $D_{\max}$  e  $D_{\min}$ , e dividir o resultado (até 5 algarismos significativos) pelo número de valores de divisão de verificação (75% $n$ ) para aquela carga para obter o fator (f) e anotar nas tabelas que seguem.

$$f = [\text{indicação em 75\% de } (D_{\max} - D_{\min}) - \text{indicação em } D_{\min}] / (0,75 \cdot n)$$

C.2.2.5. Dar entrada nos valores ~~das indicações médias~~ dos ensaios nas temperaturas que seguem o ensaio inicial em uma temperatura nominal de 20° C, na Tabela D.2. Ao anotar estes dados, registrar uma indicação “sem carga de ensaio” como “0”. Isto pode exigir a subtração de “sem indicação de carga” da “indicação de carga de ensaio”, de modo que a 1ª entrada na coluna é “0”. Estes “0s” foram pré-impressos no formulário para esclarecer que uma condição de carga estática é anotada como “0”. **(DUVIDAS PARA SEREM TIRADAS PELOS ESPECIALISTAS DO PARAGRAFO ACIMA)**



**C.2.2.6.** Calcular a indicação de referência convertendo a carga líquida de ensaio em unidades de massa para “v” unidades, multiplicando pelo fator **de conversão** f para cada carga de ensaio e anotando na 2ª coluna na Tabela D.2.

$$R_i = [(carga \text{ de ensaio} - D_{\min}) / (D_{\max} - D_{\min})] \cdot n \cdot f$$

$$f = \text{unidades} / v$$

**C.2.2.7** Na Tabela D.2, calcular a diferença entre a indicação média do ensaio e a indicação da referência para cada carga de ensaio, em cada temperatura de ensaio, e dividir pelo f para obter o erro **E<sub>L</sub>**, para cada carga de ensaio em termos de v.

$$E_L = (\text{indicação média do ensaio} - \text{indicação de referência}) / f$$

**C.2.2.8.** Comparar E<sub>L</sub> com o erro máximo admissível correspondente **ema** para cada carga de ensaio.

### **C.2.3** Erro de repetitividade (E<sub>R</sub>)

**C.2.3.1.** Baseado nos dados apurados em D.1, dar entradas destas indicações dos ensaios na Tabela D.3.

**C.2.3.2.** Calcular a diferença máxima entre as indicações do ensaio no formulário D.1 e dividir por f para obter o erro de repetitividade em termos de v.

$$E_R = (\text{indicação máxima} - \text{indicação mínima}) / f.$$

**C.2.3.3.** Comparar E<sub>R</sub> com o valor absoluto do **ema** correspondente para cada carga de ensaio.

### **C.2.4** Efeitos da temperatura sobre o sinal de saída da carga morta mínima -MDLO (C<sub>M</sub>)

**C.2.4.1.** Dar entrada, na Tabela D.4, da indicação média para a carga mínima inicial de ensaio, D<sub>min</sub>, para cada temperatura de ensaio da Tabela D.1.

**C.2.4.2.** Calcular a diferença entre as indicações médias dos ensaios para cada temperatura em sequência, e dividir por f para obter a variação em termos de “v”.

$$C_M = (\text{indicação em } T_2 - \text{indicação em } T_1) / f.$$

**C.2.4.3.** Dividir C<sub>M</sub> por (T<sub>2</sub> - T<sub>1</sub>) e multiplicar o resultado por 5 classes B, C e D ou por 2 para classe A. Para determinar a variação em “v” por 5<sup>0</sup> C para as Classes B, C e D ou 2<sup>0</sup> C para a Classe A.

**C.2.4.4.** Multiplicar [(D<sub>máx</sub> - D<sub>mín</sub>) / n] / v<sub>mín</sub> para o resultado final pelo número de v<sub>mín</sub> por 5<sup>0</sup> C para as Classes B, C e D ou 2<sup>0</sup> C para a Classe A. Este resultado não deve exceder P<sub>LC</sub>

$$P_{LC} \leq [(D_{\max} - D_{\min}) / n] / v_{\min}$$

~~**C.2.4.5.** Este resultado não deve exceder 0,7.~~

### **C.2.5** Fluência e retorno do sinal de saída da carga morta mínima - (DR)

C<sub>C</sub> = fluência, expresso em termos do valor de divisão de verificação, v

C<sub>DR</sub> = DR, expresso em termos do valor de divisão de verificação, v

**C.2.5.1** A partir das indicações dos ensaios registrados na Tabela D.5, calcular a maior diferença entre a indicação inicial obtida na carga de ensaio após o período de estabilização e qualquer indicação obtida durante o período de ensaio de 30 minutos e dividir por  $f$  ( $f$  deve ser recalculado se  $D_{\max}$  ou  $D_{\min}$  para este ensaio diferirem daqueles no ensaio de carga usando o procedimento do parágrafo 2 do procedimento do Erro da Célula de Carga C.2.2) para obter o erro de fluência em termos de "v".

$$C_C = (\text{indicação} - \text{indicação inicial}) / f.$$

**C.2.5.2**  $C_C$  não deve exceder 0,7 vezes do valor absoluto do **ema** para a carga de ensaio.

**C.2.5.3.** Calcular a diferença entre as indicações do ensaio obtidas em 20 min e 30 min após a aplicação da carga inicial e dividir por  $f$  para obter o erro de fluência,  $C_C$  (30 - 20) ,em termos de "v".

$$C_C (30 - 20) = (\text{indicação do ensaio em 30 min} - \text{indicação do ensaio em 20 min})/f$$

**C.2.5.4.**  $C_C$  (30 - 20) não deve exceder 0,15 vezes do valor absoluto do mpe para a carga de ensaio.

**C.2.5.5.** Calcular a diferença entre a indicação do ensaio na carga mínima antes e após o ensaio de fluência e dividir por  $f$  para obter o erro de retorno do sinal de saída na carga morta mínima em termos de "v".

$$C_{DR} = [(\text{indicação na carga mínima})_2 - (\text{indicação na carga mínima})_1]/f$$

**C.2.5.6.** Se o tempo especificado de acordo com a Tabela 6 tenha sido satisfeito, o valor de  $C_{DR}$  não deve exceder 0,5 v. Se o tempo especificado tiver sido ultrapassado, mas não excedido entre 100 % e 150%, então  $C_{DR}$  não deve exceder 0,5 (1- (x-1)) em unidades de "v", onde x = tempo real / tempo especificado.

**C.2.5.7.** Atender o regulamento técnico relativo a instrumentos de pesagem não automáticos que exige que os cálculos envolvendo o valor do retorno do sinal de saída da célula de carga mínima, DR, sejam realizados. Enquanto que  $C_{DR}$  expressa o retorno do sinal de saída da célula de carga mínima em termos de "v", o valor de DR é expresso em unidades de massa (g, kg, t)

**C.2.5.8** Calcular o valor do retorno do sinal de saída da célula de carga morta mínima DR como segue:

$$DR = (E_{\max} \times C_{DR}) / n_{\max}$$

**C.2.5.9.** O valor de DR não deve exceder 0,5 v, expresso em unidades de massa.

**C.2.5.10.** Não obstante o valor real do fator  $p_{LC}$ , para esta exigência o erro máximo admissível (**ema**) deve ser determinado a partir da Tabela 5 usando o fator  $p_{LC} = 0,7$ .

**C.2.6** Efeitos da pressão barométrica \*1 ( $C_P$ )

**C.2.6.1.** A partir das indicações ~~des ensaios~~ anotadas na Tabela D.6, calcular a diferença entre as indicações para cada pressão e dividir por  $f$  para obter a variação,  $C_P$ , em termos de "v".

$$C_P = (\text{indicação } P_2 - \text{indicação } P_1)/f$$

**C.2.6.2.** Dividir por  $(P_2 - P_1)$  para determinar a variação em "v" por kPa.

**C.2.6.3.** Multiplicar o resultado por  $[(D_{\max} - D_{\min})/n]v_{\min}$  (conforme especificação do fabricante) para obter o resultado em termos de  $v_{\min}$  / kPa.

**C.2.6.4.** O resultado não deve exceder 1.

\*1- Este ensaio pode não ser necessário dependendo do projeto da célula de carga.

**C.2.7** Efeitos da umidade\*<sup>2</sup> (CH ou sem marcação)

**C.2.7.1.** A partir das indicações dos ensaios anotadas na Tabela D.7, calcular a diferença entre as indicações iniciais para a carga mínima antes e após o ensaio de calor úmido e dividir por f (f deve ser recalculado se  $D_{máx}$  ou  $D_{mín}$  para este ensaio diferirem daqueles no ensaio da carga, **C.2.2**) para obter a variação,  $C_{Hmín}$ , em termos de "v".

$$C_{Hmín} = (\text{indicação na carga mínima}_{\text{após}} - \text{indicação na carga mínima}_{\text{antes}}) / f$$

**C.2.7.2.**  $C_{Hmín}$  não deve exceder 0,04  $n_{máx}$ .

**C.2.7.3.** Calcular as indicações médias em  $D_{mín}$  e  $D_{máx}$  (ver 5.5.3.1 e A.4.5.5) para o número exigido de indicações dos ensaios, antes e após o ensaio de calor úmido. Subtrair a indicação de  $D_{mín}$  média da indicação  $D_{máx}$  média para cada ensaio e depois calcular a diferença entre os resultados antes e após o ensaio do calor úmido. Dividir a diferença por f para obter a variação,  $C_{Hmáx}$ , em termos de "v".

$$C_{Hmáx} = [(\text{indicação em } D_{máx} - \text{indicação em } D_{mín})_{\text{após}} - (\text{indicação em } D_{máx} - \text{indicação em } D_{mín})_{\text{antes}}] / f.$$

**C.2.7.4.**  $C_{Hmáx}$  não deve exceder 1 v.

\*2 - Este ensaio pode não ser necessário se a célula de carga estiver marcada com NH ou SH.

**C.2.8** Efeitos da umidade\*<sup>3</sup> (SH)

Anotar os erros do ensaio da carga nas diferentes temperaturas e condições de umidade usando os formulários D.1, depois resumir na Tabela D.8 utilizando o procedimento contido em "Erros da célula de carga", C.2.2, acima, de uma maneira similar àquela usada para a preparação da Tabela D.2.

~~Este ensaio não é necessário se a célula de carga estiver marcada com NH ou CH ou não apresentar nenhuma marcação de ensaio de umidade.~~

**C.3** Ensaio adicionais para as células de carga equipadas com partes eletrônicas

Tempo de aquecimento

1. Dar entrada dos dados no Formulário D.11.
2. A amplitude da faixa nominal é o resultado da subtração da indicação na carga mínima da indicação na carga máxima.
3. Variação é a diferença entre a amplitude da faixa nominal e a amplitude da faixa nominal da série inicial.

Variação da tensão de alimentação

1. Executar os ensaios de carga e anotar os resultados utilizando os formulários D.12.
2. Calcular as indicações de referência de acordo com os procedimentos de cálculo dos Erros da Célula de Carga C.2.2.
3. Resumir os resultados utilizando o formulário D.12.

## Reduções da tensão de alimentação para períodos breves

1. Dar entrada dos dados no formulário D.13.
2. Calcular a diferença  
((Indicação com perturbação – Indicação sem perturbação – (em unidades)/ fator f
3. Indicar os resultados no formulário D.13.

## Transiente

1. Dar entrada dos dados nos formulários D.14.1 e D.14.2.
2. Calcular a diferença que é: (indicação em unidades - indicação sem perturbação em unidades) / fator f
3. Indicar os dados no formulários D.14.1 e D.14.2.

## Descarga eletrostática

1. Dar entrada dos dados nos formulários D.15.1 e D.15.2.
2. Calcular a diferença que é: (indicação em unidades - indicação sem perturbação em unidades) / fator f
3. Indicar os resultados nos formulários D.15.1 e D.15.2.
4. Fornecer as informações dos pontos de ensaio no formulário D.15.3.

## Susceptibilidade eletromagnética

1. Dar entrada dos dados no formulário D.16.1.
2. Calcular a diferença que é: (indicação em unidades - indicação sem perturbação em unidades) / fator f
3. Indicar os resultados no formulário D.16.1.
4. Fornecer as informações dos pontos de ensaio no formulário D.16.2.

## Ensaio de estabilidade da amplitude da faixa nominal

1. Dar entrada dos dados nos formulários D.17.1.1
2. Calcular as médias e anotar nos formulários D.17.1.1
3. Resumir os resultados no formulário D.17.2

## Notas Gerais

1. A hora absoluta (não relativa) deve ser registrada.
2. Os cálculos feitos não incluem a aplicação do item 5.2.1 da R-60. Para assegurar que estas exigências sejam satisfeitas, os cálculos devem ser realizados usando-se valores de n mais baixos do que o  $n_{\text{máx}}$  especificado.
3. Deve ser suficiente realizar os cálculos com:

$$n = n_{\text{máx}} - 500 \text{ e } n = n_{\text{máx}} - 1000 \text{ (desde que } 500 < n \text{).}$$

~~4. A execução desta verificação não deve ser difícil, pois os cálculos devem, com toda probabilidade, ser automatizados.~~

4. Verificar para certificar-se que  $v_{\min} \leq v$  e  $v_{\min} \leq (D_{\max} - D_{\min})/n$ .

5. Checar os cálculos não somente em  $n_{\max}$  mas também (aplicando-se o item 5.2.1 da R 60):

$$n_{\max} - 500$$

$$n_{\max} - 1000$$

6. Indicar o resultado na parte do Resumo de Ensaio do relatório de ensaio.

7. O laboratório de ensaio pode submeter quaisquer gráficos ou diagramas que mostrem os resultados de ensaio nas páginas seguintes deste relatório.

8. Ao reportar os valores para os dados individuais do ensaio, os dados devem ser truncados em dois algarismos significativos à direita da casa decimal e reportado em valores de divisão de verificação da célula de carga "v".

## FORMATO DO RELATÓRIO DE ENSAIO PARA A AVALIAÇÃO DE CÉLULAS DE CARGA.

Anexo C para a Recomendação Internacional R60 da OIML

Regulamento metrológico para as células de carga.

NOTA: Este anexo tem caráter informativo com relação à implementação da Recomendação R60 nos regulamentos nacionais; no entanto, a utilização do formato do relatório de ensaio é compulsória para a aplicação da Recomendação dentro do Sistema de Certificação da OIML.

Autoridade executora do ensaio:

Nome: .....

Endereço: .....

Informação para contato: .....

Informação referente ao requerente/ fabricante:

Solicitação N° : .....

Data da solicitação : .....

Designação do modelo : .....

Fabricante : .....

Endereço : .....

Requerente: .....

Endereço : .....

Representante : .....

(nome, telefone) : .....

Informação referente ao modelo:

Categoria do instrumento : célula de carga. Documentação N°: .....

Classe de exatidão : ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D

Número máximo de valores de divisão de células de carga ( $n_{\text{máx}}$ ) : .....

Direção do carregamento : ☐ tensão ☐ cisalhamento

☐ compressão ☐ torção

☐ universal

Limite de carga seguro (Lim): ..... Fator  $p_{LC}$ : .....

Limites de temperatura de trabalho (somente para temperaturas especiais, ver o item 5.5.1.1 da R 60):

Superior: ..... ° C ☐ Outro: ..... ° C

Inferior : ☐ - 10° C ☐ Outro: ..... ° C

Símbolo do ensaio de umidade (NH) : ☐ Sim ☐ Não

(SH) : ☐ Sim ☐ Não

(CH ou sem marca) : ☐ Sim ☐ Não

Excitação da célula de carga : Máx: .....V<sub>AC</sub> ☐ V<sub>DC</sub> ☐ Recomendado: ☐ AC ☐ DC

Célula de carga eletrônica : ☐ Sim ☐ Não

Informação referente ao modelo (cont.)

Solicitação N° : .....

Outras condições que devem ser observadas para obter o desempenho especificado (por exemplo: características elétricas da célula de carga).

Especificar:

.....  
 .....  
 .....

Vários projetos dentro da faixa de modelo:

Capacidade máxima ( $E_{\text{máx}}$ )-Valor de divisão de verificação mínimo da célula de carga ( $v_{\text{mín}}$ )-  
 Carga morta mínima ( $E_{\text{mín}}$ ):

Capacidade máxima (kg ou t)	$v_{\text{mín}}$ (kg ou t)	$E_{\text{mín}}$ (kg ou t)	$n_{\text{máx}}$

Todos os valores nesta tabela são tirados da documentação, página (s).....

As informações sobre DR exigidas somente quando for necessário.

Célula(s) de carga ensaiada(s):

Designação do modelo	Número de série	$E_{\text{máx}}$

Equipamento secundário (especificar adaptadores de carga, etc.):

.....  
 .....  
 .....

Observações:

.....  
 .....  
 .....

Informação geral referente às condições de ensaio (item A.2 da R 60)

Solicitação N°: .....

Modelo de célula de carga: ..... E<sub>máx</sub>: ..... N° de Série: .....

N<sub>máx</sub>: ..... p<sub>LC</sub>: ..... V<sub>mín</sub>: ..... Valor de DR (quando for o caso): .....

Sistema gerador de força - Descrição<sup>4</sup>: .....

..

..

Carga mínima para ensaio: .....

Instrumento de leitura - Descrição: .....

..

..

..

Equipamento ambiental - Descrição: .....

..

..

..

Temperatura: .....

..

Umidade:.....

..

Pressão barométrica: .....

..

Local de ensaio: .....

..

Aceleração da gravidade no local de ensaio:.....m/s<sup>2</sup>

..

..

Data: .....

Técnico executor: .....

---

4 - Incluir informação referente à rastreabilidade da exatidão (por exemplo: laboratório credenciado).



## Resumo do ensaio

Solicitação N°: .....

Modelo da célula de carga: .....

N° de série: .....

 $E_{\text{máx}}$ : .....  $n_{\text{máx}}$ : ..... $V_{\text{mín}}$ : ..... DR: .....Máquina de ensaio: .....  $p_{\text{LC}}$ : .....

Instrumento: .....

Técnico executor: .....

Nº	Descrição do ensaio	apro vada	reprova da	Observações
C.2	Erros nas células de carga ( $E_L$ )			
C.3	Erros de repetitividade ( $E_R$ )			
C.4	Efeitos da temperatura no MDLO ( $C_M$ )			
C.5	Ensaio de fluência ( $C_C$ )			
C.5	Ensaio de DR ( $C_{DR}$ )			(*) DR =
C.6	Efeitos da pressão barométrica ( $C_P$ )			
C.7	Efeitos da umidade ( $C_{H\text{mín}}$ )			
C.7	Efeitos da umidade ( $C_{H\text{máx}}$ )			
C.8	Erros devido aos efeitos da umidade (SH) nos ensaios de carga			
C.9	Exigências de marcações			
C.10	Ensaos especiais para células de carga equipadas com partes eletrônicas			
C.11	Tempo de aquecimento			
C.12	Variações da tensão de alimentação			
C.13	Reduções de tensão em tempos curtos			
C.14	Transientes			
C.15	Descarga eletrostática			
C.16	Susceptibilidade eletromagnética			
C.17	Teste de estabilidade da amplitude da faixa nominal			

NOTA: Colocar “NA” para o ensaio quando não for aplicável.

(\*) Anotar o erro para estar em conformidade com a OIML R 76.

A tabela a seguir verifica os cálculos exigidos como provisão das Notas Gerais do Anexo C da R 60.

Nº	Descrição do ensaio	$n_{\text{máx}}$ ( )		$n_{\text{máx}} - 500$ ( )		$n_{\text{máx}} - 1000$ ( )	
		+	-	+	-	+	-
C.2							
<b>Verifique se</b>	$v_{\text{mín}} \leq \frac{D_{\text{máx}} - D_{\text{mín}}}{n}$						

O algarismo do pior caso para o erro do retorno do sinal de saída da carga morta mínima (DR) em unidades de massa = DR =

NOTA: Este valor de DR é emitido em associação com a R 76 da OIML.

Formulário C.1(3) Dados do ensaio da carga( $E_L$ ) (Usar uma folha para cada temperatura de ensaio em R 60: A.3.1 a A.3.1.9, uma folha para cada ensaio de umidade (SH) em R 60: A.3.6 e, quando aplicável, uma folha para cada tensão de alimentação eletrônica em R 60: A.3.7.3)

Solicitação N.º: .....

Modelo da célula de carga:.....  $E_{\text{máx}}$ : .....  $n_{\text{máx}}$ :

N° de série: .....  $v_{\min}$ : .....  $p_{LC}$ : ..... DR: .....

Máquina de ensaio: ..... Instrumento: .....

	Inicial	Final	
Data			
Temperatura de ensaio			°C
Umidade			% RH
Pressão barométrica			kPa
Temperatura do indicador			°C

Tensão de alimentação eletrônica : ..... V (quando aplicável)

Tabela C.1

[illegible]

NOTA: Tempo absoluto (não relativo) deve ser registrado.

Data do ensaio: .....

Técnico executor:.....

Formulário C.1(5) Dados do ensaio da carga ( $E_L$ ) (R 60, A.3.1 – usar uma folha para cada temperatura de ensaio ou, quando aplicável, uma folha para cada tensão de alimentação eletrônica) Referência a R 60: A.3.1 a A.3.1.9.

Solicitação N°: .....

Modelo da célula de carga: .....  $E_{\text{máx.}}$  .....  $E_{\text{máx.}}$  .....  $\eta_{\text{máx.}}$  .....  
 $V_{\text{mín.}}$  .....  $p_{\text{LC.}}$  .....

Máquina de ensaio: ..... Instrumento: .....  
DR: .....

	Inicial	Final	
Data			
Temperatura de ensaio			°C
Umidade			% RH
Pressão barométrica			kPa
Temperatura do indicador			°C

Tensão de alimentação eletrônica (quando aplicável): \_\_\_\_\_ V

Tabela C.1

[illegible]

NOTA: O tempo absoluto (não o relativo) deve ser anotado.

Data: .....

Técnico executor: .....



Formulário C.3 Cálculo do Erro de repetitividade ( $E_R$ ) (R 60,5.4) Referência a R 60: A.3.1.2 e A.3.1.4 até A.3.1.15.

Solicitação N°: .....Modelo de célula de carga: .....

N° de série: ..... E<sub>max</sub>: ..... n<sub>max</sub>: ..... p<sub>LC</sub>: ..... DR: .....

Máquina de ensaio: ..... Instrumento: .....

Fator ( $f$ ): .....

Tabela C.3

[illegible]

APROVADO [ ]

REPROVADO [ ]

NOTA: Erro: a diferença máxima entre as três indicações (unidades) do ensaio dividida pelo fator ( $f$ ).

Data: .....

Técnico executor: .....

Formulário C. 4 Cálculo dos efeitos da temperatura sobre o MDLO ( $C_M$ ) (R 60, 5.5.1.3) Referência a R 60: A.3.1.4, A.3.1.5 até A.3.1.10 e A.3.1.15

Solicitação N°: ..... Modelo da célula de carga: .....

N° de série: .....  $E_{máx.}$ : .....  $n_{máx.}$ : .....  $v_{mín.}$ : .....  $p_{LC}$ : .....

Máquina de ensaio: ..... Instrumento: .....

Fator ( $f$ ): .....

Tabela D.4

Temperatura (°C)	Indicação (unidades)	Variação ( $C_M$ ) (v)	Variação ( $v_{mín.}$ / ..... °C)	Mpc ( $v_{mín.}$ / ..... °C)
		—	—	—
				$p_{LC}$
				$p_{LC}$
				$p_{LC}$

APROVADO [ ]

REPROVADO [ ]

NOTAS:

1. MDLO: saída mínima na carga morta.
2. Indicação (unidades): a indicação média da carga mínima inicial obtida na Tabela C.1.
3. mpc (variação máxima admissível): ( $v_{mín.}$  / 5 °C) para as classes B, C e D; ( $v_{mín.}$  / 2 °C) para a classe A. \*
4. Variação (v): a diferença entre as indicações observadas (unidades) e as indicações (unidades) na temperatura anterior dividida pelo fator ( $f$ ).

Data: .....

Técnico executor: .....

\* Representa um critério de aceitação.

Formulário C. 5 Ensaio de fluência ( $C_c$ ) (R 60, A.3.2 e 5.3.1) e Ensaio do DR ( $C_{DR}$ ) (R 60, A.3.3 e 5) (usar uma folha para cada temperatura de ensaio)

Solicitação N°: ..... Modelo da célula de carga: .....

N° de série: .....  $E_{máx}$ : .....  $n_{máx}$ : .....  $v_{mín}$ : .....  $p_{LC}$ : .....

Máquina de ensaio: ..... Instrumento: .....

Fator ( $f$ ): .....

	Inicial	Final	
Data			
Temperatura de ensaio			°C
Umidade			% RH
Pressão barométrica			kPa
Temperatura do indicador			°C

Tabela C.5

carga ensaiada (kg)	Indicação (unidades)	Pressão Barométrica	Tempo	Variação (v)	Mpc (v)
0					
Carga máxima					
0					
Carga máxima					
0					
Carga máxima					Aguardar 1 hora
0					
					30 min
0					
*0					
<b>Tempo de</b>	registro da carga	Inicial			
**					
Tempo de	registro da descarga	Inicial			
*** 0					
0					
0					
0					
0					
0					

Diferença de fluência no intervalo de 20 a 30 minutos em unidades:

NOTAS: 1. DR: retorno do sinal de saída da carga morta mínima.

2. mpc (variação máxima admissível) para a fluência: as indicações observadas menos a indicação (\*\*) inicial da "carga" dividida pelo fator ( $f$ ).

3. Determinar a diferença da indicação entre 20min e 30min (ver R 60, 5.3.1).

4. mpc (variação máxima admissível) para o DR: a indicação inicial (\*\*\*) menos a indicação (\*) inicial "sem carga" dividida pelo fator ( $f$ ).

5. Tempos absolutos (não relativos) devem ser registrados.

DR(v): Tempo real (s): Tempo especificado (s): Mpc para MDLOR (v):	
---	--

Fluência em 30 minutos: APROVADO ☐ REPROVADO ☐  
Diferença de fluência em 20 – 30 minutos: APROVADO ☐ REPROVADO ☐  
DR < 0,5 : APROVADO ☐ REPROVADO ☐  
MDLOR dentro das exigências de DR: APROVADO ☐ REPROVADO ☐

Data: ..... Técnico executor: .....



Formulário C.6 Efeitos da pressão barométrica ( $C_p$ ) (R 60, A.3.4 e 5.5.2)

Solicitação N°: ..... Modelo da célula de carga: .....

N° de série: .....  $E_{\max}$ : .....  $n_{\max}$ : .....  $v_{\min}$ : .....  $p_{LC}$ : .....

Máquina de ensaio: ..... Instrumento: .....

Fator ( $f$ ): ..... DR: .....

	Inicial	Final	
Data			
Temperatura de ensaio			°C
Umidade			% RH
Pressão barométrica			kPa
Temperatura do indicador			°C

Tabela .6

Pressão (kPa)	Indicação (unidades)	Tempo	Variação (v)	Variação ( $v_{\min}$ /kPa)	mpc ( $v_{\min}$ /kPa)
			0	0	0
					1
					1
					1
					1

APROVADO [ ] REPROVADO [ ]

## NOTAS:

1. mpc (variação máxima admissível): a diferença entre a indicação observada (unidades) e a indicação inicial (unidades) dividida pelo fator ( $f$ ).
2. Embora o subitem A.4.4 da R 60 especifique uma variação de somente 1 kPa para este ensaio, podem ser feitas medidas extras.
3. Tempos absolutos (não relativos) devem ser registrados.

## OBSERVAÇÕES:

Data: .....

Técnico executor: .....

Formulário C.7 Efeitos da umidade ( $C_{Hmin}$  e  $C_{Hmax}$ ) (Referência R 60, 5.5.3.1 e A.3.5)

Solicitação N°: ..... Modelo da célula de carga: .....

N° de série: .....  $E_{max}$ : .....  $n_{max}$ : .....  $v_{min}$ : .....  $p_{LC}$ : .....

Máquina de ensaio: ..... Instrumento: .....

Fator ( $f$ ): ..... DR: .....

Temperatura da câmara (baixa): ..... Umidade: .....

	Inicial	Final	
Data			
Temperatura de ensaio			°C
Umidade			% RH
Pressão barométrica			kPa
Temperatura do indicador			°C

Condições durante o ensaio de calor úmido cíclico

Temperatura da câmara (alta): ..... Umidade: .....

Tabela C.7

Carga ensaiada (kg)	Antes do ensaio de umidade		Após o ensaio de umidade		Variação (v)	mpc (v)
	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo		
0						
0						
0						
0						
0 *						
**						
0 *						
**						
0 *						
**						
0 *						
Média *						
Média **						
Média ***						

Média \* dos zeros.

Média \*\* das cargas (ver NOTA 3 abaixo) Média \*\*\* ver a R 60, 5.5.3.1.

Variação (\*),  $C_{Hmin}$ : APROVADO [ ] REPROVADO: [ ] Variação (\*),  $C_{Hmax}$ : APROVADO [ ] REPROVADO[ ]

## Notas:

1. Este ensaio não é necessário se a célula de carga estiver marcada com NH ou SH.
2. mpc (variação máxima admissível): a diferença entre a indicação posterior (unidades) e a indicação anterior (unidades) dividida pelo fator ( $f$ ).
3. Usar cinco (5) séries de ensaio para as Classes A e B; usar três (3) séries de ensaio para as Classes C e D.

4. Tempo absoluto (não relativo) deve ser anotado.

Data: .....

Técnico executor: .....

Formulário C.8 Efeitos da umidade (SH) nos resultados (Referência R 60, 5.5.3.2 e A.3.6)

Solicitação N°: ..... Modelo da célula de carga: .....

N° de série: ..... E<sub>máx</sub>: ..... n<sub>máx</sub>: ..... v<sub>mín</sub>: ..... p<sub>LC</sub>: .....

Máquina de ensaio: ..... Instrumento: .....

Fator ( $f$ ): ..... DR: .....

Técnico executor: .....

Data: .....

	Início	Fim	
Data			
Período de condicionamento			
Temperatura de referência			°C
Alta temperatura			°C
Umidade de referência			% RH
Alta umidade			% RH

Página do ensaio de carga antes do ensaio de umidade:

Página do ensaio durante o ensaio de umidade:

Página do ensaio depois do ensaio de umidade: \_\_\_\_\_

RESUMO DOS ERROS DOS ENSAIOS DE CARGA: (usar o Formulário C.1 para registrar os resultados individuais do ensaio)

Tabela C.8

[illegible]

APROVADO: [ ]

REPROVADO: [ ]

NOTAS:

- 1) Indicações de referência/carga: se no ponto de 75% da carga não for obtida, usa-se a interpolação de uma reta entre a indicação do ponto de carga adjacente mais elevado e o mais baixo. (Ver a R 60, 5.2.2 e os procedimentos de cálculo neste Anexo)
- 2) Erro: diferença entre a indicação do ensaio (unidades) e a indicação de referência (unidades)/fator f.
- 3) Valores da carga de ensaio são valores acima da Carga Mínima.

## Formulário C.9 Exigências de marcação (R 60, 4.7)

Solicitação N°: ..... Modelo da célula de carga: .....  
 N° de série: .....  $E_{\text{máx}}$ : .....  $n_{\text{máx}}$ : .....  $V_{\text{mín}}$ : .....  $p_{LC}$ : .....

Tabela C.9.1

Subitem deste Regulamento	Informação a ser marcada	na célula	no documento
4.6.1	Classe de exatidão		
4.6.2	N° máximo de valores de divisão		
4.6.3	Sentido indicado do carregamento (se necessário)		
4.6.4	Limites especiais de temperatura		
4.6.5.1	Símbolo "NH"		
4.6.5.2	Símbolo "SH"		
4.6.6 e 4.7	Nome e endereço do fabricante	(*)	(*)
4.6.6 e 4.7	Designação (modelo) do fabricante	(*)	(*)
4.6.6 e 4.7	Número de série	(*)	(*)
4.6.6	Ano de fabricação		
4.6.6	Carga morta mínima		
4.6.6 e 4.7	Capacidade máxima	(*)	(*)
4.6.6	Limite de segurança de carga		
4.6.6	Valor de divisão mínimo de verificação		
4.6.6	Outras condições pertinentes		
4.6.7	Símbolo de classificação		
4.6.8	Classificações múltiplas		

(\*) Exigida em ambos.

Notas:

Indicar por um + que a marcação existe.

Indicar por um - que a marcação não existe.

Indicar por um / quando não for o caso

Tabela C.9.2

Subitem da R60	Marcações das informações não compulsórias	Na célula	No documento
4.6.5.3	Símbolo "CH"		
4.6.6.1	"Y"		
4.6.6.1	"Z"		

Incluir referências ao que segue:

Documentos fornecidos com as células de carga:

Diagramas mostrando as marcações nas células de carga:

Data: .....

Técnico executor: .....

Formulário C.10 Resumo dos resultados – Células de carga equipadas com partes eletrônicas (R 60, 6)

Solicitação N°: ..... Modelo da célula de carga: .....

N° de série: .....  $E_{\text{máx}}$ : .....  $n_{\text{máx}}$ : .....  $V_{\text{mín}}$ : .....  $p_{\text{LC}}$ : .....

Tabela C.10 Resumo dos resultados

Descrição do ensaio	Procedimento de ensaio	Formulário	Apro vado	Re pro vado	Observações
Tempo de aquecimento	A.3.7.2	C.11			
Variações da tensão de alimentação	A.3.7.3	C.12			
Reduções da tensão em breves tempos	A.3.7.4	C.13			
Transientes	A.3.7.5	C.14.1 e C.14.2			
Descarga eletrostática	A.3.7.6	C.15.1, C.15.2 e C.15.3			
Susceptibilidade eletromagnética	A.3.7.7	C.16.1 e C.16.2			
Ensaio de estabilidade da amplitude da faixa nominal	A.3.7.8	C.17.1 e C.17.2			

Data: .....

Técnico executor: .....

## Formulário C.11 Tempo de aquecimento (Referência R 60, A.3.7.2 e 6.3.4)

Solicitação N°: ..... Modelo da célula de carga: .....

N° de série: .....  $E_{máx}$ : .....  $n_{máx}$ : .....  $V_{min}$ : .....  $p_{LC}$ : .....

Máquina de ensaio: ..... Instrumento: .....

Fator ( $f$ ): ..... DR: .....

	Inicial	Final	
Data			
Tempo			
Temperatura			°C
Umidade			% RH
Pressão barométrica			kPa

Carga mínima: ..... Data: .....

Carga máxima: ..... Técnico executor: .....

Duração da desconexão antes do ensaio: .....

	Série inicial		Após 5 minutos		Após 15 minutos		Após 30 minutos		
	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	mpc (v)
Carga mínima									
Carga máxima									
Amplitude da faixa nominal (unidades)									
Amplitude da faixa nominal (v)									
Varição (v)	0								

## NOTAS:

APROVADO: [ ]

REPROVADO: [ ]

- 1) Tempo absoluto (não relativo) deve ser anotado.
- 2) A amplitude da faixa nominal é o resultado da subtração da indicação na carga mínima da indicação na carga máxima.
- 3) Variação é a diferença entre a amplitude da faixa nominal e a amplitude da faixa nominal da sequência inicial.
- 4) Variação máxima admissível (mpc) é o valor absoluto do erro máximo admissível para a carga máxima aplicada.

## Formulário C.12 Variações na tensão (R 60, A.3.7.3, 6.3.6 e 6.3.7)

Solicitação N°: ..... Modelo da célula de carga: .....  
 N° de série: .....  $E_{\text{máx}}$ : .....  $n_{\text{máx}}$ : .....  $v_{\text{mín}}$ : .....  $p_{\text{LC}}$ : .....  
 Máquina de ensaio: ..... Instrumento: .....  
 Fator ( $f$ ): ..... DR: .....

	Inicial	Final	
Data			
Tempo			
Temperatura			°C
Umidade			% RH
Pressão barométrica			kPa

Carga mínima ( $D_{\text{mín}}$ ): ..... kg Data: .....

Carga máxima ( $D_{\text{máx}}$ ): ..... kg Técnico executor: .....

Tensão de alimentação: Rede elétrica ☐ Bateria: ☐

Tensão ou faixa de referência: ..... V limite inferior: ..... V limite superior: ..... V

Tabela C.12

Carga de ensaio (kg)	Indicação da referência (unidades)	Limite superior		Limite inferior		mpe (v)
		Indicação (unidades)	Erro (v)	Indicação (unidades)	Erro (v)	

NOTAS:

APROVADO: ☐REPROVADO: ☐

- 1) Limite superior não se aplica às células de carga alimentadas por baterias.
- 2) No limite inferior, as células de carga alimentadas por baterias deve funcionar e ficar dentro do mpe, deixar de funciona.
- 3) Indicações de referência: se em 75% o ponto de carga não for obtido, deve ser usado uma interpolação por linha reta entre a indicação do ponto de carga adjacente mais alto e o mais baixo. (Ver a R 60, 5.2.2 e os procedimentos de cálculo neste Anexo.)
- 4) Erro é a diferença entre a indicação do ensaio (unidades) e a indicação de referência (unidades) dividida pelo fator  $f$ .

Equipamento usado: fornecer o esquema se necessário.

(\*) Caso uma faixa de tensão seja marcada, usar o valor médio como o valor de referência e calcular os valores superior e inferior da tensão aplicada de acordo com A.3.7.4



## Formulário C.13 Reduções da potência em breves tempos (R 60, A.3.7.4 e 6.3.3)

Solicitação N°: ..... Modelo da célula de carga: .....

N° de série: .....  $E_{m\acute{a}x}$ : .....  $n_{m\acute{a}x}$ : .....  $V_{m\acute{i}n}$ : .....  $p_{LC}$ : .....

Máquina de ensaio: ..... Instrumento: .....

Fator ( $f$ ): ..... DR: .....

	Inicial	Final	
Data			
Tempo			
Temperatura			°C
Umidade			% RH
Pressão barométrica			kPa

Faixa de tensão de referência: .....

Data: .....

Técnico executor: .....

Tabela C.13

Carga (kg)	Perturbação				Resultado			
	Amplitude	Duração (ciclos)	Número de perturbações	Intervalos de repetições (s)	Indicação (unidades)	Diferença (v)		
	Sem perturbações							
	0	0,5	10					
	50%	1	10					

APROVADO: [ ]

REPROVADO: [ ]

NOTA: No caso de uma faixa de tensão, usar o valor médio como o valor de referência

Equipamento usado (fornecer o esquema se necessário):

Observações:

## Formulário C.14.1 Transientes elétricos – linhas de alimentação (Referência A.3.7.5 e 6.3.3)

Solicitação N°: ..... Modelo da célula de carga: .....

N° de série: .....  $E_{máx}$ : .....  $n_{máx}$ : .....  $V_{mín}$ : .....  $p_{LC}$ : .....

Máquina de ensaio : ..... Instrumento: .....

Fator ( $f$ ): ..... DR: .....  $D_{mín}$ : .....

	Inicial	Final	
Data			
Tempo			
Temperatura			°C
Umidade			% RH
Pressão barométrica			kPa

Faixa de tensão de referência: .....

Data: .....

Técnico executor: .....

Tabela C.14.1

Linhas de alimentação: tensão de ensaio de 1 kV duração do ensaio: 1 minuto em cada polaridade

Carga (kg)	Conexão			Polaridade	Resultado			
	L para a Terra	N para a Terra	PE para a Terra		Indicação (unidades)	Diferença (v)	Falha significativa > v <sub>mín</sub>	
							Não	Sim (Observações)
Carga mínima =	Sem perturbação							
	X			Positiva				
				Negativa				
	Sem perturbação							
		X		Positiva			1	
				Negativa			1	
	Sem perturbação							
			X	Positiva			1	
		Negativa				1		

L = fase N = neutro PE = Terra de proteção

Equipamento usado (fornecer o esquema se necessário)

APROVADO: [ ]

REPROVADO: [ ]

Observações:

Formulário C.14.2 Transientes de linha : circuitos de E/S e linhas de comunicação (Referência R 60, A.3.7.5 e 6.3.3)

Solicitação N°: ..... Modelo da célula de carga: .....

N° de série: .....  $E_{\text{máx}}$ : .....  $n_{\text{máx}}$ : .....  $V_{\text{mín}}$ : .....  $p_{\text{LC}}$ : .....

Máquina de ensaio: ..... Instrumento: .....

Fator (f): ..... DR: .....  $D_{\text{mín}}$ : .....

	Inicial	Final	
Data			
Tempo			
Temperatura			°C
Umidade			% RH
Pressão barométrica			Kpa

Data:.....

Técnico executor: .....

Tabela C.14.2

Sinais de E/S, linhas de informação e controle: tensão de ensaio de 0,5 kV duração do ensaio: 1 minuto em cada polaridade

minuto em cada polaridade						
Carga mínima (kg)	Indicação do ponto de conexão	Polarida de	Resultado			
			Indicação (unidades )	Diferença (v)	Falha significativa > $v_{min}$	
Não	Sim (Observações)					
Sem perturbação						
		Positiva				
		Negativa				
Sem perturbação						
		Positiva				
		Negativa				
Sem perturbação						
		Positiva				
		Negativa				
Sem perturbação						
		Positiva				
		Negativa				
Sem perturbação						
		Positiva				
		Negativa				
Sem perturbação						
		Positiva				
		Negativa				
Sem perturbação						
		Positiva				
		Negativa				

NOTA: Explicar ou fazer um esquema indicando onde a garra jacaré está localizada no cabo.  
Equipamento usado:

APROVADO: [ ]

REPROVADO: [ ]

Observações:

OBSERVADOR: \_\_\_\_\_

## Formulário C.15.1 Descargas eletrostáticas – aplicação direta (R 60, A.3.7.6 e 6.3.3)

Solicitação N°: .....Modelo da célula de carga: .....

N° de série: .....  $E_{\text{máx}}$ : .....  $n_{\text{máx}}$ : .....  $V_{\text{mín}}$ : .....  $p_{\text{LC}}$ : .....

Máquina de ensaio: ..... Instrumento: .....

Fator ( $f$ ): ..... DR: .....  $D_{\text{mín}}$ : .....

	Inicial	Final	
Data			
Tempo			
Temperatura			°C
Umidade			% RH
Pressão barométrica			kPa

Data:.....

Técnico executor: .....

Descargas no contato

Penetração de tinta

Descargas no ar

Polaridade (\*): Positiva:

Negativa:

Tabela C.15.1

Carga mínima (kg)	Descargas			Resultado			
	Tensão de ensaio (kV)	Número de descargas ⇒ 10	Intervalo de repetição (s)	Indicação (unidades)	Diferença (v)	Falha significativa > $V_{\min}$	
						Não	Sim (Observações)
	Sem perturbação						
	2						
	4						
	6						
	8 (descargas no ar)						

Observações:

APROVADO: [ ]

REPROVADO: [ ]

NOTA: Se a célula de carga falhar, o ponto de ensaio no qual isto ocorre deve ser anotado.

(\*) A Publicação IEC 61000-4-2 (1988) especifica se o ensaio deve ser executado com a polaridade mais sensível.

## Formulário C.15.2 Descargas eletrostáticas – aplicação indireta ( R 60, A.3.7.6 e 6.3.3)

Solicitação N°: .....Modelo da célula de carga: .....

N° de série: ..... E<sub>máx</sub>: ..... n<sub>máx</sub>: ..... V<sub>mín</sub>: ..... p<sub>LC</sub>: .....

Máquina de ensaio: ..... Instrumento: .....

Fator (f): ..... DR: ..... D<sub>mín</sub>: .....

	Inicial	Final	
Data			
Tempo			
Temperatura			°C
Umidade			% RH
Pressão barométrica			kPa

Data:.....

Técnico executor: .....

Polaridade (\*): Positiva: ..... Negativa: .....

Plano horizontal de acoplamento Tabela C.15.2.1

Carga (kg)	Descargas			Resultado			
	Tensão de ensaio (kV)	Número de descargas ⇒ 10	Intervalo de repetição (s)	Indicação (unidades )	Diferença (v)	Falha significativa > v <sub>mín</sub>	
						Não	Sim (Observações )
Carga mínima =	Sem perturbação						
	2						
	4						
	6						
	8						

Plano vertical de acoplamento Tabela C.15.2.2

Carga (kg)	Descargas			Resultado			
	Tensão de ensaio (kV)	Número de descargas ⇒ 10	Intervalo de repetição (s)	Indicação (unidades )	Diferença (v)	Falha significativa > v <sub>mín</sub>	
						Não	Sim (Observações )
Carga mínima =	Sem perturbação						
	2						
	4						
	6						
	8						

Observações: APROVADO: [ ] REPROVADO: [ ]

NOTA: Se a célula de carga falhar, o ponto de ensaio no qual isto ocorre deve ser anotado.

(\*) A Publicação IEC 61000-4-2 (1988) especifica se o ensaio deve ser executado com a polaridade mais sensível.

Formulário C.15.3 Descargas eletrostáticas (cont) – especificação dos pontos de ensaio usados (Referência R 60 Formulários C.15.1 e/ou C.15.2)

Especificação dos pontos de ensaio usados da célula de carga e equipamento de ensaio usado, por exemplo, por meio de fotos ou esquemas.

a) Aplicação direta

Descargas no contato

Descargas no ar

b) Aplicação indireta

## Formulário C.16.1 Susceptibilidade eletromagnética (R 60, A.3.7.7 e 6.3.3)

Solicitação N°: ..... Modelo da célula de carga: .....

N° de série: .....  $E_{\text{máx}}$ : .....  $n_{\text{máx}}$ : .....  $V_{\text{min}}$ : .....  $p_{\text{LC}}$ : .....

Máquina de ensaio: ..... Instrumento: .....

Fator ( $f$ ): ..... DR: .....  $D_{\text{min}}$ : .....

	Inicial	Final	
Data			
Tempo			
Temperatura			°C
Umidade			% RH
Pressão barométrica			kPa

Data:.....

Técnico executor: .....

Taxa de varredura:  Carga:  Carga da célula de 

Tabela C.16.1

Perturbação				Resultado			
Antena	Faixa de frequência (MHz)	Polarização	Face da célula de carga	Indicação (kg)	Diferença (v)	Falha significativa > $V_{\min}$	
						Não	Sim (Observações)
Sem perturbação							
		Vertical	Frente				
			Direito				
			Esquerdo				
			Posterior				
		Horizontal	Frente				
			Direito				
			Esquerdo				
			Posterior				

Faixa de frequência: 26 – 1000 MHz

APROVADO: [ ]

REPROVADO: [ ]

Intensidade de campo 3 V/m

Modulação: 80% AM, onda senoidal de 1kHz

Observações

NOTA: Se a célula de carga falhar, o ponto de ensaio no qual isto ocorre deve ser anotado.

Formulário 16.2 Susceptibilidade eletromagnética (cont.) – descrição da montagem do ensaio (R 6º Formulário C.16.1)

Descrição da montagem do ensaio e equipamento, por exemplo, por meio de fotos e esquemas.



Formulário 17.1.1(3) Estabilidade da amplitude da faixa nominal – dados de medição (R 60, A.3.7.8 e 6.3.2)

Solicitação N°: ..... Modelo da célula de carga: .....

N° de série: .....  $E_{\max}$ : .....  $n_{\max}$ : .....  $v_{\min}$ : .....  $p_{LC}$ : .....

Máquina de ensaio: ..... Instrumento: .....

Fator ( $f$ ): ..... DR: .....  $D_{\min}$ : .....

	Inicial	Final	
Data			
Tempo			
Temperatura			°C
Umidade			% RH
Pressão barométrica			kPa

Data: ..... Carga mínima: ..... kg

Técnico executor: ..... Carga máxima: ..... kg

Medição N° 1 : Medição inicial

Tabela 17.1.1(3)

Carga de ensaio (kg)	Série 1		Série 2		Série 3		Indicação média (unidades)
	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	
Min =							
Max =							
Amplitude da faixa nominal							

Observações:

#### NOTAS:

- 1) A amplitude da faixa nominal é o resultado da subtração da indicação média na carga mínima da indicação média na carga máxima.
- 2) Usar cinco (5) seqüências para a Classe de exatidão B; usar três (3) seqüências para as Classes de exatidão C e D.
- 3) Tempo absoluto (não relativo) deve ser registrado.
- 4) Usar cópias adicionais de formulários para cobrir as oito (8) medições ou mais exigidas.

## Formulário C.17.1.1(5) Estabilidade da amplitude da faixa nominal – dados de medição (R 60, A.3.7.8 e 6.3.2)

Solicitação N°: ..... Modelo da célula de carga: .....

N° de série: .....  $E_{\text{máx}}$ : .....  $n_{\text{máx}}$ : .....  $v_{\text{min}}$ : .....  $p_{\text{LC}}$ : .....

Máquina de ensaio: ..... Instrumento: .....

Fator ( $f$ ): ..... DR: .....  $D_{\text{min}}$ : .....

	Inicial	Final	
Data			
Tempo			
Temperatura			°C
Umidade			% RH
Pressão barométrica			kPa

Data: ..... Carga mínima: ..... kg

Técnico executor: ..... Carga máxima: ..... kg

Medição N° 1 : Medição inicial

Tabela 17.1.1(5)

Carga de ensaio (kg)	Série 1		Série 2		Série 3		Série 4		Série 5		Indicação média (unidades)
	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	
Min =											
Max =											
Amplitude da faixa nominal											

Observações:

## NOTAS:

- 1) A amplitude da faixa nominal é o resultado da subtração da indicação média na carga mínima da indicação média na carga máxima.
- 2) Usar cinco (5) seqüências para a Classe de exatidão B; usar três (3) seqüências para as Classes de exatidão C e D.
- 3) Tempo absoluto (não relativo) deve ser registrado.
- 4) Usar cópias adicionais de formulários para cobrir as oito (8) medições ou mais exigidas

Formulário C.17.1.2(3) Estabilidade da amplitude da faixa nominal – dados de medição ( R 60, A.3.7.8 e 6.3.2)

Solicitação N°: ..... Modelo da célula de carga: .....

N° de série: .....  $E_{máx}$ : .....  $n_{máx}$ : .....  $v_{mín}$ : .....  $p_{LC}$ : .....

Máquina de ensaio: ..... Instrumento: .....

Fator ( $f$ ): ..... DR: .....  $D_{mín}$ : .....

	Inicial	Final	
Data			
Tempo			
Temperatura			°C
Umidade			% RH
Pressão barométrica			kPa

Data:..... Carga mínima: ..... kg

Técnico executor: ..... Carga máxima: ..... kg

Medição N° 2 :

Tabela 17.1.2(3)

Carga de ensaio (kg)	Série 1		Série 2		Série 3		Indicação média (unidades)
	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	
Min =							
Max =							
Amplitude da faixa nominal							

Observações:

#### NOTAS:

- 1) A amplitude da faixa nominal é o resultado da subtração da indicação média na carga mínima da indicação média na carga máxima.
- 2) Usar cinco (5) seqüências para a Classe de exatidão B; usar três (3) seqüências para as Classes de exatidão C e D.
- 3) Tempo absoluto (não relativo) deve ser registrado.
- 4) Usar cópias adicionais de formulários para cobrir as oito (8) medições ou mais exigidas

## Formulário C.17.1.2(5) Estabilidade da amplitude da faixa nominal– dados de medição (R 60, A.3.7.8 e 6.3.2)

Solicitação N°: ..... Modelo da célula de carga: .....

N° de série: .....  $E_{\text{máx}}$ : .....  $n_{\text{máx}}$ : .....  $v_{\text{min}}$ : .....  $p_{\text{LC}}$ : .....

Máquina ensaiada: ..... Instrumento: .....

Fator ( $f$ ): ..... DR: .....  $D_{\text{min}}$ : .....

	No início	No fim	
Data			
Tempo			
Temperatura			°C
Umidade			% RH
Pressão barométrica			kPa

Data:..... Carga mínima: ..... kg

Técnico executor: ..... Carga máxima: ..... kg

## Medição N° 2

Tabela 17.1.2(5)

Carga de ensaio (kg)	Seqüência 1		Seqüência 2		Seqüência 3		Seqüência 4		Seqüência 5		Indicação média (unidades)
	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	
Min =											
Max =											
Amplitude da faixa nominal											

Observações:

## NOTAS:

- 1) A amplitude da faixa nominal é o resultado da subtração da indicação média na carga mínima da indicação média na carga máxima.
- 2) Usar cinco (5) seqüências para a Classe de exatidão B; usar três (3) seqüências para as Classes de exatidão C e D.
- 3) Tempo absoluto (não relativo) deve ser registrado.
- 4) Usar cópias adicionais de formulários para cobrir as oito (8) medições ou mais exigidas

Formulário C.17.1.3(3) Estabilidade da amplitude da faixa nominal – dados de medição ( R 60, A.3.7.8 e 6.3.2)

Solicitação N°: ..... Modelo da célula de carga: .....  
 N° de série: .....  $E_{\text{máx}}$ : .....  $n_{\text{máx}}$ : .....  $v_{\text{mín}}$ : .....  $p_{\text{LC}}$ : .....  
 Máquina de ensaio: ..... Instrumento: .....  
 Fator ( $f$ ): ..... DR: .....  $D_{\text{mín}}$ : .....

	Inicial	Final	
Data			
Tempo			
Temperatura			°C
Umidade			% RH
Pressão barométrica			kPa

Data:..... Carga mínima: ..... kg  
 Técnico executor: ..... Carga máxima: ..... kg  
 Medição N° 3 :

Tabela 17.1.3(3)

Carga de ensaio (kg)	Seqüência 1		Seqüência 2		Seqüência 3		Indicação média (unidades)
	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	
Min =							
Max =							
Amplitude da faixa nominal							

Observações:

#### NOTAS:

- 1) A amplitude da faixa nominal é o resultado da subtração da indicação média na carga mínima da indicação média na carga máxima.
- 2) Usar cinco (5) seqüências para a Classe de exatidão B; usar três (3) seqüências para as Classes de exatidão C e D.
- 3) Tempo absoluto (não relativo) deve ser registrado.
- 4) Usar cópias adicionais de formulários para cobrir as oito (8) medições ou mais exigidas

## Formulário C.17.1.3(5) Estabilidade da amplitude da faixa nominal – dados de medição (R 60, A.3.7.8 e 6.3.2)

Solicitação N°: ..... Modelo da célula de carga: .....

N° de série: .....  $E_{\text{máx}}$ : .....  $n_{\text{máx}}$ : .....  $v_{\text{min}}$ : .....  $p_{\text{LC}}$ : .....

Máquina de ensaio: ..... Instrumento: .....

Fator ( $f$ ): ..... DR: .....  $D_{\text{min}}$ : .....

	Inicial	Final	
Data			
Tempo			
Temperatura			°C
Umidade			% RH
Pressão barométrica			kPa

Data: ..... Carga mínima: ..... kg

Técnico executor: ..... Carga máxima: ..... kg

Medição N° 3

Tabela 17.1.3(5)

Carga de ensaio (kg)	Série 1		Série 2		Série 3		Série 4		Série 5		Indicação média (unidades)
	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	
Min =											
Max =											
Amplitude da faixa nominal											

Observações:

## NOTAS:

- 1) A amplitude da faixa nominal é o resultado da subtração da indicação média na carga mínima da indicação média na carga máxima.
- 2) Usar cinco (5) seqüências para a Classe de exatidão B; usar três (3) seqüências para as Classes de exatidão C e D.
- 3) Tempo absoluto (não relativo) deve ser registrado.
- 4) Usar cópias adicionais de formulários para cobrir as oito (8) medições ou mais exigidas.

Formulário C.17.1.4(3) Estabilidade da amplitude da faixa nominal – dados de medição ( R 60, A.3.7.8 e 6.3.2)

Solicitação N°: ..... Modelo da célula de carga: .....  
 N° de série: .....  $E_{\text{máx}}$ : .....  $n_{\text{máx}}$ : .....  $v_{\text{mín}}$ : .....  $p_{\text{LC}}$ : .....  
 Máquina de ensaio: ..... Instrumento: .....  
 Fator (f): ..... DR: .....  $D_{\text{mín}}$ : .....

	Inicial	Final	
Data			
Tempo			
Temperatura			°C
Umidade			% RH
Pressão barométrica			kPa

Data:..... Carga mínima: ..... kg  
 Técnico executor: ..... Carga máxima: ..... kg  
 Medição N° 4 :

Tabela 17.1.4(3)

Carga de ensaio (kg)	Série 1		Série 2		Série 3		Indicação média (unidades)
	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	
Min =							
Max =							
Amplitude da faixa nominal							

Observações:

#### NOTAS:

- 1) A amplitude da faixa nominal é o resultado da subtração da indicação média na carga mínima da indicação média na carga máxima.
- 2) Usar cinco (5) seqüências para a Classe de exatidão B; usar três (3) seqüências para as Classes de exatidão C e D.
- 3) Tempo absoluto (não relativo) deve ser registrado.
- 4) Usar cópias adicionais de formulários para cobrir as oito (8) medições ou mais exigidas

## Formulário C.17.1.4(5) Estabilidade da amplitude da faixa nominal – dados de medição (R 60, A.3.7.8 e 6.3.2)

Solicitação N°: ..... Modelo da célula de carga: .....

N° de série: .....  $E_{\text{máx}}$ : .....  $n_{\text{máx}}$ : .....  $v_{\text{min}}$ : .....  $p_{\text{LC}}$ : .....

Máquina de ensaio: ..... Instrumento: .....

Fator ( $f$ ): ..... DR: .....  $D_{\text{min}}$ : .....

	Inicial	Final	
Data			
Tempo			
Temperatura			°C
Umidade			% RH
Pressão barométrica			kPa

Data: ..... Carga mínima: ..... kg

Técnico executor: ..... Carga máxima: ..... kg

Medição N° 4

Tabela 17.1.4(5)

Carga de ensaio (kg)	Série 1		Série 2		Série 3		Série 4		Série 5		Indicação média (unidades)
	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	
Min =											
Max =											
Amplitude da faixa nominal											

Observações:

## NOTAS:

- 1) A amplitude da faixa nominal é o resultado da subtração da indicação média na carga mínima da indicação média na carga máxima.
- 2) Usar cinco (5) seqüências para a Classe de exatidão B; usar três (3) seqüências para as Classes de exatidão C e D.
- 3) Tempo absoluto (não relativo) deve ser registrado.
- 5) Usar cópias adicionais de formulários para cobrir as oito (8) medições ou mais exigidas



Formulário C.17.1.5(3) Estabilidade da amplitude da faixa nominal – dados de medição ( R 60, A.3.7.8 e 6.3.2)

Solicitação N°: ..... Modelo da célula de carga: .....

N° de série: .....  $E_{\text{máx}}$ : .....  $n_{\text{máx}}$ : .....  $V_{\text{min}}$ : .....  $p_{\text{LC}}$ : .....

Máquina de ensaio: ..... Instrumento: .....

Fator (f): ..... DR: .....  $D_{\text{min}}$ : .....

	Inicial	Final	
Data			
Tempo			
Temperatura			°C
Umidade			% RH
Pressão barométrica			kPa

Data:..... Carga mínima: ..... kg

Técnico executor: ..... Carga máxima: ..... kg

Medição N° 5 :

Tabela 17.1.5(3)

Carga de ensaio (kg)	Série 1		Série 2		Série 3		Indicação média (unidades)
	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	
Min =							
Max =							
Amplitude da faixa nominal							

Observações:

#### NOTAS:

- 1) A amplitude da faixa nominal é o resultado da subtração da indicação média na carga mínima da indicação média na carga máxima.
- 2) Usar cinco (5) seqüências para a Classe de exatidão B; usar três (3) seqüências para as Classes de exatidão C e D.
- 3) Tempo absoluto (não relativo) deve ser registrado.
- 4) Usar cópias adicionais de formulários para cobrir as oito (8) medições ou mais exigidas

Formulário C.17.1.5(5) Estabilidade da amplitude da faixa nominal – dados de medição (R 60, A.3.7.8 e 6.3.2)

Solicitação N°: ..... Modelo da célula de carga: .....

N° de série: .....  $E_{\text{máx}}$ : .....  $n_{\text{máx}}$ : .....  $v_{\text{min}}$ : .....  $p_{\text{LC}}$ : .....

Máquina de ensaio: ..... Instrumento: .....

Fator (f): ..... DR: .....  $D_{\text{min}}$ : .....

	Inicial	Final	
Data			
Tempo			
Temperatura			°C
Umidade			% RH
Pressão barométrica			kPa

Data:..... Carga mínima: ..... kg

Técnico executor: ..... Carga máxima: ..... kg

Medição N° 5

Tabela 17.1.5(5)

Carga de ensaio (kg)	Série 1		Série 2		Série 3		Série 4		Série 5		Indicação média (unidades)
	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	
Min =											
Max =											
Amplitude da faixa nominal											

Observações:

NOTAS:

- 1) A amplitude da faixa nominal é o resultado da subtração da indicação média na carga mínima da indicação média na carga máxima.
- 2) Usar cinco (5) seqüências para a Classe de exatidão B; usar três (3) seqüências para as Classes de exatidão C e D.
- 3) Tempo absoluto (não relativo) deve ser registrado.
- 4) Usar cópias adicionais de formulários para cobrir as oito (8) medições ou mais exigidas

Formulário C.17.1.6(3) Estabilidade da amplitude da faixa nominal– dados de medição ( R 60, A.3.7.8 e 6.3.2)

Solicitação N°: ..... Modelo da célula de carga: .....  
 N° de série: .....  $E_{\text{máx}}$ : .....  $n_{\text{máx}}$ : .....  $v_{\text{mín}}$ : .....  $p_{\text{LC}}$ : .....  
 Máquina de ensaio: ..... Instrumento: .....  
 Fator ( $f$ ): ..... DR: .....  $D_{\text{mín}}$ : .....

	Inicial	Final	
Data			
Tempo			
Temperatura			°C
Umidade			% RH
Pressão barométrica			kPa

Data:..... Carga mínima: \_\_\_\_\_ kg  
 Técnico executor: ..... Carga máxima: \_\_\_\_\_ kg  
 Medição N° 6 :

Tabela 17.1.6(3)

Carga de ensaio (kg)	Série 1		Série 2		Série 3		Indicação média (unidades)
	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	
Min =							
Max =							
Amplitude da faixa nominal							

Observações:

#### NOTAS:

- 1) A amplitude da faixa nominal é o resultado da subtração da indicação média na carga mínima da indicação média na carga máxima.
- 2) Usar cinco (5) seqüências para a Classe de exatidão B; usar três (3) seqüências para as Classes de exatidão C e D.
- 3) Tempo absoluto (não relativo) deve ser registrado.
- 4) Usar cópias adicionais de formulários para cobrir as oito (8) medições ou mais exigidas

## Formulário C.17.1.6(5) Estabilidade da amplitude da faixa nominal – dados de medição (R 60, A.3.7.8 e 6.3.2)

Solicitação N°: ..... Modelo da célula de carga: .....

N° de série: .....  $E_{\text{máx}}$ : .....  $n_{\text{máx}}$ : .....  $V_{\text{min}}$ : .....  $p_{\text{LC}}$ : .....

Máquina de ensaio: ..... Instrumento: .....

Fator ( $f$ ): ..... DR: .....  $D_{\text{min}}$ : .....

	Inicial	Final	
Data			
Tempo			
Temperatura			°C
Umidade			% RH
Pressão barométrica			kPa

Data: ..... Carga mínima: ..... kg

Técnico executor: ..... Carga máxima: ..... kg

Medição N° 6

Tabela 17.1.6(5)

Carga de ensaio (kg)	Série 1		Série 2		Série 3		Série 4		Série 5		Indicação média (unidades)
	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	
Min =											
Max =											
Amplitude da faixa nominal											

Observações:

## NOTAS:

- 1) A amplitude da faixa nominal é o resultado da subtração da indicação média na carga mínima da indicação média na carga máxima.
- 2) Usar cinco (5) seqüências para a Classe de exatidão B; usar três (3) seqüências para as Classes de exatidão C e D.
- 3) Tempo absoluto (não relativo) deve ser registrado.
- 4) Usar cópias adicionais de formulários para cobrir as oito (8) medições ou mais exigidas

Formulário C.17.1.7(3) Estabilidade da amplitude da faixa nominal – dados de medição ( R 60, A.3.7.8 e 6.3.2)

Solicitação N°: ..... Modelo da célula de carga: .....  
 N° de série: .....  $E_{\text{máx}}$ : .....  $n_{\text{máx}}$ : .....  $v_{\text{mín}}$ : .....  $p_{\text{LC}}$ : .....  
 Máquina de ensaio: ..... Instrumento: .....  
 Fator ( $f$ ): ..... DR: .....  $D_{\text{mín}}$ : .....

	Inicial	Final	
Data			
Tempo			
Temperatura			°C
Umidade			% RH
Pressão barométrica			kPa

Data:..... Carga mínima: ..... kg  
 Técnico executor: ..... Carga máxima: ..... kg  
 Medição N° 7:

Tabela 17.1.7(3)

Carga de ensaio (kg)	Série 1		Série 2		Série 3		Indicação média (unidades)
	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	
Min =							
Max =							
Amplitude da faixa nominal							

Observações:

#### NOTAS:

- 1) A amplitude da faixa nominal é o resultado da subtração da indicação média na carga mínima da indicação média na carga máxima.
- 2) Usar cinco (5) seqüências para a Classe de exatidão B; usar três (3) seqüências para as Classes de exatidão C e D.
- 3) Tempo absoluto (não relativo) deve ser registrado.
- 4) Usar cópias adicionais de formulários para cobrir as oito (8) medições ou mais exigidas

Formulário C.17.1.7(5) Estabilidade da amplitude da faixa nominal – dados de medição (R 60, A.3.7.8 e 6.3.2)

Solicitação N°: ..... Modelo da célula de carga: .....

N° de série: .....  $E_{\text{máx}}$ : .....  $n_{\text{máx}}$ : .....  $v_{\text{mín}}$ : .....  $p_{\text{LC}}$ : .....

Máquina de ensaio: ..... Instrumento: .....

Fator ( $f$ ): ..... DR: .....  $D_{\text{mín}}$ : .....

	Inicial	Final	
Data			
Tempo			
Temperatura			°C
Umidade			% RH
Pressão barométrica			kPa

Data:..... Carga mínima: ..... kg

Técnico executor: ..... Carga máxima: ..... kg

Medição N° 7

Tabela 17.1.7(5)

Carga de ensaio (kg)	Série 1		Série 2		Série 3		Série 4	
	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo
Min =								
Max =								
Amplitude da faixa nominal								

Observações:

NOTAS:

- 1) A amplitude da faixa nominal é o resultado da subtração da indicação média na carga mínima da indicação média na carga máxima.
- 2) Usar cinco (5) seqüências para a Classe de exatidão B; usar três (3) seqüências para as Classes de exatidão C e D.
- 3) Tempo absoluto (não relativo) deve ser registrado.
- 4) Usar cópias adicionais de formulários para cobrir as oito (8) medições ou mais exigidas

Formulário C.17.1.8(3) Estabilidade da amplitude da faixa nominal – dados de medição ( R 60, A.3.7.8 e 6.3.2)

Solicitação N°: ..... Modelo da célula de carga: .....  
 N° de série: .....  $E_{\text{máx}}$ : .....  $n_{\text{máx}}$ : .....  $v_{\text{mín}}$ : .....  $p_{\text{LC}}$ : .....  
 Máquina de ensaio: ..... Instrumento: .....  
 Fator (f): ..... DR: .....  $D_{\text{mín}}$ : .....

	Inicial	Final	
Data			
Tempo			
Temperatura			°C
Umidade			% RH
Pressão barométrica			kPa

Data:..... Carga mínima: ..... kg  
 Técnico executor: ..... Carga máxima: ..... kg

Medição N° 8:

Tabela 17.1.8(3)

Carga de ensaio (kg)	Série 1		Série 2		Série 3		Indicação média (unidades)
	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	
Min =							
Max =							
Amplitude da faixa nominal							

Observações:

#### NOTAS:

- 1) A amplitude da faixa nominal é o resultado da subtração da indicação média na carga mínima da indicação média na carga máxima.
- 2) Usar cinco (5) seqüências para a Classe de exatidão B; usar três (3) seqüências para as Classes de exatidão C e D.
- 3) Tempo absoluto (não relativo) deve ser registrado.
- 4) Usar cópias adicionais de formulários para cobrir as oito (8) medições ou mais exigidas

## Formulário C.17.1.8(5) Estabilidade da amplitude da faixa nominal – dados de medição (R 60, A.3.7.8 e 6.3.2)

Solicitação N°: ..... Modelo da célula de carga: .....

N° de série: .....  $E_{\text{máx}}$ : .....  $n_{\text{máx}}$ : .....  $v_{\text{min}}$ : .....  $p_{\text{LC}}$ : .....

Máquina de ensaio: ..... Instrumento: .....

Fator ( $f$ ): ..... DR: .....  $D_{\text{min}}$ : .....

	Inicial	Final	
Data			
Tempo			
Temperatura			°C
Umidade			% RH
Pressão barométrica			kPa

Data: ..... Carga mínima: ..... kg

Técnico executor: ..... Carga máxima: ..... kg

Medição N° 8

Tabela 17.1.8(5)

Carga de ensaio (kg)	Série 1		Série 2		Série 3		Série 4		Série 5		Indicação média (unidades)
	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	Indicação (unidades)	Tempo	
Min =											
Max =											
Amplitude da faixa nominal											

Observações:

## NOTAS:

- 1) A amplitude da faixa nominal é o resultado da subtração da indicação média na carga mínima da indicação média na carga máxima.
- 2) Usar cinco (5) seqüências para a Classe de exatidão B; usar três (3) seqüências para as Classes de exatidão C e D.
- 3) Tempo absoluto (não relativo) deve ser registrado.
- 4) Usar cópias adicionais de formulários para cobrir as oito (8) medições ou mais exigidas



Formulário C.17.2 Estabilidade da amplitude da faixa nominal – resumo dos resultados dos ensaios (R 60, A.3.7.8 e 6.3.2)

Solicitação N°: ..... Modelo da célula de carga: .....

N° de série: .....  $E_{\text{máx.}}$ : .....  $n_{\text{máx.}}$ : .....  $v_{\text{mín.}}$ : .....  $p_{\text{LC.}}$ : .....

Máquina de ensaio: ..... Instrumento: .....

Tabela C.17.2

Número da medição (ver nota 3)	Amplitude da faixa nominal		Variação (v)	Variação máxima admissível (v)
	(unidades)	(v)		
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

APROVADO : [ ]

REPROVADO : [ ]

Observações:

NOTAS:

- 1) Variação é a diferença no valor da amplitude da faixa nominal do valor da amplitude da faixa nominal da seqüência 1.
- 2) Variação máxima admissível é a metade do valor de divisão de verificação da célula de carga ou metade do valor absoluto do erro máximo admissível para a carga máxima aplicada.
- 3) Usar os resultados da medição N° 8 das Tabelas 17.1.1 até 17.1.8

ANEXO E  
(Compulsório)  
Certificado de conformidade da OIML para células de carga

Estado Membro

Certificado OIML N°

CERTIFICADO DE CONFORMIDADE DA OIML

Autoridade emissora:

Nome:

Endereço:

Pessoa responsável:

Requisitante:

Nome

Endereço:

Fabricante do modelo certificado (se o fabricante não for o solicitante)

Nome:

Endereço:

Identificação do modelo certificado : Célula de carga (princípio de construção, por exemplo, extensômetro, compressão)

Designação do modelo				
Capacidade máxima $E_{\text{máx}}$				
Classe de exatidão				
Número máximo de valores de divisão $n_{\text{máx}}$				
Valor de divisão mínimo de verificação $v_{\text{mín}}$				
Fator $p_{\text{LC}}$				

(Características adicionais e identificação, quando aplicável de acordo com a R 60,4.6, continuado no verso se necessário)

Este certificado atesta a conformidade do modelo acima mencionado (representado pelas amostras identificadas nos relatórios de ensaios associados com as exigências da Recomendação seguinte da OIML:

R 60 Regulamento metrológico para células de carga

edição

para classe de exatidão

Este certificado relata somente as características técnicas e metrológicas do modelo do instrumento envolvido, quando coberto pela Recomendação Internacional da OIML relevante.

Este certificado não confere qualquer forma de aprovação legal internacional.

---

Página 1 Este certificado inclui ..... páginas.

CERTIFICADO DA OIML N°

A conformidade foi estabelecida pelos ensaios descritos no relatório de ensaio associado N° ....., que inclui .....páginas.

Identificação(~ões) e assinatura(s) ou selo(s) de (quando aplicável):

A autoridade emissora:

O Membro do CIML

Data:

Data:

Identificação continuada (se necessário)

Número do modelo				
Características adicionais				

Condições especiais

Nota importante: A despeito da menção do número de referência do certificado e o nome do membro do Estado Membro da OIML no qual o certificado foi emitido, citação parcial do certificado ou do relatório de ensaio associado não é permitido, embora eles possam ser reproduzidos na íntegra.

---

Página 2. Este certificado inclui .....páginas.

## ANEXO D TERMINOLOGIA

### D.1 Termos gerais

#### D.1.1 Célula de carga

Força transdutora que, depois de levar em conta os efeitos da aceleração de gravidade e flutuabilidade do ar no local de seu uso, mede massa convertendo a quantidade medida (massa) em outra quantidade medida (informação de saída)

#### D.1.2 Célula de carga equipada com partes eletrônicas

Célula de carga que emprega um conjunto de componentes eletrônicos tendo uma função própria reconhecível.

Células de carga equipadas com componentes eletrônicos inclusive amplificador, conversor análogo-para-digital (ADC), e dispositivo processador de dados (opcionalmente) é chamado células de carga digitais.

#### D.1.2.1 Componente eletrônico

A entidade física menor que usa elétron ou condução de buraco em semicondutores, gases ou em um vácuo.

#### D.1.3 Aplicação da carga

##### D.1.3.1 Carregamento por compressão

Quando uma força de compressão é aplicada a uma célula de carga.

##### D.1.3.2 Carregamento por tração

Quando uma força de tração é aplicada a uma célula de carga.

#### D.1.4 Ensaio de desempenho

Conjunto de ensaios usado para verificar se a célula de carga sob teste pode executar suas funções inerentes.

### D.2 Características metrológicas de uma célula de carga

#### D.2.1 Classe de exatidão

Classe de células de carga que satisfazem a certas exigências metrológicas destinadas a conservar os erros dentro de limites especificados

#### D.2.2 Família de células de carga

Para fins avaliação-de-tipo de aprovação de modelo, uma família de células de carga consiste em conjunto de células de carga que sejam:

- do mesmo material ou combinação de materiais;
- do mesmo projeto de técnica de medição;
- do mesmo método de construção;

- do mesmo conjunto de especificações e,
- um ou mais grupos de células de carga.

### 3.2.2.1 Grupo de célula de carga

Todas as células de carga dentro de uma família possuindo características metrológicas idênticas.

### 3.2.3 Símbolo ~~de-ensaio~~ de umidade

Um símbolo atribuído a uma célula de carga que indica as condições de umidade sob as quais a célula de carga foi ensaiada.

## D.3 Faixa, capacidade e ~~outros-terminos-de~~ saída

### D.3.1 Valor de divisão de célula de carga

Parte da faixa de medição da célula de carga na qual aquela faixa é dividida.

### D.3.2 Faixa de medição da célula de carga

Faixa de valores da grandeza medida (massa) para os quais o resultado da medição não deve ser afetado por um erro superior ao erro máximo admissível(ema) ver subitem D.4.9.

### D.3.3 Saída da célula de carga

Grandeza mensurável, na qual uma célula de carga converte a grandeza medida (massa).

### D.3.4 Valor de divisão de verificação da célula de carga ( $v$ )

O valor da divisão da célula de carga, expressa em unidades de massa, utilizada no ensaio da célula de carga para a classificação da exatidão.

### D.3.5 Capacidade máxima ( $E_{\text{máx}}$ )

Maior valor da grandeza (massa) que pode ser aplicada a uma célula de carga sem ultrapassar o erro máximo admissível.

### D.3.6 Carga máxima da faixa de medição ( $D_{\text{máx}}$ )

O maior valor de uma grandeza (massa) que é aplicada a célula de carga durante o ensaio. Este valor deve ser maior que ( $E_{\text{máx}}$ ). Para os limites em ( $D_{\text{máx}}$ ) durante o ensaio, ver subitem A 3.2.4.

### D.3.7 Número máximo de ~~intervalos~~ de verificação de uma célula de carga ( $n_{\text{máx}}$ )

O número máximo de ~~intervalos~~ de uma célula de carga, nos quais a faixa de medição de uma célula de carga pode ser dividida, para a qual o resultado de medição não deve ser afetado por um erro superior ao erro máximo admissível.

### D.3.8 Carga morta mínima ( $E_{\text{mín}}$ )

Menor valor de uma grandeza (massa) que pode ser aplicada a uma célula de carga sem ultrapassar o erro máximo admissível.

### D.3.9 Retorno de saída para a carga morta mínima (DR)

Diferença na saída da célula de carga na carga morta mínima, medida antes e após a aplicação de carga.

D.3.10 Mínimo Valor de divisão ~~mínimo~~ de verificação na célula de carga ( $v_{\min}$ )

Menor valor de divisão de verificação ~~da célula de carga~~ na qual a faixa de medição da célula de carga pode ser dividida.

D.3.11 Carga mínima da faixa de medição ( $D_{\min}$ )

Menor valor de uma grandeza (massa) que é aplicada a uma célula de carga durante o uso. Este valor não deve ser menor do que  $E_{\min}$ .

D.3.12 Número de valores de divisões de verificação de uma célula de carga ( $n$ )

O número de valores de divisões de uma célula de carga no qual a faixa de medição da célula de carga é dividida.

D.3.13 DR relativo o Z

A proporção da capacidade máxima  $E_{\max}$  duas vezes o retorno do zero DR. ~~Esta proporção é usada para descrever os instrumentos multi-intervalo.~~

D.3.14  $v_{\min}$  relativo o Y

A proporção da capacidade máxima  $E_{\max}$  e a divisão de verificação mínima da célula de carga  $v_{\min}$ . ~~Esta proporção descreve a resolução de uma célula de carga independente de sua capacidade.~~

D.3.15 Carga limite de segurança

Carga máxima que pode ser aplicada sem produzir um desvio permanente nas características do desempenho. ~~fora dos valores especificados.~~

D.3.16 Tempo de aquecimento

O tempo transcorrido entre o ~~momento em que~~ da ~~energização potência é aplicada~~ de uma célula de carga e o ~~momento~~ no qual a célula de carga é capaz de cumprir com os requisitos. ~~pode sujeitar-se às exigências.~~

D.4 Medição e ~~termos de~~ erro

D.4.1 Fluência (????)

Variação na saída da célula de carga, produzida ao longo do tempo em presença de uma carga constante, permanecendo igualmente constantes todas as condições **ambientais** e as outras variáveis.

D.4.2 Fator de **distribuição**  $p_{LC}$

O valor de uma fração adimensional, expresso como um número decimal, usado na determinação do erro máximo admissível. Representa aquela parcela de um erro total (que pode ser aplicado a um instrumento de pesagem) que foi atribuído à célula de carga sozinha.

D.4.3 Incerteza expandida ([ver a tradução do VIM](#))

Quantidade que define um intervalo em torno do resultado de uma medição que pode ser esperado englobar uma fração grande da distribuição de valores que poderiam ser razoavelmente atribuídos ao mensurando.

#### D.4.4 Falha

A diferença entre o erro da célula de carga e o erro intrínseco da célula de carga

#### D.4.5 ~~Saída de~~ Detecção de falha na saída

Uma representação elétrica emitida pela célula de carga indicando que existe uma condição de falha.

#### D.4.6 Erro de histerese

A diferença entre as leituras na saída da célula de carga para a mesma carga aplicada, uma leitura obtida aumentando-se a carga a partir da carga mínima ( $D_{\min}$ ) ~~da faixa de medição~~ e a outra diminuindo-se a carga a partir da carga máxima ( $D_{\max}$ ) ~~da faixa de medição~~.

#### D.4.7 Erro da célula de carga

A diferença entre o resultado de medição da célula de carga e o valor verdadeiro da massa.

#### D.4.8 Erro intrínseco da célula de carga

O erro de uma célula de carga, determinado sob as condições de referência.

#### D.4.9 Erro máximo admissível (ema)

Os valores limites ~~extremos~~ permitidos de erro para uma célula de carga.

#### D.4.10 Não linearidade

Desvio da curva ~~do sinal de saída~~ da célula de carga, para cargas crescentes, em relação a uma linha reta.

#### D.4.11 Repetitividade

A capacidade de uma célula de carga para prover resultados sucessivos que estão de acordo quando se aplica a mesma carga varias vezes da mesma maneira sobre a célula de carga abaixo das condições constantes de ensaio.

#### D.4.12 Erro de repetitividade

Diferença entre as leituras da saída da célula de carga, tomadas de ensaios consecutivos, sob o mesmo carregamento e as mesmas condições ambientais de medição.

#### D.4.13 Sensibilidade

Razão entre a variação da resposta (saída) de uma célula de carga ~~dividida~~ e a variação correspondente do estímulo (carga aplicada).

#### D.4.14 Falha significativa

Uma falha maior do que o valor de divisão de verificação da célula de carga ( $v$ ). As falhas a seguir não devem ser consideradas como falhas significativas, mesmo quando elas ultrapassam o valor de divisão de verificação da célula de carga ( $v$ )

- Falhas provenientes de causas simultâneas e mutuamente independentes;
- Falhas que tornam impossível a realização de qualquer medição;
- Falhas importantes que são notadas facilmente por todos aqueles interessados no resultado da medição;
- Falhas transitórias constituídas de variações momentâneas da saída da célula de carga que não podem ser interpretadas, memorizadas ou transmitidas como resultados de medição.

#### D.4.15 Estabilidade da amplitude da faixa nominal

A capacidade de uma célula de carga manter a diferença entre a saída da célula de carga na carga máxima ( $D_{\max}$ ) e a saída da célula de carga na carga mínima ( $D_{\min}$ ), ao longo de um período de uso, dentro de limites especificados.

#### D.4.16 Efeito da temperatura sobre a saída da carga morta mínima

Variação na saída da carga morta mínima devida a uma variação na temperatura ambiente.

#### D.4.17 Efeito da temperatura sobre a sensibilidade

Variação na sensibilidade devido a uma variação na temperatura ambiente.

### D.5 Influências e condições de referência

#### D.5.1 Grandeza de influência

Grandeza que não é o mensurando, mas que afeta o resultado da medição deste.

##### D.5.1.1 Perturbação

Uma grandeza de influência tendo um valor dentro dos limites especificados, mas fora das condições de utilização especificadas da célula de carga.

##### D.5.1.2 Fator de influência

Uma grandeza de influência tendo um valor dentro das condições de utilização especificadas da célula de carga.

#### D.5.2 Condições de utilização

Condições de uso para as quais as características metrológicas especificadas de uma célula de carga mantêm-se dentro dos erros máximos admissíveis (ema) especificados.

~~NOTA: As condições de utilização geralmente especificam faixas ou valores aceitáveis para o mensurando e para as grandezas de influência.~~

D.5.3 Condições de referência: condições de uso para o ensaio de desempenho de uma célula de carga ou para intercomparação de resultados de medições.

~~NOTA: As condições de referência geralmente incluem os valores de referência ou as faixas de referência para as grandezas de influência que afetam a célula de carga.~~

~~D.6 Ilustração de certas definições: Os termos que aparecem acima da linha horizontal central são parâmetros que são fixados no projeto da célula de carga. Os termos que aparecem abaixo dessa linha são parâmetros que são variáveis, dependentes das condições de utilização ou nos~~



ensaios de uma célula de carga (em particular, aquelas células de carga usadas nos instrumentos de pesagem):

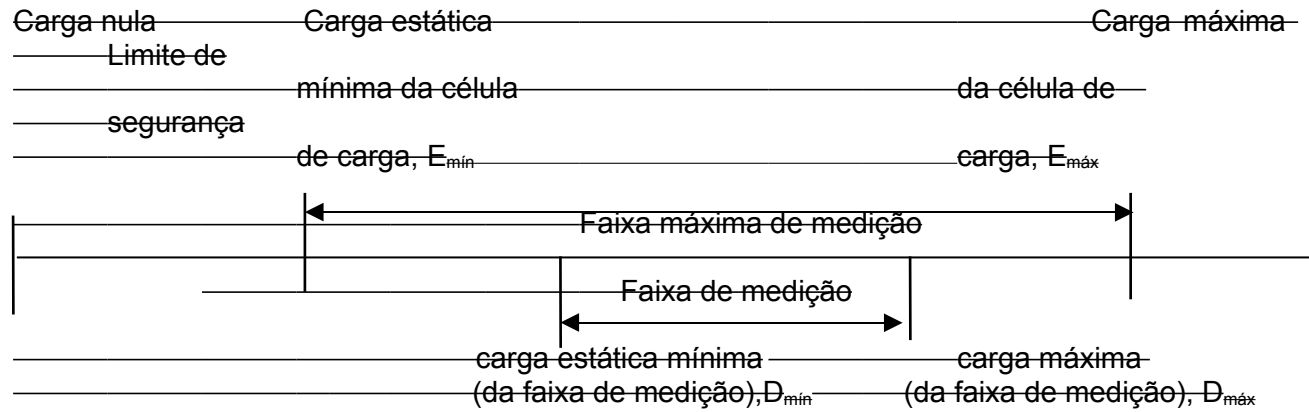


Figura 1. Ilustração de algumas definições.

Nota:

## Anexo A

### (Obligatorio)

#### Procedimientos de ensayo para la aprobación de modelo

##### A.1 Alcance

Este anexo proporciona los procedimientos para la ejecución de los ensayos para la aprobación de modelo de celdas de carga utilizadas en la medición de masa.

La aprobación de la celda de carga no implica la aprobación del sistema completo de pesar.

##### A.2 Condiciones de ensayo

###### A.2.1 Equipamiento para el ensayo

El equipamiento básico para los ensayos de aprobación de modelo consiste en un sistema generador de fuerza y un instrumento lineal apropiado, que mida la señal de salida de la celda de carga (ver 5.6).

###### A.2.2 Consideraciones generales para las condiciones ambientales y de ensayo

Antes de que un ensayo para la evaluación adecuada de una celda de carga pueda ser desarrollado, se deberá prestar cuidadosa atención a las condiciones ambientales y de ensayo bajo las cuales dichas evaluaciones se realizan. Las discrepancias significativas son frecuentemente un resultado del reconocimiento insuficiente de tales detalles. Lo siguiente deberá ser meticulosamente considerado antes de emprender cualquier programa de ensayo de aprobación de modelo.

###### A.2.2.1 Aceleración de la gravedad

Los patrones de masa utilizados en el ensayo serán corregidos, si fuera necesario, de acuerdo a la ubicación del ensayo, y el valor de la constante de gravedad,  $g$ , en el recinto de ensayo será registrado con los resultados del ensayo. El valor de los patrones de masa utilizados para generar la fuerza deberá ser trazable al patrón nacional de masa.

###### A.2.2.2 Condiciones ambientales

Los ensayos deben efectuarse bajo condiciones ambientales estables. La temperatura ambiente se considera estable cuando la diferencia entre las temperaturas extremas registradas durante el ensayo no exceda de un quinto del rango de temperatura de la celda de carga bajo ensayo, sin ser mayor a 2°C.

###### A.2.2.3 Condiciones de carga

Las condiciones de carga deben estar de acuerdo con los requerimientos del fabricante de la celda de carga. Las cargas deben ser aplicadas y removidas a lo largo del eje sensible de la celda de carga sin provocar un impacto en la misma.

###### A.2.2.4 Límites del rango de medición

La carga mínima,  $D_{\min}$ , (de ahora en adelante la llamaremos “carga de ensayo mínima”) deber ser lo más cercana posible, pero no menor, a la carga muerta mínima,  $E_{\min}$ , tanto como sea permitido por el sistema generador de fuerza. La carga máxima,  $D_{\max}$ , (de ahora en adelante la llamaremos “carga de ensayo máxima”) no deberá ser menor al 90% de  $E_{\max}$ , ni mayor a  $E_{\max}$  (remitirse a la figura 1).

###### A.2.2.5 Patrones de referencia

Se debe realizar una calibración periódica de los patrones

###### A.2.2.6 Período de estabilización

Un período de estabilización para la celda de carga bajo ensayo y para el instrumento indicador deben ser previstos, en conformidad con las recomendaciones de los fabricantes del equipamiento utilizado.

#### *A.2.2.7 Condiciones de temperatura*

La estabilización de la temperatura debe ser de al menos 2 hs por cada 10°C de cambio de temperatura para celdas de hasta 5000 kg y de 3 hs por cada 10°C de cambio de temperatura para celdas de mayor capacidad. El sistema de carga deberá tener un diseño tal que no introduzca gradientes térmicos significativos dentro de la celda de carga (menor a 2°C). La celda de carga y sus medios de conexión (cables, tubos, etc.) que sean parte integrante o contigua deben estar a la misma temperatura de ensayo. El indicador debe ser mantenido a temperatura ambiente. El efecto de la temperatura sobre los medios de conexión auxiliares deberá ser considerado en la determinación de los resultados.

#### *A.2.2.8 Efectos de la presión barométrica*

Cuando existieran cambios en la presión barométrica que pudieran afectar significativamente la señal de salida de la celda de carga, tales cambios deben ser considerados.

#### *A.2.2.9 Estabilidad del medio de carga*

Se debe usar un instrumento indicador y un medio de carga que proporcionen suficiente estabilidad para permitir lecturas dentro de los límites especificados en 5.6.

#### *A.2.2.10 Comprobación del indicador*

Asegurarse que el instrumento indicador se encuentra dentro de la exactitud requerida por el ensayo bajo ejecución. Se debe realizar una **verificación** periódica del instrumento indicador.

#### *A.2.2.11 Otras condiciones*

Las otras condiciones especificadas por el fabricante, tales como tensiones de entrada y de salida, sensibilidad eléctrica, etc. deben tomarse en cuenta durante el ensayo.

#### *A.2.2.12 Estabilidad de amplitud del intervalo nominal*

~~La instalación de la celda de carga en el sistema generador de fuerza se deberá llevar a cabo con especial cuidado, ya que el objetivo de este ensayo no es medir la influencia sobre los desempeños metrológicos tanto al cargar la celda de carga con el sistema generador de fuerza como al descargarla.~~

### **A.3 Procedimientos de ensayo**

Cada una de los siguientes ensayos se presenta como un ensayo individual e independiente Sin embargo, para un comportamiento eficaz de los ensayos de la celda de carga, se acepta que los ensayos de carga creciente y decreciente, de “creep” y de retorno de la salida para la carga muerta mínima sean llevados a la temperatura del ambiente de ensayo antes de cambiar a la próxima temperatura de ensayo. Los ensayos de presión barométrica y de humedad se efectúan individualmente luego de completar los ensayos anteriores.

A.3.1 Determinación del error de la celda de carga, del error de repetibilidad y del efecto de la temperatura en la **señal de salida** **indicación** de carga muerta mínima.

#### *A.3.1.1 Control de las condiciones de ensayo*

Remitirse a las condiciones de ensayo en A.2 para asegurarse que se le ha dedicado una consideración apropiada a las mismas, antes de desarrollar los ensayos siguientes.

#### *A.3.1.2 Colocar la celda de carga*

Colocar la celda de carga en el sistema generador de fuerza, cargar hasta la carga de ensayo mínima,  $D_{\min}$ , y estabilizar en 20°C.

#### *A.3.1.3 Pre-cargar la celda de carga*

Pre-cargar la celda de carga aplicando la carga de ensayo máxima,  $D_{\max}$ , tres veces, volviendo a la carga de ensayo mínima,  $D_{\min}$ , después de cada aplicación de carga. Esperar 5 minutos.

#### *A.3.1.4 Control del instrumento indicador*

Comprobar el instrumento indicador de acuerdo a A.2.2.10.

#### *A.3.1.5 Observar la celda de carga*

Observar la indicación de la carga mínima de ~~prueba ensayo mínima~~ hasta que se vuelva estable.

#### *A.3.1.6 Registrar la indicación*

Registrar la indicación que arroja el instrumento indicador para la carga de ensayo mínima,  $D_{\min}$ .

#### *A.3.1.7 Puntos del ensayo de carga*

Todos los puntos del ensayo de carga en una secuencia de carga y descarga deberán estar espaciados por intervalos de tiempo aproximadamente iguales. Las lecturas deben tomarse a intervalos de tiempo lo más cercanos posible a aquellos especificados en la tabla 6 en 5.2.3. Estos dos intervalos de tiempos deben registrarse.

#### *A.3.1.8 Aplicación de cargas crecientes*

Aplicar cargas crecientes hasta la carga de ensayo máxima,  $D_{\max}$ . Debe haber al menos cinco puntos crecientes de carga, que deben incluir cargas aproximadas a los valores más altos en los escalones aplicables de errores máximos admisibles de la celda de carga, como se indica en la tabla 5 en 5.1.1.

#### *A.3.1.9 Registro de las indicaciones*

Registrar las indicaciones que marca el instrumento indicador a intervalos de tiempo lo más cercanos posibles a aquellos especificados en la tabla 6 en 5.2.3. Estos dos intervalos de tiempo deben ser registrados.

#### *A.3.1.10 Ensayo de cargas decrecientes*

Disminuir las cargas de ensayo hasta la carga de ensayo mínima,  $D_{\min}$ , utilizando los mismos puntos de carga que se describen en A.3.1.8

#### *A.3.1.11 Registro de las indicaciones*

Registrar las indicaciones que marca el instrumento indicador a intervalos de tiempo lo más cercanos posibles a aquellos especificados en la tabla 6 en 5.2.3. Estos dos intervalos de tiempo deben ser registrados.

#### *A.3.1.12 Repetición de los procedimientos para las diferentes clases de exactitud*

Repetir las operaciones descritas en A.3.1.7 a A.3.1.11 cuatro veces más para las clases de exactitud A y B, o dos veces más para las clases de exactitud C y D.

#### *A.3.1.13 Repetición de los procedimientos para las diferentes temperaturas*

Repetir las operaciones descritas en A.3.1.3 a A.3.1.12, primero a la temperatura más alta, luego a la temperatura más baja, incluyendo los límites del rango de temperatura aproximada para la clase de exactitud prevista; luego desarrollar las operaciones en A.3.1.3 a A.3.1.12 a 20°C.

#### *A.3.1.14 Determinación del valor del error de la celda de carga*

El valor del error de la celda de carga debe determinarse a partir del promedio de los resultados de los ensayos efectuados a cada nivel de temperatura y comparado con los errores máximos admisibles de la celda de carga en 5.1.1

#### *A.3.1.15 Determinación del error de repetibilidad*

A partir de los datos resultantes, el error de repetibilidad debe ser determinado y comparado con los límites especificados en 5.4.

#### *A.3.1.16 Determinación del efecto de la temperatura sobre la indicación a la carga muerta mínima*

A partir de los datos resultantes, el efecto de la temperatura sobre la indicación de **carga** muerto mínimo debe ser determinado y comparado con los límites especificados en 5.5.1.3.

### *A.3.2 Determinación del error de “creep”*

#### *A.3.2.1 Control de las condiciones de ensayo*

Remitirse a las condiciones de ensayo en A.2 para asegurarse que se le ha dedicado una consideración apropiada a las mismas, antes de desarrollar los siguientes ensayos.

#### *A.3.2.2 Introducir la celda de carga*

Introducir la celda de carga en el sistema generador de fuerza, cargar hasta la carga de ensayo mínima,  $D_{min}$ , y estabilizar en 20°C.

#### *A.3.2.3 Pre-cargado de la celda de carga*

Pre-cargar la celda de carga aplicando la carga de ensayo máxima,  $D_{max}$ , tres veces, volviendo a la carga de ensayo mínima,  $D_{min}$ , después de cada aplicación de carga. Luego esperar 1 hora.

#### *A.3.2.4 Control del instrumento indicador*

*Comprobar el instrumento indicador de acuerdo a A.2.2.10.*

#### *A.3.2.5 Monitoreo de la celda de carga*

Monitorear la indicación de la carga de ensayo mínima hasta que se estabilice.

#### *A.3.2.6 Registro de la indicación*

Registrar la indicación que arroja el instrumento indicador para la carga de ensayo mínima,  $D_{min}$ .

#### *A.3.2.7 Aplicación de la carga*

Aplicar una carga de ensayo máxima constante,  $D_{max}$ .

#### *A.3.2.8 Registro de las indicaciones*

Registrar la indicación inicial del instrumento indicador en los intervalos de tiempo especificados en la tabla 6 en 5.2.3. Continuar registrando periódicamente a partir de entonces, a los intervalos de tiempo estipulados sobre un período de 30 minutos, asegurándose de tomar una lectura a los 20 minutos.

#### *A.3.2.9 Repetición de los procedimientos para diferentes temperaturas*

Repetir las operaciones descriptas en A.3.2.3 a A.3.2.8, primero a la temperatura más alta, luego a la temperatura más baja, incluyendo los límites aproximados del rango de temperatura para la clase de exactitud prevista

#### *A.3.2.10 Determinación del error de “creep”*

Con los datos resultantes, ~~y teniendo en cuenta el efecto de las variaciones de la presión barométrica de acuerdo a A.3.2.8,~~ el valor del error de “creep” debe ser determinado y comparado con la variación permitida especificada en 5.3.1.

### *A.3.3 Determinación del retorno de la salida en la carga muerta mínima (DR)*

#### *A.3.3.1 Control de las condiciones de ensayo*

Remitirse a las condiciones de ensayo en A.2 para asegurarse las condiciones adecuadas antes de desarrollar los siguientes ensayos.

#### *A.3.3.2 ~~Introducir~~ colocar la celda de carga*

Colocar ~~Introducir~~ la celda de carga en el sistema generador de fuerza, cargar hasta la carga de ensayo mínima,  $D_{\min}$ , y estabilizar en 20°C.

#### *A.3.3.3 Pre-cargado de la celda de carga*

Pre-cargar la celda de carga aplicando la carga de ensayo máxima,  $D_{\max}$ , tres veces, volviendo a la carga de ensayo mínima,  $D_{\min}$ , después de cada aplicación de carga. Esperar 1 hora.

#### *A.3.3.4 Control del instrumento indicador*

*Comprobar el instrumento indicador de acuerdo a A.2.2.10.*

#### *A.3.3.5 Monitoreo de la celda de carga*

Monitorear la indicación de la carga de ensayo mínima hasta que estabilice.

#### *A.3.3.6 Registro de la indicación*

Registrar la indicación que arroja el instrumento indicador para la carga de ensayo mínima,  $D_{\min}$ .

#### *A.3.3.7 Aplicación de la carga*

Aplicar una carga de ensayo máxima constante,  $D_{\max}$ .

#### *A.3.3.8 Registro de las indicaciones*

Registrar la indicación inicial que marca el instrumento indicador en intervalos de tiempo los más cercanos posibles a aquellos especificados en la tabla 6 en 5.2.3. Estos dos intervalos de tiempo deben ser registrados. Registrar el tiempo en el cual la carga se aplica completamente y mantener la carga por un período de 30 minutos.

#### *A.3.3.9 Registro de datos*

Registrar el tiempo de inicio de la fase de descarga y retornar a la carga de ensayo mínima,  $D_{\min}$ .

#### *A.3.3.10 Registro de la indicación*

Registrar la indicación que marca el instrumento indicador en intervalos de tiempo lo más cercanos posibles a aquellos especificados en la tabla 6 en 5.2.3. Estos dos intervalos de tiempo deben ser registrados.

#### *A.3.3.11 Repetición de los procedimientos para diferentes temperaturas*

Repetir las operaciones descritas en A.3.2.3 a A.3.2.8, primero a la temperatura más alta, luego a la temperatura más baja, incluyendo los límites aproximados del rango de temperatura para la clase de exactitud prevista.

#### *A.3.3.12 Determinar el retorno de la salida a la carga muerta mínima (DR)*

Con los datos resultantes, el valor del retorno de la salida a la carga muerta mínima (DR) debe ser determinado y comparado con la variación permitida especificada en 5.3.2.

#### *A.3.4 Determinación de los efectos de la presión barométrica (Lunes 13)*

~~Este ensayo debe ser llevado a cabo, al menos que haya una justificación de diseño suficiente que demuestre que el desempeño de la celda de carga no se vea afectado por cambios en la presión barométrica.~~

~~Comentario: es difícil de justificar, considero mejor ensayar a todos los modelos. En el caso de una familia, habría que ensayar solo una; agregar este concepto en 7.3.~~

#### *A.3.4.1 Control de las condiciones de ensayo*

Remitirse a las condiciones de ensayo en A.2 para asegurarse que se le ha dedicado una consideración apropiada a las mismas, antes de desarrollar los siguientes ensayos

#### *A.3.4.2 Colocar la celda de carga*

A temperatura ambiente, **colocar**la celda de carga sin carga en la cámara barométrica a presión atmosférica.

#### *A.3.4.3 Control del instrumento indicador*

*Comprobar el instrumento indicador de acuerdo a A.2.2.10.*

#### *A.3.4.4 Monitoreo de la celda de carga*

Monitorear la indicación de salida hasta que **la misma sea estable**

#### *A.3.4.5 Registro de la indicación*

Registrar la indicación del instrumento indicador.

#### *A.3.4.6 Variación de la presión barométrica*

Cambiar la presión barométrica a un valor de aproximadamente 1 kPa más bajo o más alto que la presión atmosférica y registrar la indicación que marca el instrumento indicador.

#### *A.3.4.7 Determinación del error de la presión barométrica*Esto

Con los datos resultantes, el valor de influencia de la presión barométrica debe ser determinado y comparado con los límites especificados en 5.5.2. **Alejandro verá con la CEM**

### *A.3.5 Determinación de los efectos de humedad para las celdas de carga con marca CH o no marcadas*

#### *A.4.5.1 Control de las condiciones de ensayo*

Remitirse a las condiciones de ensayo en A.2 para asegurarse que se le ha dedicado una consideración apropiada a las mismas, antes de desarrollar los siguientes ensayos

#### *A.3.5.2 Introducir la celda de carga*

Introducir la celda de carga en el sistema generador de fuerza, cargar hasta la carga de ensayo mínima,  $D_{\min}$ , y estabilizar en 20°C.

#### *A.3.5.3 Pre-cargado de la celda de carga*

Pre-cargar la celda de carga aplicando la carga de ensayo máxima,  $D_{\max}$ , tres veces, volviendo a la carga de ensayo mínima,  $D_{\min}$ , después de cada aplicación de carga.

#### *A.3.5.4 Control del instrumento indicador*

*Comprobar el instrumento indicador de acuerdo a A.2.2.10.*

#### *A.3.5.5 Monitoreo de la celda de carga*

Observar la indicación de la carga de ensayo mínima hasta que estabilice.

#### *A.3.5.6 Registro de la indicación*

Registrar la indicación que arroja el instrumento indicador para la carga de ensayo mínima,  $D_{\min}$ .

#### *A.3.5.7 Aplicación de la carga*

Aplicar una carga de ensayo máxima,  $D_{\max}$ .

#### *A.3.5.8 Registro de las indicaciones*

Registrar la indicación inicial que marca el instrumento indicador en intervalos de tiempo los más cercanos posibles a aquellos especificados en la tabla 6 en 5.2.3. Estos dos intervalos de tiempo deberán ser registrados.

#### *A.3.5.9 Retiro de la carga*

Retirar la carga de ensayo hasta que sólo quede la carga de ensayo mínima,  $D_{\min}$ .

#### *A.3.5.10 Registro de la indicación*

Registrar la indicación que marca el instrumento indicador en intervalos de tiempo lo más cercanos posibles a aquellos especificados en la tabla 6 en 5.2.3. Estos dos intervalos de tiempo deberán ser registrados.

#### *A.3.5.11 Repetición de los procedimientos para las diferentes clases de exactitud*

Repetir las operaciones descritas en A.3.5.7 a A.3.5.10 cuatro veces más para las clases de exactitud A y B o dos veces más para las clases de exactitud C y D.

#### *A.3.5.12 Realización del ensayo de ciclado con calor húmedo*

Realizar un *ensayo de ciclado con calor húmedo* de acuerdo con IEC 60068-2-30 (1980-01) *Environmental testing – Part 2: Tests. Test Db and guidance (12 + 12 – hour cycle)*, con la modificación IEC 60068-2-30 am1 (1985-01) i La información de base concerniente a los ensayos de ciclado con calor húmedo se obtiene en la IEC 60068-2-28 (1990-03) *Environmental testing – Part 2: Tests. Guidance for damp heat tests*.

##### *Resumen del procedimiento de ensayo:*

Este ensayo consiste en una exposición a 12 ciclos de temperatura de 24 horas de duración cada uno. La humedad relativa debe estar comprendida entre el 80% y el 96% y la temperatura se varía de 25°C a 40°C, de acuerdo con el ciclo especificado.

##### *Severidad del ensayo:*

40°C, 12 ciclos.

##### *Mediciones iniciales:*

Las indicadas desde A.3.5.1 hasta A.3.5.11.inclusive.

##### *Estado de la celda de carga durante el acondicionamiento:*

La celda de carga debe estar dentro de la cámara, con la conexión de salida de señal fuera de la cámara, y sin funcionar. Utilizar la variante 2 de IEC 60068-2-30 (1980-01) modificada por la IEC 60068-2-30-am1 (1985-01) cuando se reduce la temperatura.

##### *Condiciones de recuperación y mediciones finales:*

De acuerdo a A.3.5.13.

#### *A.3.5.13 Extracción de la celda de carga de la cámara*

Retirar la celda de carga de la cámara de humedad, quitar cuidadosamente la humedad de la superficie, y mantener la celda de carga en las condiciones atmosféricas normales por **un período de al menos 2 horas** como para lograr la estabilidad de la temperatura (normalmente de 1 a 2 horas).



Repetir desde A.3.5.1 hasta A.3.5.11, asegurándose que la carga de ensayo mínima,  $D_{\min}$ , y la carga de ensayo máxima,  $D_{\max}$ , aplicadas sean las mismas que las utilizadas previamente.

#### *A.3.5.14 Determinación del valor de las variaciones producidas por la humedad*

Con los datos resultantes, el valor de las variaciones producidas por la humedad puede ser determinado y comparado con los límites especificados en 5.5.3.1.

**Comentario: Utilizaríamos un ciclo de 12 hs a 20°C y 50%HR y 12 hs a 40°C (o la temperatura máxima de ensayo) y 85% HR.**

### **A.3.6 Determinación de los efectos de humedad para las celdas de carga con marca SH**

#### *A.3.6.1 Control de las condiciones de ensayo*

Remitirse a las condiciones de ensayo en A.2 para asegurarse que se le ha dedicado una consideración apropiada a las mismas, antes de desarrollar los siguientes ensayos

#### *A.3.6.2 Colocar la celda de carga*

Introducir la celda de carga en el sistema generador de fuerza, cargar hasta la carga de ensayo mínima,  $D_{\min}$ , y estabilizar en 20°C.

#### *A.3.6.3 Pre-cargado de la celda de carga*

Pre-cargar la celda de carga aplicando la carga de ensayo máxima,  $D_{\max}$ , tres veces, volviendo a la carga de ensayo mínima,  $D_{\min}$ , después de cada aplicación de carga.

#### *A.3.6.4 Control del instrumento indicador*

Comprobar el instrumento indicador de acuerdo a A.2.2.10.

#### *A.3.6.5 Monitoreo de la celda de carga*

Observar la indicación de la carga de ensayo mínima hasta que se estabilice.

#### *A.3.6.6 Registro de la indicación*

Registrar la indicación del instrumento indicador para la carga de ensayo mínima,  $D_{\min}$ .

#### *A.3.6.7 Puntos del ensayo de carga*

Todos los puntos del ensayo de carga en una secuencia de carga y descarga deberán estar espaciados por intervalos de tiempo aproximadamente iguales. Las lecturas deben tomarse a intervalos de tiempo lo más cercanos posible a aquellos especificados en la tabla 6 en 5.2.3. Estos dos intervalos de tiempos deben registrarse

#### *A.3.6.8 Aplicación de las cargas crecientes*

Aplicar cargas crecientes hasta la carga de ensayo máxima,  $D_{\max}$ . Debe haber al menos cinco puntos crecientes de carga, que deben incluir cargas aproximadas a los valores más altos en los pasos aplicables de errores máximos admisibles de la celda de carga, como se indica en la tabla 5 en 5.1.1.

~~NOTA: Habría que exigir los mismos puntos que en A.4.1.7 (ensayo de repetibilidad y efecto de temperatura).~~

#### *A.3.6.9 Registro de las indicaciones*

Registrar las indicaciones que marca el instrumento indicador a intervalos de tiempo los más cercanos posibles a aquellos especificados en la tabla 6 en 5.2.3. Estos dos intervalos de tiempo deben registrarse.

#### *A.3.6.10 Ensayo de cargas crecientes*

Reducir la carga de ensayo hasta la carga de ensayo mínima,  $D_{\min}$ , utilizando los mismos puntos de carga que se describen en A.3.6.8

#### *A.3.6.11 Realización del ensayo de calor húmedo constante*

Realizar un ensayo de calor húmedo constante de acuerdo con IEC 60068-2-3 (1969-01) *Environmental testing – Part 2: Tests. Test Ca: Damp heat, steady state*, IEC 60068-2-56 (1988-12) *Environmental testing – Part 2: Tests. Test Cb: Damp heat, steady state*, principalmente para equipamiento e IEC 60068-2-28 (1990-03) *Environmental testing – Part 2: Tests. Guidance for damp heat tests*.

##### *Resumen del procedimiento de ensayo:*

Este ensayo implica la exposición de la celda de carga a una temperatura constante y a una humedad relativa constante. La celda de carga deberá ensayarse como se especifica en A.3.6.1 a A.3.6.10:

- a) a una temperatura de referencia (20°C o el valor medio del rango de temperatura cuando 20°C está fuera de este rango) y a una humedad relativa del 50% después del acondicionamiento;
- b) a la temperatura más alta del rango especificado en 5.5.1 para la celda de carga y a una humedad relativa del 85%, dos días después que la temperatura y la humedad se hayan estabilizado; y
- c) a la temperatura de referencia y a una humedad relativa del 50%.

Comentario: Entre a-b y b-c, debería haber 1 día de estabilización. No tiene sentido 2 días de estabilización, pues las condiciones reales de funcionamiento son mucho más rápidas. (Fui a Coordinación por tema Premedidos)

##### *Estado de la celda de carga durante el acondicionamiento:*

Ubicar la celda de carga dentro de la cámara con la conexión de la señal de salida externa a la cámara, y encendida. Utilizar IEC 60068-2-3 (1969-01) e IEC 60068-2-56 (1988-12) al momento de disminuir la temperatura.

#### *A.3.6.12 Registro de las indicaciones*

Registrar las indicaciones que marca el instrumento indicador a intervalos de tiempo lo más cercanos posible a aquellos especificados en la tabla 6 en 5.2.3. Estos dos intervalos de tiempo deben registrarse.

#### *A.3.6.13 Determinación del valor de las variaciones producidas por la humedad*

Con los datos resultantes, el valor de las variaciones producidas por la humedad puede ser determinado y comparado con los límites especificados en 5.5.3.2.

### *A.3.7 Ensayos adicionales para las celdas de carga equipadas con electrónica*

#### *A.3.7.1 Evaluación del error para celdas de carga con salida digital*

Para las celdas de carga que posean un intervalo de salida digital mayor que 0,20 v, se deben usar los puntos de conversión en la evaluación de los errores, antes de redondear como sigue.

En una cierta carga, L, el valor digital de salida, I, se anota. Cargas adicionales, por ejemplo 0,1v, se agregan sucesivamente hasta que la salida de la celda de carga aumenta inequívocamente en un incremento digital de salida (I + v). La cantidad adicional de carga, ΔL, agregado a la celda de carga da el valor digital de salida antes de redondear, P, utilizando la siguiente fórmula:

$$P = I + \frac{1}{2} v - \Delta L$$

donde:

I = la indicación o el valor digital de salida;

v = la división de verificación de la celda de carga; y

ΔL = carga adicional agregada a la celda de carga.

El error, E, antes de redondear es:

$$E = P - L = I + \frac{1}{2} v - \Delta L - L$$

y el error corregido, E<sub>c</sub>, antes de redondear es:

$$E_c = E - E_o \leq mpe$$

donde E<sub>o</sub> es el error calculado a la carga de ensayo mínima, D<sub>min</sub>.

#### *A.4.7.2 Tiempo de calentamiento (ver 6.3.2)*

##### *Resumen del procedimiento de ensayo:*

Estabilizar la celda de carga a 20°C y desconectar de cualquier fuente eléctrica por un período de al menos 8 horas antes del ensayo.

Introducir la celda de carga en el sistema generador de fuerza.

Pre-cargar la celda de carga aplicando una carga de ensayo máxima, D<sub>max</sub>, tres veces, volviendo a la carga de ensayo mínima, D<sub>min</sub>, después de cada aplicación de carga.

Dejar reposar la celda de carga por 5 minutos.

Conectar la celda de carga a la fuente de alimentación y encender.

##### *Registro de datos:*

Tan pronto como se obtiene el resultado de la medición, registrar la indicación del instrumento para la carga de ensayo mínima y para la carga de ensayo máxima, D<sub>max</sub>, aplicada.

##### *Carga y descarga:*

La indicación de carga de ensayo máxima debe ser determinada a intervalos de tiempo lo más cercanos posibles a aquellos especificados en la tabla 6 en 5.2.3 y registrada, y la carga deberá retornar a la carga de ensayo mínima, D<sub>min</sub>. Estas mediciones deben repetirse después de 5, 15 y 30 minutos.

##### *Variaciones máximas admisibles:*

El valor absoluto de la diferencia entre la indicación a la carga de ensayo máxima, D<sub>max</sub>, y la indicación a la carga de ensayo mínima, D<sub>min</sub>, tomada inmediatamente antes de la aplicación de la carga de ensayo máxima, D<sub>max</sub>, en el caso de cualquiera de las mediciones individuales, no debe exceder el valor absoluto del error para la carga máxima de ensayo, D<sub>max</sub>, aplicada.

Para las celdas de carga de clase A, deben observarse las disposiciones del manual de operación para el período siguiente a la conexión a la fuente eléctrica.

#### *A.3.7.3 Variaciones de la tensión de alimentación (ver 6.3.3 y 6.3.4)*

##### *Resumen del procedimiento de ensayo:*

Este ensayo consiste en someter a la celda de carga a las variaciones de la tensión de alimentación.

Se aplica una carga de ensayo de acuerdo con los puntos A.3.1.1 a A.3.1.12 a una temperatura de 20°C, con la celda de carga conectada a la tensión de referencia. El ensayo se repite con la celda de carga conectada a los límites superior e inferior de la tensión de alimentación.

##### *Antes de cualquier ensayo:*

Estabilizar la celda de carga bajo condiciones ambientales constantes.

##### *Severidad del ensayo:*

##### *Variaciones de la tensión de alimentación de red:*

- a) límite superior de tensión ( $V + 10\%$ );
- b) límite inferior de tensión ( $V - 15\%$ ).

*Variaciones de la tensión de alimentación con baterías:*

- a) límite superior de tensión (no aplicable);
- b) límite inferior de tensión (especificado por el fabricante, por debajo de  $V$ ).

La tensión,  $V$ , es el valor especificado por el fabricante. Si se especifica un rango de referencia para la tensión de la red eléctrica ( $V_{\min}$ ,  $V_{\max}$ ), entonces el ensayo debe efectuarse a un límite de tensión superior a  $V_{\max}$  y a un límite de tensión inferior a  $V_{\min}$ .

*Variaciones máximas admisibles:*

Todas las funciones deben operar como han sido diseñadas.

Todos los resultados de medición deben estar dentro de los errores máximos admisibles.

**Nota:** Cuando una celda de carga se alimenta con energía trifásica, las variaciones de tensión deben aplicarse a cada fase sucesivamente y a todas las fases simultáneamente.

*Referencia: IEC 61000-4-11 (1994-06)*

#### *A.3.7.4 Reducciones cortas de energía (ver 6.3.5)*

*Resumen del procedimiento de ensayo:*

Este ensayo consiste en exponer a la celda de carga a reducciones cortas de energía especificadas.

Se debe usar un generador de ensayo capaz de reducir la amplitud de uno o más semi ciclos (en los cruces por cero) de la tensión de alimentación de corriente alterna. El generador de ensayo debe ser ajustado antes de conectarse a la celda de carga. Las reducciones de la tensión de la red eléctrica deben repetirse diez veces por intervalos de al menos 10 segundos.

*Carga de ensayo:*

Durante el ensayo, el efecto de cualquier dispositivo automático de ajuste de cero o seguimiento de cero deberá ser apagado o suprimido, por ejemplo aplicando una pequeña carga de ensayo. La carga de ensayo no requiere ser mayor que lo necesario para llevar a cabo esta supresión.

*Antes de cualquier ensayo:*

Estabilizar la celda de carga bajo condiciones ambientales constantes.

*Severidad del ensayo:*

Reducción:	100%	50%
Número de semi ciclos:	1	2

*Variaciones máximas admisibles:*

La diferencia entre el resultado de la medición obtenido con la perturbación y el resultado de la medición obtenido sin la perturbación no deberá exceder de una división de verificación mínima de la celda de carga,  $v_{\min}$ , o la celda de carga deberá detectarlo y reaccionar ante una falla significativa.

*Referencia a la IEC 61000-4-11 (1994-06)*

#### *A.4.7.5 Ráfagas (transitorios eléctricos rápidos) (ver 6.3.5)*

*Resumen del procedimiento de ensayo:*

Este ensayo consiste en exponer a la celda de carga a ráfagas especificadas de picos de tensión.

*Instrumentación del ensayo:*

De acuerdo con IEC 61000-4-4 (1995-01), N° 6.

*Montaje del ensayo:*

De acuerdo con IEC 61000-4-4 (1995-01), N° 7.

*Procedimiento de ensayo:*

De acuerdo con IEC 61000-4-4 (1995-01), N° 8.

*Antes de cualquier ensayo:*

Estabilizar la celda de carga bajo condiciones ambientales constantes.

Este ensayo debe aplicarse separadamente a:

- a) líneas de alimentación de energía;
- b) circuitos de entrada y salida y líneas de comunicación, si las hubiera.

*Carga de ensayo:*

Durante el ensayo, el efecto de cualquier dispositivo automático de ajuste de cero o seguimiento de cero deberá ser apagado o suprimido, por ejemplo aplicando una pequeña carga de ensayo. La carga de ensayo no requiere ser mayor que la necesaria para llevar a cabo esta supresión.

*Severidad del ensayo:*

Nivel 2 (de acuerdo con IEC 61000-4-4 (1995-01), N° 5).

Tensión de ensayo para salidas a circuito abierto en:

- líneas de alimentación de energía: 1 kV;
- señales de entrada / salida, datos y líneas de control: 0,5 kV.

*Variaciones máximas admisibles:*

La diferencia entre el resultado de la medición obtenido con la perturbación y el resultado de la medición obtenido antes de la perturbación no deberá exceder de una división de verificación mínima de la celda de carga,  $v_{min}$ , o la celda de carga deberá detectarlo y reaccionar ante una falla significativa.

*Referencia IEC 61000-4-4 (1995-01).*

*A.4.7.6 Descarga electrostática (ver 6.3.5)*

*Resumen del procedimiento de ensayo:*

Este ensayo consiste en exponer a la celda de carga a descargas electrostáticas directas e indirectas especificadas.

*Generador de ensayo:*

De acuerdo con IEC 61000-4-2 (1999-05) Ed 1.1 Edición consolidada, N° 6.

*Montaje del ensayo:*

De acuerdo con IEC 61000-4-2 (1999-05) Ed 1.1 Edición consolidada, N° 7.

*Procedimiento de ensayo:*

De acuerdo con IEC 61000-4-2 (1999-05) Ed 1.1 Edición consolidada, N° 8.

*Métodos de descarga:*

1. Este ensayo incluye el método de penetración de pintura, si fuera apropiado;
2. Para descargas directas, la descarga en aire debe ser utilizada cuando el método de descarga de contacto no pueda ser aplicado.

*Antes de cualquier ensayo:*

Estabilizar la celda de carga bajo condiciones ambientales constantes.

*Tipo de descarga:*

Deben ser aplicadas como mínimo 10 descargas directas y 10 descargas indirectas.

*Intervalo de tiempo entre aplicaciones:*

El intervalo de tiempo entre descargas sucesivas debe ser de al menos 10 segundos.

*Carga de ensayo:*

Durante el ensayo, el efecto de cualquier dispositivo automático de ajuste de cero o seguimiento de cero deberá ser apagado o suprimido, por ejemplo aplicando una pequeña carga de ensayo. La carga de ensayo no requiere ser mayor que la necesaria para llevar a cabo esta supresión.

*Severidad del ensayo:*

Nivel 3 (de acuerdo con IEC 61000-4-2 (1999-05) Ed 1.1 Edición consolidada, N° 5). Tensiones continuas menor o igual a 6 kV para descargas de contacto y 8 kV para descargas en aire.

*Variaciones máximas admisibles:*

La diferencia entre el resultado de la medición obtenido con la perturbación y el resultado de la medición obtenido antes de la perturbación no deberá exceder de una división de verificación mínima de la celda de carga,  $v_{\min}$ , o la celda de carga deberá detectarlo y reaccionar ante una falla significativa

*Referencia a la IEC 61000-4-2 (1999-05) Ed 1.1.*

*A.4.7.7 Susceptibilidad electromagnética (ver 6.3.5)*

*Resumen del procedimiento de ensayo:*

Este ensayo consiste en exponer a la celda de carga a campos electromagnéticos especificados.

*Generador de ensayo:*

De acuerdo con IEC 61000-4-3 (1998-11) Ed 1.1 Edición consolidada, N° 6.

*Montaje del ensayo:*

De acuerdo con IEC 61000-4-3 (1998-11) Ed 1.1 Edición consolidada, N° 7.

*Procedimiento de ensayo:*

De acuerdo con IEC 61000-4-3 (1998-11) Ed 1.1 Edición consolidada, N° 8.

*Antes de cualquier ensayo:*

Estabilizar la celda de carga bajo condiciones ambientales constantes.

*Intensidad del campo electromagnético:*

La celda de carga deberá ser expuesta a tipos e intensidades de campos electromagnéticos tales como se especifica en el nivel de severidad.

*Carga de ensayo:*

Durante el ensayo, el efecto de cualquier dispositivo automático de ajuste de cero o seguimiento de cero deberá ser apagado o suprimido, por ejemplo aplicando una pequeña carga de ensayo. La carga de ensayo no requiere ser mayor que la necesaria para llevar a cabo esta supresión.

*Severidad de la prueba:*

Nivel 2 (de acuerdo con IEC 61000-4-3 (1998-11) Ed 1.1 Edición consolidada, N° 6).

*Rango de frecuencia:* 26 MHz a 1000 MHz;

*Intensidad del campo:* 3 V/m;

*Modulación:* 80% AM, 1 kHz onda sinusoidal.

*Variaciones máximas admisibles:*

La diferencia entre el resultado de la medición obtenido con la perturbación y el resultado de la medición obtenido antes de la perturbación no deberá exceder de una división de verificación mínima de la celda de carga,  $v_{\min}$ , o la celda de carga deberá detectarlo y reaccionar ante una falla significativa

*Referencia IEC 61000-4-3 (1998-11) Ed 1.1.*

*A.3.7.8 Estabilidad de amplitud del intervalo nominal (ver 6.3.6)*

*(no aplicable a celdas de carga de clase A)*

*Resumen del procedimiento de ensayo:*

Este ensayo consiste en observar las variaciones de la celda de carga bajo condiciones ambientales ~~lo suficientemente~~ constantes ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ) antes, durante varios intervalos, y después que la celda de carga sea sometida a todos ~~cualquiera~~ de los ensayos aplicables contenidas en este Anexo.

La celda de carga debe desconectarse de la alimentación eléctrica de red, o de la fuente a baterías a la que esté conectada, dos veces por al menos 8 horas durante el período de ensayo. El número de desconexiones puede incrementarse si así lo especifica el fabricante o a criterio de la autoridad de aprobación en ausencia de este tipo de consideraciones.

Para la realización de este ensayo, serán tenidas en consideración las instrucciones de operación del fabricante.

La celda de carga debe estabilizarse en las condiciones ambientales indicadas ~~lo suficientemente~~ ~~constantes~~ después de encendida por al menos 5 horas, pero al menos 16 horas después de haberse llevado a cabo cualquiera de los ensayos de temperatura o humedad.

***Duración del ensayo:***

**El tiempo necesario para realizar todas las pruebas requeridas en este Anexo, pero no excediendo de los 28 días.**

***Comentario: me parece un tiempo demasiado corto, requiere una planificación de los ensayos demasiado eficiente.***

*Tiempo entre las mediciones:*

Entre  $\frac{1}{2}$  día (12 horas) y 10 días (240 horas), con una distribución pareja de las mediciones sobre la duración total de los ensayos.

*Cargas de ensayo:*

Una carga de ensayo mínima,  $D_{\min}$ ; la misma carga de ensayo debe usarse a lo largo de todo el ensayo.

Una carga de ensayo máxima,  $D_{\max}$ ; la misma carga de ensayo debe usarse a lo largo de todo el ensayo.

*Cantidad de mediciones:*

Al menos 8.

*Secuencia de ensayo:*

Debe usarse el mismo equipamiento y cargas de ensayo a lo largo del mismo

~~Idéntico equipamiento de ensayo y cargas de ensayo deben usarse a lo largo del mismo.~~

~~Estabilizar todos los factores en las condiciones ambientales indicadas suficientemente constantes.~~

Cada serie de mediciones debe consistir en lo siguiente:

- a) pre-cargar la celda de carga aplicando la carga de ensayo máxima,  $D_{\max}$ , tres veces, volviendo a la carga de ensayo mínima,  $D_{\min}$ , después de cada aplicación de carga;
- b) estabilizar la celda de carga en la carga de ensayo mínima,  $D_{\min}$ ;
- c) leer la indicación para carga de ensayo máxima, y aplicar la carga de ensayo máxima,  $D_{\max}$ . Leer la indicación para carga de ensayo máxima a intervalos de tiempo lo más cercanos posible a aquellos especificados en la tabla 6 en 5.2.3, y retornar a la carga de ensayo mínima,  $D_{\min}$ . Repetir esto cuatro veces más para la clase de exactitud B o dos veces más para la clases de exactitud C y D;
- d) determinar el resultado de la medición de la estabilidad de amplitud del intervalo nominal, el cual es la diferencia de los resultados entre la media de la señal de salida a la carga de ensayo máxima y la media de la señal de salida a la carga de ensayo mínima. Comparar los resultados obtenidos con el resultado inicial de la medición de la amplitud del intervalo nominal y determinar el error.

*Registrar los siguientes datos:*

- a) fecha y hora (absolutas, no relativas);
- b) temperatura;
- c) presión barométrica;
- d) humedad relativa;
- e) valores de la carga de ensayo;
- f) indicaciones de la celda de carga;
- g) errores.

Aplicar todas las correcciones necesarias resultantes de las variaciones en la temperatura, presión, etc. entre las distintas mediciones.

Permitir la recuperación completa de la celda de carga antes de efectuar algún otro ensayo.

*Variaciones máximas admisibles:*

La variación en los resultados de la medición de estabilidad de amplitud del intervalo nominal de la celda de carga no deberá exceder de la mitad de la división de verificación de la celda de carga o la mitad del



valor absoluto del ema para la carga de ensayo aplicada, según la cual que sea mayor sobre cualquiera de las mediciones.

Cuando las diferencias de los resultados indiquen una tendencia de más de la mitad de la variación admisible especificada anteriormente, el ensayo debe continuarse hasta que la tendencia desaparezca o se invierta ~~reinvierte a sí misma~~, o hasta que el error exceda la variación máxima admisible.

**A.5—Secuencia recomendada de ensayo**

**A.5.1—Secuencia del ensayo**

La secuencia recomendada de ensayo para cada temperatura de ensayo cuando todos los ensayos son realizados en el mismo sistema generador de fuerza, se muestra en la figura A.1 (ver página 30).

**A.5.2—Secuencia de ensayo para el retorno de salida para carga muerta mínima**

La secuencia recomendada de ensayo para cada temperatura de prueba para los ensayos de retorno de salida para carga muerta mínima (DR) y creep cuando se llevan a cabo en un sistema generador de fuerza diferente a aquel usado para los ensayos de carga, se muestra en la Figura A.2 (ver página 30).

Figura A.1 - Secuencia de prueba recomendada para cada temperatura de prueba cuando todos los ensayos se realizan en la misma máquina.

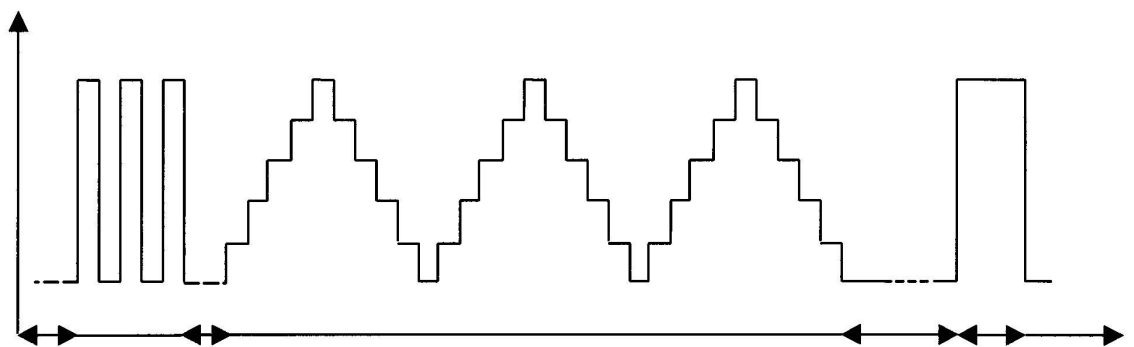
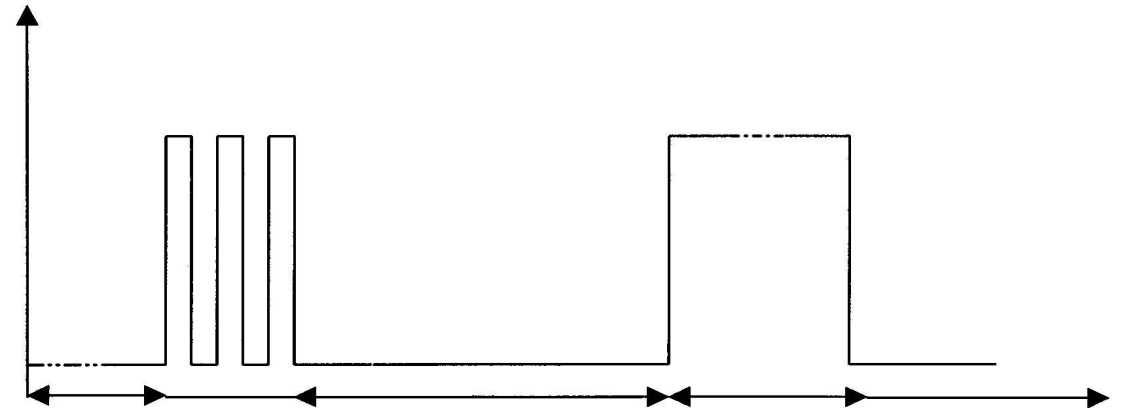


Figura A.2 - Secuencia de prueba recomendada para cada temperatura de prueba para las pruebas de retorno de cero (DR) y creep cuando se realizan en una máquina diferente de aquella utilizada para las pruebas de carga.



## Anexo C

### (Obligatorio)

#### Formato de reporte de ensayo – General

### C.1 Introducción

C.1.1 El objetivo del *Formato de Reporte de Ensayo* es proporcionar un formato estándar para la presentación de los resultados del ensayo obtenidos al evaluar una celda de carga en conformidad con los procedimientos de ensayo descriptos en este reglamento.

~~C.1.2 En la estructura del Sistema de Certificación OIML para Instrumentos de Medición, aplicable a celdas de carga en conformidad con R 60 (edición 2000), el uso de este formato de reporte de ensayo es obligatorio, en francés y/o en inglés, con traducción a los lenguajes nacionales de los países que emiten dichos certificados, si corresponde.~~

C.1.2 Alguno de los ensayos podría tener que ser repetido varias veces y reportado utilizando varias hojas idénticas; por lo tanto, las páginas de reporte deben ser numeradas en el espacio provisto en el encabezado de cada página, completado con la indicación del número total de páginas.

### C.2 Procedimientos de cálculo

~~C.2.1 Para facilitar la comparación de los reportes establecidos en inglés y en francés, las mismas abreviaturas (aquellas del idioma inglés) se utilizan en ambas versiones; los significados de estas abreviaturas se dan cuando sea apropiado.~~

Para ensayar y evaluar celdas de carga para evaluación de modelo, se reconoce que los aparatos de prueba y las prácticas utilizadas por los diferentes laboratorios serán diferentes. OIML R 60 tiene en cuenta estas variaciones e incluso proporciona un método para los resultados de la prueba, el registro y el cálculo que son fácilmente comprensibles por otros grupos entendidos que examinan los datos.

Para lograr esta facilidad de comparación es necesario que aquellas personas que realizan las pruebas utilicen un sistema común para registrar los datos y calcular los resultados.

Así, es esencial que los procedimientos de cálculo a continuación sean revisados y seguidos de cerca para la terminación de este reporte de ensayo.

#### C.2.2 Errores de la celda de carga ( $E_L$ )<sup>[2]</sup>

C.2.2.1 Completar una tabla D.1 (3 series) para cada temperatura de prueba, calcular los promedios y registrar en la columna de la mano derecha. Cuando se necesitan 5 series, utilizar la tabla D.1 (5 vueltas).

C.2.2.2 Determinar el factor de conversión, f, que es el número de unidades indicadas por división de verificación de celda de carga, v, y se utiliza para convertir todas las “unidades indicadas” a “v”. Se determina de la prueba los promedios de los datos de las pruebas de carga creciente a la temperatura inicial de 20°C de la prueba nominal.

C.2.2.3 Si una celda de carga que corresponde al 75% del rango de medición para la celda de carga bajo ensayo (por ejemplo, 2250 para una celda de 3000 divisiones, que es  $D_{min}$  más el 75% de la diferencia entre  $D_{max}$  y  $D_{min}$ ) no se incluye en las cargas de prueba utilizadas en la tabla D.1, interpolar entre los valores adyacentes mayores y menores de los promedios de todas las tres series de ensayos y registrar en la tabla D.2 (ver 5.2.2).

C.2.2.4 Calcular la diferencia entre la indicación promedio sobre las series de ensayos de carga creciente al 75% de la diferencia entre  $D_{max}$  y  $D_{min}$  y la indicación en  $D_{min}$ . Dividir el resultado (a 5 cifras significativas) por el número de divisiones de verificación (75% n) para aquella carga para obtener el valor de conversión, f, y registrar en las tablas que siguen.

$$f = [\text{indicación en el 75\% de } (D_{max} - D_{min}) - \text{indicación en } D_{min}] / (0,75 \times n)$$

Enter the average test indications of the tests at the temperatures following the initial test at a nominal 20 °C in Table D.2. In recording this data, indicate a “no test load” indication as “0”. This may require subtracting the “no load indication” from the “test load indication” so that the first entry in the column is “0”. These “0’s” have been preprinted on the form to clarify that a dead load condition is recorded as “0”.

C.2.2.5 Ingresar los valores promedio de las indicaciones de los ensayos a las temperaturas que siguen al ensayo inicial a una temperatura nominal de 20°C en la tabla D.2. Al registrar estos datos, colocar una indicación del tipo “sin carga de ensayo” como “0”. Esto podría requerir sustraer la “indicación sin carga” de la “indicación de carga de ensayo”, de manera que la primer entrada en la columna sea “0”. Estos “0” han sido pre-impresos sobre el formulario para dejar en claro que la condición de peso muerto se registra como “0”.

- Mejorar la redacción –

C.2.2.6 Calcular la indicación de referencia, R, convirtiendo la carga de prueba neta, en unidades de masa, a unidades “v”, multiplicando por el factor de conversión, f, para cada carga de ensayo y registrar en la 2ª columna en la tabla D.2.

$$R_i = [(carga \text{ de ensayo} - D_{min}) / (D_{max} - D_{min})] \times n \times f$$

donde f = unidades indicadas/v

C.2.2.7 En la tabla D.2 calcular la diferencia entre la indicación promedio de ensayo y la indicación de referencia para cada carga de ensayo a cada temperatura de ensayo y dividir por f para obtener el error,  $E_L$ , para cada carga de ensayo en términos de v.

$$E_L = (\text{indicación promedio de ensayo} - \text{indicación de referencia}) / f$$

C.2.2.8 Comparar  $E_L$  con el correspondiente  $emt$  para cada carga de ensayo.

### C.2.3 Error de repetibilidad ( $E_R$ )<sup>[3]</sup>

C.2.3.1 Ingresar los datos en la tabla D.3.

C.2.3.2 Calcular la diferencia máxima entre las indicaciones de la ensayo en el formulario D.1 y dividir por  $f$  para obtener el error de repetibilidad,  $E_R$ , en términos de  $v$ .

$$E_R = (\text{indicación máxima} - \text{indicación mínima}) / f$$

C.2.3.3 Comparar  $E_R$  con el valor absoluto del correspondiente  $met$  para cada carga de ensayo.

### C.2.4 Efectos de temperatura sobre la indicación de carga muerta mínimo (MDLO) ( $C_M$ )<sup>[4]</sup>

C.2.4.1 Ingresar en la tabla D.4 la indicación promedio para la carga mínima inicial de ensayo,  $D_{min}$ , para cada temperatura de ensayo de la tabla D.1.

C.2.4.2 Calcular la diferencia entre las indicaciones de ensayo promedio para cada temperatura en secuencia y dividir  $f$  para obtener el cambio en términos de  $v$ .

$$C_M = (\text{indicación en } T_2 - \text{indicación en } T_1) / f$$

C.2.4.3 Dividir  $C_M$  por  $(T_2 - T_1)$  y multiplicar el resultado por 5 para las clases B, C y D, o por 2 para la clase A. Esto da el cambio en  $v$  a los 5°C para las clases B, C y D, o en  $v$  a los 2°C para la clase A.

C.2.4.4 Multiplicar el resultado precedente  $[(D_{max} - D_{min}) / n] / v_{min}$  para dar el resultado final en unidades de  $v_{min}$  a los 5°C para las clases B, C y D, y a 2°C para la clase A; este resultado final no debe exceder  $p_{LC}$ .

$$p_{LC} \leq [(D_{max} - D_{min}) / n] / v_{min}$$

### C.2.5 Creep y retorno de la salida a la carga muerta mínima (DR)

$C_C$  = Creep, expresado en términos del intervalo de verificación,  $v$

$C_{DR}$  = DR, expresado en términos del intervalo de verificación,  $v$

C.2.5.1 A partir de las indicaciones registradas en la tabla D.5, calcular la mayor diferencia entre la indicación inicial obtenida en la carga de ensayo después del período de estabilización y cualquier indicación obtenida sobre un período de ensayo de 30 minutos y dividir por  $f$  ( $f$  debe ser recalculado si  $D_{\max}$  o  $D_{\min}$  para esta prueba difieren de aquellos que en la celda de carga utilizan el procedimiento “errores de la celda de carga”, C.2.2) para obtener el error de creep,  $C_C$ , en términos de  $v$ .

$$C_C = (\text{indicación} - \text{indicación inicial}) / f$$

C.2.5.2  $C_C$  no debe exceder 0,7 veces el valor absoluto del emp para la carga de ensayo.

C.2.5.3 Calcular la diferencia entre la indicación de ensayo obtenida 20 minutos y 30 minutos después de la aplicación de carga inicial y dividir por  $f$  para obtener el error de creep;  $C_C (30 - 20)$ , en términos de  $v$ .

$$C_C (30 - 20) = (\text{indicación de ensayo a los 30 minutos} - \text{indicación de ensayo a los 20 minutos}) / f$$

C.2.5.4  $C_C (30 - 20)$  no debe exceder 0,15 veces el valor absoluto del mpe para la carga de ensayo.

C.2.5.5 Calcular la diferencia entre la indicación de ensayo en la carga mínima de ensayo,  $D_{\min}$ , antes y después de la ensayo de creep y dividir por  $f$  para obtener el retorno de de la salida a la carga muerta mínima,  $C_{DR}$ , error en términos de  $v$ .

$$C_{DR} = (\text{indicación de mínima carga de ensayo}_2 - \text{indicación de mínima carga de ensayo}_1) / f$$

C.2.5.6 Si los intervalos de tiempo especificados en la tabla 6 se satisfacen,  $C_{DR}$  no debe exceder 0,5  $v$ . Si el tiempo real está entre 100% y 150% del tiempo especificado, entonces  $C_{DR}$  no debe exceder 0,5  $(1 - (x - 1))$  en unidades de  $v$ , donde  $x$  = tiempo real/tiempo especificado.

C.2.5.7 ~~ØIML R 76~~ Atento a que el reglamento técnico relativo a instrumentos de pesar no automáticos (IPNA) requiere cálculos que implican el **retorno de la salida a la carga muerta mínima**, DR. Mientras que  $C_{DR}$  expresa el retorno **de la salida a la carga muerta mínima** en términos de  $v$ , el valor de DR se expresa en unidades de masa (g, kg. o t).

C.2.5.8 Calcular el retorno de la salida a la carga muerta mínima, DR, valor como sigue:

$$DR = (E_{\max} \times C_{DR}) / n_{\max}$$

C.2.5.9 El valor de DR no debe exceder 0,5  $v$ , expresado en unidades de masa.

C.2.5.10 ~~Sin tener en cuenta el valor declarado por el fabricante para el factor de distribución,  $p_{LC}$~~  El emp para el creep se determinará a partir de la tabla 5 utilizando el factor de distribución,  $p_{LC} = 0,7$  (ver 5.3.1.1).

## C.2.6 Efectos de la presión barométrica<sup>[5]</sup>

C.2.6.1 A partir de las indicaciones **de ensayos** registradas en la tabla D.6, calcular la diferencia entre las indicaciones para cada presión y dividir por  $f$  para obtener el cambio,  $C_p$ , en términos de  $v$ .

$$C_p = (\text{indicación en } P_2 - \text{indicación en } P_1) / f$$

C.2.6.2 Dividir por  $(P_2 - P_1)$  para determinar el cambio en  $v$  por kilo pascal (kPa).

C.2.6.3 Multiplicar el resultado por  $[(D_{\max} - D_{\min}) / n] / v_{\min}$  en términos de masa (como fue establecido por el fabricante) para obtener el resultado en términos de  $v_{\min}/\text{kPa}$ .

C.2.6.4 Este resultado no debe exceder 1.

## C.2.7 Efectos de la humedad<sup>[6]</sup> (CH o sin marca)

C.2.7.1 A partir de las indicaciones de ensayos registradas en la tabla D.7, calcular la diferencia entre las indicaciones iniciales para la carga de ensayo mínima,  $D_{\min}$ , antes y después del ensayo calor humedo y dividir por  $f$  ( $f$  debe ser recalculado si para este ensayo  $D_{\max}$  o  $D_{\min}$  difieren de aquellas en el procedimiento “errores de la celda de carga”, C.2.2) para obtener el cambio,  $C_{H\min}$ , en términos de  $v$ .

$$C_{H\min} = [(\text{indicación en } D_{\min})_{\text{después}} - (\text{indicación en } D_{\min})_{\text{antes}}] / f$$

C.2.7.2  $C_{H\min}$  no debe exceder  $0,04 n_{\max}$ .

C.2.7.3 Calcular las indicaciones promedio en  $D_{\min}$  y  $D_{\max}$  (ver 5.5.3.1 y A.4.5) para el número requerido de las indicaciones de ensayo, antes y después del ensayo de calor humedo. Restar la indicación del promedio de  $D_{\min}$  de la indicación del promedio de  $D_{\max}$  para cada ensayo y luego calcular la diferencia entre los resultados antes y después del ensayo calor humedo. Dividir la diferencia por  $f$  para obtener el cambio,  $C_{H\max}$ , en términos de  $v$ .

$$C_{H\max} = [(\text{indicación en } D_{\max} - \text{indicación en } D_{\min})_{\text{después}} - (\text{indicación en } D_{\max} - \text{indicación en } D_{\min})_{\text{antes}}] / f$$

C.2.7.4  $C_{H\max}$  no debe exceder 1  $v$ .

## C.2.8 Efectos de la humedad<sup>[7]</sup> (SH)

Reportar los errores de la ensayo de carga en las diferentes temperaturas y condiciones de humedad utilizando los formularios D.1, luego indicar los resultados en la tabla D.8 utilizando el procedimiento contenido dentro del procedimiento “errores de la celda de carga”, C.2.2, de manera similar a aquella usada para la preparación de la tabla D.2.

### **C.3 Ensayos adicionales para celdas de carga equipadas con electrónica**

#### **~~C.3.1~~ Tiempo de calentamiento**

~~C.3.1.1~~ Ingresar los datos en el formulario D.11.

~~C.3.1.2~~ **amplitud del intervalo nominal** es el resultado de la resta de la indicación en la carga de ensayo mínima,  $D_{\min}$ , de la indicación en la carga de ensayo máxima,  $D_{\max}$ .

~~C.3.1.3~~ Cambio es la diferencia entre la **amplitud del intervalo nominal** y la **amplitud del intervalo nominal** de la **carga** inicial.

#### **~~C.3.2~~ Variaciones de la tensión**

~~C.3.2.1~~ Ingresar los datos en el formulario D.12.

~~C.3.2.2~~ Desempeñar las pruebas de carga y registrar los resultados utilizando el formulario D.12.

~~C.3.2.3~~ Calcular las indicaciones de referencia de acuerdo con el procedimiento “errores de la celda de carga”, C.2.2.

~~C.3.2.4~~ Indicar los resultados en el formulario D.12.

#### **~~C.3.3~~ Reducciones cortas de energía**

€3.3.1 Ingresar los datos en el formulario D.13.

€3.3.2 Calcular la diferencia, que es:

(indicación con perturbaciones, en unidades – indicación sin perturbaciones, en unidades) / factor de conversión, f.

€3.3.3 Indicar los resultados en el formulario D.13.

#### **€3.4 Ráfagas (transitorios eléctricos rápidos)**

€3.4.1 Ingresar los datos en los formularios D.14.1 y D.14.2.

€3.4.2 Calcular la diferencia, que es:

(indicación con perturbaciones, en unidades – indicación sin perturbaciones, en unidades) / factor de conversión, f.

€3.4.3 Indicar los resultados en los formularios D.14.1 y D.14.2.

#### **€3.5 Descarga electrostática**

€3.5.1 Ingresar los datos en los formularios D.15.1 y D.15.2.

€3.5.2 Calcular la diferencia, que es:

(indicación con perturbaciones, en unidades – indicación sin perturbaciones, en unidades) / factor de conversión, f.

€3.5.3 Indicar los resultados en los formularios D.15.1 y D.15.2.

€3.5.4 Proporcionar la información del punto de prueba sobre el formulario D.15.3.

#### **€3.6 Susceptibilidad electromagnética**



~~€3.6.1~~ Ingresar los datos en el formulario D.16.1.

~~€3.7.2~~ Calcular la diferencia, que es:

(indicación con ruido, en unidades – indicación sin ruido, en unidades) / factor de conversión, f.

~~€3.6.3~~ Indicar los resultados en el formulario D.16.1.

~~€3.6.4~~ Proporcionar la información del montaje de la prueba en el formulario D.16.2.

### **~~€3.7~~ Estabilidad de amplitud del intervalo nominal**

~~€3.7.1~~ Ingresar los datos en los formularios D.17.1.1 (~~3-series~~)

~~€3.7.2~~ Calcular los promedios y registrar en los formularios D.17.1.1 (~~3-series~~)

~~€3.7.3~~ Indicar los resultados en el formulario D.17.2.

### **~~€4~~ Notas generales**

~~€4.1~~ La hora absoluta (no relativa) deberá ser registrada.

~~€4.2~~ Los cálculos hechos no incluyen la aplicación de 5.2.1. Para asegurar que estos requerimientos se satisfagan, los cálculos deberían llevarse a cabo utilizando los valores de n más bajos que el  $n_{\max}$  especificado.

~~€4.3~~ Debería ser suficiente realizar los cálculos con:

$$n = n_{\max} - 500 \text{ y } n = n_{\max} - 1000 \text{ (siempre que } 500 < n \text{).}$$

~~€4.4~~ Controlar para asegurarse que:  $v_{\min} < v$

$$v_{\min} \leq (D_{\max} - D_{\min}) / n_{\max}$$

~~€4.5~~ Controlar los cálculos no sólo en  $n_{\max}$  sino también en (aplicando 5.2.1):

$$n_{\max} - 500$$

$$n_{\max} - 1000$$

€4.6 Indicar el resultado en la parte de “Resumen de la ensayo” en el reporte de ensayo.

€4.7 El laboratorio de ensayo podría presentar cualquier gráfico o dibujo que represente los resultados del ensayo en las siguientes páginas de este reporte.

~~Nota: Por ejemplo, la figura C.1 da un gráfico de ejemplo representando los errores combinados versus la carga aplicada.~~

€4.8 Cuando se reportan los valores para los datos individuales del ensayo, los datos deben ser truncados a dos dígitos significativos a la derecha del lugar decimal y reportados en las divisiones de verificación de la celda de carga, v.

Tabla C.1 Lista de símbolos

<i>Símbolo</i>	<i>Descripción</i>	<i>Referencia</i>
0	indicación del tipo "sin carga de prueba"	C.2.2.5
C <sub>C</sub>	magnitud de creep, expresado en términos de v	C.2.5
C <sub>C</sub> (30 -20)	diferencia entre la indicación a los 30 y a los 20 minutos durante la prueba de creep	C.2.5
C <sub>DR</sub>	retorno de cero, expresado en términos de v	C.2.5
C <sub>Hmax</sub>	efecto de la humedad sobre la indicación de carga de prueba máxima, expresada en términos de v	C.2.7
C <sub>Hmin</sub>	efecto de la humedad sobre la indicación de carga de prueba mínima, expresada en términos de v	C.2.7
C <sub>M</sub>	efecto de la temperatura sobre la indicación de carga de prueba mínima, expresada en términos de v	C.2.4
C <sub>P</sub>	efecto de la presión barométrica, expresada en términos de v	C.2.6
D <sub>max</sub>	máxima carga del rango de medición (carga máxima de prueba)	2.3.6
D <sub>min</sub>	mínima carga del rango de medición (carga mínima de prueba)	2.3.11
DR	retorno de cero, expresado en unidades de masa	2.3.9
E <sub>L</sub>	error de la celda de carga, expresado en términos de v	C.2.2
E <sub>max</sub>	capacidad máxima	2.3.5
E <sub>min</sub>	peso muerto mínimo	2.3.8
E <sub>R</sub>	error de repetibilidad, expresado en términos de v	C.2.3
f	factor de conversión, número de unidades indicadas por división de verificación, v	C.2.2.2
mpe	error máximo permitido	2.4.9
n	número de divisiones de verificación de la celda de carga	2.3.12
n <sub>max</sub>	máximo número de divisiones de verificación de la celda de carga	2.3.7
p <sub>LC</sub>	factor de distribución	2.4.2
R <sub>i</sub>	indicación de referencia (carga de prueba neta), expresada en unidades de indicación	C.2.2.6
T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub>	temperatura <sub>1</sub> , temperatura <sub>2</sub>	C.2.4.2
v	división de verificación de la celda de carga	2.3.4
v <sub>min</sub>	mínima división de verificación de la celda de carga	2.3.10
Y	v <sub>min</sub> relativo, $Y = E_{max} / v_{min}$	2.3.14, 4.6.6.2
Z	DR relativo, $Z = E_{max} / (2 \times DR)$	2.3.13, 4.6.6.3

Tabla C.2 Resumen de las fórmulas contenidas dentro de los procedimientos de cálculo

<i>Símbolo</i>	<i>Fórmula</i>
$C_C$	$C_C = (\text{indicación} - \text{indicación inicial}) / f$
$C_C (30 - 20)$	$C_C (30 - 20) = (\text{indicación de prueba a los 30 minutos} - \text{indicación de prueba a los 20 minutos}) / f$
$C_{DR}$	$C_{DR} = (\text{indicación de mínima carga de prueba}_2 - \text{indicación de mínima carga de prueba}_1) / f$
$C_{Hmin}$	$C_{Hmin} = [(\text{indicación en } D_{min})_{\text{después}} - (\text{indicación en } D_{min})_{\text{antes}}] / f$
$C_{Hmax}$	$C_{Hmax} = [(\text{indicación en } D_{max} - \text{indicación en } D_{min})_{\text{después}} - (\text{indicación en } D_{max} - \text{indicación en } D_{min})_{\text{antes}}] / f$
$C_M$	$C_M = (\text{indicación en } T_2 - \text{indicación en } T_1) / f$
$C_P$	$C_P = (\text{indicación en } P_2 - \text{indicación en } P_1) / f$
$DR$	$DR = E_{max} \times C_{DR} / n_{max}$
$E_L$	$E_L = (\text{indicación promedio de prueba} - \text{indicación de referencia}) / f$
$E_R$	$E_R = (\text{indicación máxima} - \text{indicación mínima}) / f$
$f$	$f = [\text{indicación en el 75\% de } (D_{max} - D_{min}) - \text{indicación en } D_{min}] / (0,75 \times n) \text{ [ver Nota 2]}$
$R_i$	$R_i = [(carga de prueba - D_{min}) / (D_{max} - D_{min})] \times n \times f$

*Notas:*

- 1 Observar la extrema precaución al referirse al proceso de cálculo para la aplicación correcta de estas fórmulas.
- 2 Usar con 20°C iniciales una vuelta de carga ascendente únicamente. Remitirse a 5.2.2.

*Traducido al español por Celeste Estevez*

<sup>[1]</sup> Asociado con la distribución de las condiciones de error contenida dentro de la OIML R 76-1, 3.5.4; R 50-1, 2.2.3; R 51-1, 5.2.3.4; R 61-1, 5.2.3.3; R 106-1, 2.10.1, 3.3.4, 5.1.3.2; o R 107-1, 5.1.3.2, 5.2.1.1, cuando la celda de carga se aplica a tales instrumentos.

<sup>[2]</sup> *Nota de la traductora:* en inglés,  $E_L = \text{Error Load test}$ .

<sup>[3]</sup> *Nota de la traductora:* en inglés,  $E_R = \text{Error Repeatability}$ .

<sup>[4]</sup> *Nota de la traductora:* en inglés,  $C_M = \text{Change MDLO}$ .

<sup>[5]</sup> Esta prueba podría no ser necesaria dependiendo del diseño de la celda de carga.

*Nota de la traductora:* en inglés,  $C_P = \text{Change Barometric Pressure}$ .

<sup>[6]</sup> No es necesaria esta prueba si la celda de carga tiene marca NH o SH.

*Nota de la traductora:* en inglés,  $C_{Hmin} = \text{Change Humidity effect } \underline{\text{min}}$ ;  $C_{Hmax} = \text{Change Humidity effect } \underline{\text{max}}$ .

[\[7\]](#) No es necesaria esta prueba si la celda de carga tiene marca NH o CH o no posee marca de humedad.

# Anexo 1

## Terminología

~~Los términos más frecuentemente utilizados en el campo de las celdas de carga se dan más adelante (ver 2.6 para una ilustración de ciertas definiciones). La terminología usada en esta Recomendación se ajusta al *Vocabulario Internacional de términos básicos y generales en Metrología*, segunda edición (1993) y el *Vocabulario de Metrología Legal* (edición de 1978). Además, para los propósitos de esta Recomendación, se aplican las siguientes definiciones.~~

~~Un índice de todos los términos definidos debajo es publicado como una hoja separada al final de esta Recomendación, para ayudar a encontrar las definiciones correspondientes.~~

### 3.1 Términos generales

#### 3.1.1 Celda de carga

Transductor de fuerza que, después de tomar en cuenta los efectos de la aceleración de la gravedad y el empuje de aire en el lugar de su uso, mide la masa al convertir de una magnitud medida (masa) en otra magnitud medida (señal de salida).

#### 3.1.2 Celda de carga equipada con electrónica

Celda de carga que emplea un montaje de componentes electrónicos que tiene una reconocible función propia.

Las celdas de carga equipadas con componentes electrónicos, incluyendo amplificadores, convertidores de analógico a digital (CAD) y dispositivos procesadores de datos (opcionalmente) se denominan celdas de carga digitales.

##### 3.1.2.1 Componente electrónico

Es la entidad física más pequeña que utiliza conducción por electrones o conductores de laguna en semiconductores, gases o en el vacío

#### 3.1.3 Aplicación de carga

##### 3.1.3.1 Carga de compresión

Fuerza compresora aplicada a una celda de carga.

##### 3.1.3.2 Carga de tracción

Fuerza de tensión aplicada a una celda de carga.

#### 3.1.4 Ensayo de desempeño

**Conjunto de ensayos** para verificar si la celda de carga ~~bajo ensayo~~ es capaz de desarrollar sus funciones inherentes.

### 3.2 Características metrológicas de una celda de carga

#### 3.2.1 Clase de *exactitud*

Clase de celdas de carga que satisfacen a ciertas exigencias metrológicas destinadas a conservar el error dentro de límites especificados.

~~están sujetas a las mismas condiciones de precisión. [Adaptado de VIM 5:19]~~

#### 3.2.2 Familia de celda de carga

A los fines de la aprobación de ~~tipo-evaluación/modelo~~, una familia de celda de carga consiste en **un conjunto de** celdas de carga que son de:

- el mismo material o combinación de materiales (~~por ejemplo, acero templado, acero inoxidable o aluminio~~);
- el mismo diseño de la técnica de medición (~~por ejemplo, strain gauges pegados a metal~~);
- el mismo método de construcción (~~por ejemplo, forma, sellado de strain gauges, método de montaje, método de fabricación~~);
- la misma serie de especificaciones (~~por ejemplo, sensibilidad de salida, impedancia de entrada, tensión de la fuente, detalles del cable~~); y
- uno o más grupos de celdas de carga.

#### 3.2.2.1 Grupo de celda de carga

Todas las celdas de carga dentro de una familia que poseen características metrológicas idénticas (~~por ejemplo, clase,  $n_{max}$ , rango de temperatura, etc.~~).

#### 3.2.3 Símbolo de humedad

Símbolo asignado a una celda de carga que indica las condiciones de humedad bajo las cuales la celda de carga ha sido **ensayada**.

### 3.3 Rango, capacidad y salida

#### 3.3.1 División de la celda de carga

Parte del rango de medición de la celda de carga en la cual dicho rango se divide.

#### 3.3.2 *Rango de medición de la celda de carga*

Rango de valores de la cantidad medida (masa) para la cual el resultado de la medición no debería ser afectado por un error que exceda el error máximo admisible (**ema**) (ver 3.4.9).

#### 3.3.3 *Indicación o salida de la celda de carga*

**Magnitud** ~~Cantidad~~ medible en la cual una celda de carga convierte la **magnitud** ~~cantidad~~ medida (masa).

#### 3.3.4 **Valor** de división de verificación de la celda de carga ( $v$ )

**El valor de división de celda de carga, expresado en unidades de masa, utilizado en el ensayo de la celda de carga para la clasificación de exactitud.**

#### 3.3.5 *Capacidad máxima ( $E_{max}$ )*

El mayor valor de una **magnitud** ~~cantidad~~ (masa) que podría ser aplicado a la celda de carga sin exceder el **ema** (ver 3.4.9).

#### 3.3.6 *Carga máxima del rango de medición ( $D_{max}$ )*

El mayor valor de una magnitud ~~cantidad~~ (masa) que se aplica a la celda de carga durante su ensayo o uso. Este valor no deberá ser mayor que  $E_{max}$  (ver 3.3.5). Para los límites en  $D_{max}$  durante el ensayo, ver A.3.2.4.

#### 3.3.7 *Número máximo de divisiones de verificación de la celda de carga ( $n_{max}$ )*

Número máximo de divisiones de verificación de la celda de carga en el cual el rango de medición de la celda de carga **puede** ser dividido, por lo que el resultado de la medición no debe ser afectado por un error que exceda el **ema** (ver 3.4.9).

#### 3.3.8 Carga muerta mínima ( $E_{min}$ )

El menor valor de una **magnitud** ~~cantidad~~ (masa) que podría ser aplicado a la celda de carga sin exceder el **ema** (ver 3.4.9).

#### 3.3.9 Retorno de la salida para la carga muerta mínima ~~Retorno de cero~~ (DR)

Diferencia en la indicación de la celda de carga en **la carga** ~~el peso~~ muerta mínima, medido antes y después de la aplicación de la carga.

#### 3.3.10 Mínimo Valor de división de verificación de la celda de carga ( $v_{min}$ )

**Valor de** división de verificación (**en unidad de masa**) más pequeña ~~de la celda de carga (masa)~~ en el cual el rango de medición de la **misma** ~~celda de carga~~ puede ser dividido.

#### 3.3.11 Carga mínima del rango de medición ( $D_{min}$ )

Valor más pequeño de una **magnitud** (masa) que se aplica a una celda de carga durante su ensayo o uso. Este valor no deberá ser menor que  $E_{min}$  ~~(ver 3.3.8). Para los límites en  $D_{min}$  durante el ensayo, ver A.3.2.4.~~

#### 3.3.12 Número de valores de división de verificación de la celda de carga ( $n$ )

Número de las divisiones de verificación de la celda de carga en el cual el rango de medición de la celda de carga se divide.

#### 3.3.13 DR relativo o Z

Proporción de la capacidad máxima  $E_{max}$  a dos veces el retorno de cero DR. ~~Esta proporción se usa para describir los instrumentos multi-intervalo.~~

#### 3.3.14 $v_{min}$ relativo o Y

Proporción de la capacidad máxima  $E_{max}$  a la división de verificación mínima de la celda de carga  $v_{min}$ . ~~Esta proporción describe la resolución de una celda de carga independientemente de su capacidad.~~

#### 3.3.15 Límite de carga de seguridad ( $E_{lim}$ )

Carga máxima que puede ser aplicada sin producir un cambio permanente en las características de su desempeño ~~fuera de aquellas especificadas.~~

#### 3.3.16 Tiempo de calentamiento

Tiempo **transcurrido** entre el momento en que **se energiza** la celda de carga **energía** y el momento en que la **misma** ~~celda de carga~~ es capaz de cumplir con los **requisitos**.

### 3.4 Medición y error

#### 3.4.1 Creep



Cambio en la indicación de una celda de carga que ocurre con el tiempo mientras se encuentra bajo una carga constante y mientras todas las condiciones ambientales y otras variables también permanecen constantes.

#### 3.4.2 Factor de distribución ( $p_{LC}$ )

El valor de una fracción adimensional expresada como un decimal (por ejemplo, 0,7) usado para determinar el ema (ver 3.4.9). Representa aquella distribución del error total (como podría aplicarse a un instrumento de peso) que ha sido asignada a la celda de carga por separado.

#### 3.4.3 Incertidumbre expandida

Cantidad que define una división sobre el resultado de una medición, que podría esperarse que abarque una gran fracción de la distribución de valores que podrían razonablemente ser atribuidos al objeto de medición. [~~Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML, 1993~~]

#### 3.4.4 Falla

Diferencia entre el error de la celda de carga y el error intrínseco de la misma (ver 4.4.8).

#### 3.4.5 Detección de falla *en la salida*

Representación eléctrica proporcionada por la celda de carga que indica la existencia de una condición de falla.

#### 3.4.6 Error de histéresis

Diferencia entre las lecturas de salida de la celda de carga para la misma carga aplicada, una lectura obtenida al incrementar la carga desde la carga mínima, ( $D_{\min}$ ) y la otra al decrecer la carga desde la carga máxima, ( $D_{\max}$ ).

#### 3.4.7 Error de la celda de carga

Diferencia entre el resultado de medición de la celda de carga y el valor verdadero *de la masa* del objeto de medición (la fuerza aplicada será expresada en masa). [Adaptado de VIM 5.20]

#### 3.4.8 Error intrínseco de la celda de carga

Error de una celda de carga, determinado bajo condiciones de referencia (ver 2.5.3) [Adaptado de VIM 5.24]

#### 3.4.9 Error máximo admisible (ema)

Valores ~~extremos~~ *límites* permitidos del error por esta Recomendación (remitirse a la cláusula 5) para una celda de carga. [Adaptado de VIM 5.21]

#### 3.4.10 Alinealidad

Desvío de la curva de cargas de la señal de salida de la celda de carga, para cargas crecientes, *en relación a* ~~a partir de~~ una línea recta.

#### 3.4.11 Repetibilidad

Capacidad de una celda de carga para proveer resultados sucesivos que están de acuerdo cuando se aplica la misma carga varias veces y de la misma manera sobre la celda de carga bajo condiciones constantes de ensayo. [Adaptado de VIM 5.27]

#### 3.4.12 Error de repetibilidad

Diferencia entre las lecturas de salida de la celda de carga tomadas a partir de consecutivos ensayos bajo la misma carga y las mismas condiciones ambientales de medición. [Adaptado de VIM 5.27]

#### 3.4.13 Sensibilidad

Relación entre la variación de cambio en la respuesta (~~señal de salida~~ ~~indicación~~) de una celda de carga y la variación del estímulo (carga aplicada) al correspondiente. ~~cambio en el estímulo~~.

#### 3.4.14 Falla significativa

Falla mayor que la división de verificación de la celda de carga,  $v$ .

Las siguientes fallas no son consideradas significativas, incluso cuando exceden la división de verificación de la celda de carga,  $v$ :

- fallas que surgen de causas simultáneas y mutuamente independientes;
- fallas que implican la imposibilidad de desarrollar cualquier medición;
- fallas tan serias que con seguridad son advertidas por todos los interesados en la medición; y
- fallas transitorias que son variaciones momentáneas en la indicación de la celda de carga que no pueden ser interpretadas, memorizadas o transmitidas como un resultado de la medición.

#### 3.4.15 Estabilidad de Amplitud del intervalo nominal

Capacidad de una celda de carga para mantener la diferencia entre la ~~señal de salida~~ ~~indicación~~ de la celda de carga en la carga máxima,  $D_{\max}$ , y la ~~señal de salida~~ ~~indicación~~ de la celda de carga en la carga mínima,  $D_{\min}$ , durante un período de uso dentro de límites especificados.

#### 3.4.16 Efecto de temperatura sobre la ~~señal de salida~~ ~~indicación~~ de carga muerta mínima

Cambio en la ~~señal de salida~~ ~~indicación~~ de la carga muerta mínima debido a un cambio en la temperatura ambiente.

#### 3.4.17 Efecto de temperatura sobre la sensibilidad

Cambio en la sensibilidad debido a un cambio en la temperatura ambiente.

### 3.5 Influencias y condiciones de referencia

### 3.5.1 Magnitud de influencia

Magnitud que no es el objeto de la medición pero que afecta el resultado de la medición. [VIM 2.7] ~~(Por ejemplo, nivel de temperatura o humedad en el instante en que las mediciones sobre la celda de carga se observan o registran.)~~

#### 3.5.1.1 Perturbación

Magnitud de influencia que tiene un valor dentro de los límites especificados ~~en esta Recomendación,~~ pero fuera de las condiciones operativas ~~calificadas~~ especificadas de la celda de carga.

#### 3.5.1.2 Factor de influencia

Magnitud de influencia que tiene un valor dentro de las condiciones operativas especificadas de la celda de carga. ~~(Por ejemplo, una temperatura específica o una tensión de la fuente específica en la cual una celda de carga pueda ser probada).~~

### 3.5.2 Condiciones de operación

Condiciones de uso, para las cuales se estima que las características metrológicas de la celda de carga permanecen dentro del ema especificado ~~(ver 2.4.9).~~

*Nota:* Las condiciones operativas generalmente especifican rangos o valores especificados del objeto de medición y de las cantidades de influencia. [Adaptado de VIM 5.5]

### 3.5.3 Condiciones de referencia

Condiciones de uso para el ensayo de desempeño de una celda de carga o para comparar entre sí los resultados de las mediciones.

*Nota:* Las condiciones de referencia generalmente incluyen valores de referencia o rangos de referencia para las cantidades de influencia que afectan a la celda de carga. [Adaptado de VIM 5.7]

## 3.6 Ilustración de ciertas definiciones

~~Los términos que aparecen por encima de la línea horizontal central en la figura 1 son parámetros fijados por el diseño de la celda de carga. Los términos que aparecen por debajo de esta línea son parámetros variables, que dependen de las condiciones de uso o de ensayo de una celda de carga (en particular aquellas celdas utilizadas en instrumentos de pesaje).~~

-

- Figura 1 - Ilustración de ciertas definiciones

-

-

-