

CATEGORIA 2 - TRATAMENTO DE MATERIAIS**2A Equipamentos, conjuntos e componentes**

NOTA: Para chumaceiras de regime regular, ver a Lista de Material de Guerra

2A001 Chumaceiras antifricção e sistemas de chumaceiras ou rolamentos e respectivos componentes:

Nota: 2A001 não abrange as esferas com tolerâncias especificadas pelo fabricante como sendo de grau 5 ou piores, de acordo com a norma ISO 3290.

a. Rolamentos de esferas ou rolamentos de rolos maciços com tolerâncias de fabrico de acordo com as especificações ABEC (*Annular Bearing Engineers Committee*) 7, ABEC 7P ou ABEC 7T ou com a classe 4 da norma ISO, ou melhores (ou de acordo com normas nacionais equivalentes), que possuam anéis, esferas ou rolos de monel ou berílio;

Nota: 2A001.a. não abrange os rolamentos de rolos cónicos.

b. Outros rolamentos de esferas ou rolamentos de rolos maciços com tolerâncias de fabrico de acordo com as especificações ABEC (*Annular Bearing Engineers Committee*) 9 ou ABEC 9C ou com a classe 2 da norma ISO, ou melhores (ou de acordo com normas nacionais equivalentes).

Nota: 2A001.b. não abrange os rolamentos de rolos cónicos.

c. Sistemas de chumaceiras magnéticas activas que utilizem:

1. Materiais com densidades de fluxo iguais ou superiores a 2.0 T e uma resistência limite superior a 414 MPa; ou
2. Actuadores 3D totalmente electromagnéticos com polarização homopolar; ou
3. Sensores de posição de alta temperatura (450 K (177°C) ou mais).

2A225 Cadinhos de materiais resistentes aos metais actínídeos líquidos:

a. Cadinhos com ambas as seguintes características:

1. Volume compreendido entre 150 cm³ e 8.000 cm³; e
2. Fabricados ou revestidos de um dos seguintes materiais, com um grau de pureza igual ou superior a 98% em massa:
 - a. Fluoreto de cálcio (CaF₂);
 - b. Zirconato de cálcio (metazirconato de cálcio) (CaZrO₃);
 - c. Sulfureto de cério (Ce₂S₃);
 - d. Óxido de érbio (érbia) (Er₂O₃);
 - e. Óxido de háfnio (háfnia) (HfO₂);
 - f. Óxido de magnésio (MgO);
 - g. Liga nitretada de nióbio-titânio-tungsténio (aproximadamente 50% de Nb, 30% de Ti e 20% de W);
 - h. Óxido de ítrio (íttria) (Y₂O₃); ou
 - i. Óxido de zircónio (zircónia) (ZrO₂);

b. Cadinhos com ambas as seguintes características:

1. Volume compreendido entre 50 cm³ e 2.000 cm³; e
2. Fabricados ou revestidos de tântalo, com um grau de pureza igual ou superior a 99,9% em massa;

2A225 Continuação

- c. Cadinhos com ambas as seguintes características:
1. Volume compreendido entre 50 cm³ e 2.000 cm³;
 2. Fabricados ou revestidos de tântalo, com um grau de pureza igual ou superior a 98% em massa; e
 3. Revestidos de carboneto, nitreto ou boreto de tântalo ou de combinações destes compostos.

2A226 Válvulas com todas as seguintes características:

- a. Uma 'dimensão nominal' igual ou superior a 5 mm;
- b. Empanque de folo; e
- c. Totalmente fabricadas ou revestidas de alumínio, liga de alumínio, níquel ou liga de níquel com mais de 60% em massa de níquel.

Nota técnica:

No caso das válvulas com diâmetros de entrada e de saída diferentes, a "dimensão nominal" em 2A226 refere-se ao diâmetro menor.

2B Equipamentos de ensaio, de inspeção e de produçãoNotas técnicas:

1. Os eixos secundários de contorno paralelo, (por exemplo, o eixo w nas mandriladoras horizontais ou um eixo de rotação secundário cuja linha de centro seja paralela ao eixo de rotação primário), não são contabilizados no número total de eixos de contorno. Os eixos de rotação não têm necessariamente de rodar a 360° e podem ser accionados por dispositivos lineares, (por exemplo, um parafuso ou um sistema de pinhão e cremalheira).
2. A nomenclatura dos eixos deve estar de acordo com a norma internacional ISO 841, "Numerical Control Machines - Axis and Motion Nomenclature" (máquinas de controlo numérico - nomenclatura dos eixos e dos movimentos).
3. Para efeitos de 2B001 a 2B009, os "fusos basculantes" contam como eixos rotativos.
4. No caso dos modelos de máquinas-ferramentas podem usar-se níveis de precisão de posicionamento declarados deduzidos de medições efectuadas de acordo com a ISO 230/2 (1988)¹ ou com normas nacionais equivalentes, em vez de ensaios individuais. Por "precisão de posicionamento declarada" entende-se o valor da precisão transmitido às autoridades competentes do Estado-Membro onde o exportador está estabelecido como representativo da precisão de um modelo de máquina-ferramenta.

Determinação dos Valores Declarados

- a. Seleccionam-se cinco máquinas de um modelo a avaliar;
- b. Procede-se à medição da precisão do eixo linear de acordo com a ISO 230/2 (1988)¹;

¹ Os fabricantes que calculam a precisão de posicionamento de acordo com a ISO 230/2 (1997) deverão consultar as autoridades competentes do Estado-Membro onde estão estabelecidos.

2B Determinação dos Valores Declarados (continuação)

- c. *Determinam-se os valores A de cada eixo de cada máquina. O método para calcular o valor A é descrito na norma ISO;*
- d. *Determina-se o valor médio do valor A de cada eixo. Este valor médio \bar{A} passa a ser o valor declarado de cada eixo do modelo ($\bar{A} \times \bar{A} \dots$)*
- e. *Dado que a lista da Categoria 2 se refere a cada eixo linear, haverá tantos valores declarados quantos eixos lineares;*
- f. *Se qualquer eixo de um modelo de máquina não abrangido pelos pontos 2B001.a a 2B001.c ou 2B201 tiver uma precisão declarada \bar{A} de 6 μm , ou melhor, para as rectificadoras e de 8 μm , ou melhor, para as fresadoras e os tornos, deverá ser solicitado ao fabricante que reitere o nível de precisão de dezoito em dezoito meses.*

2B001 Máquinas-ferramentas e suas combinações para a remoção ou corte de metais ou de materiais cerâmicos ou compósitos que, de acordo com as especificações técnicas do fabricante, possam ser equipadas com dispositivos electrónicos de "controlo numérico";

N.B. VER TAMBÉM 2B201.

a. Máquinas-ferramentas para toronar, com todas as seguintes características:

1. Precisão de posicionamento em qualquer eixo linear com "todas as compensações disponíveis" igual ou inferior a (melhor que) 6 μm de acordo com a ISO 230/2 (1988)¹ ou com normas nacionais equivalentes; e
2. Dois ou mais eixos que possam ser coordenados simultaneamente para o "controlo de contorno";

Nota: 2B001.a não abrange os tornos especialmente concebidos para a produção de lentes de contacto.

b. Máquinas-ferramentas para fresar, com uma das seguintes características:

1. a. Precisão de posicionamento em qualquer eixo linear com "todas as compensações disponíveis" igual ou inferior a (melhor que) 6 μm de acordo com a ISO 230/2 (1988)² ou com normas nacionais equivalentes; e
- b. Três eixos lineares mais um eixo rotativo que possam ser coordenados simultaneamente para o "controlo de contorno";
2. Cinco ou mais eixos que possam ser coordenados simultaneamente para o "controlo de contorno"; ou
3. Precisão de posicionamento em qualquer eixo linear, no caso das mandriladoras por coordenadas, com "todas as compensações disponíveis", igual ou inferior a (melhor que) 4 μm de acordo com a ISO 230/2 (1988)² ou com normas nacionais equivalentes;

² Os fabricantes que calculam a precisão de posicionamento de acordo com a ISO 230/2 (1997) deverão consultar as autoridades competentes do Estado-Membro onde estão estabelecidos.

2B001 Continuação

- c. Máquinas-ferramentas para rectificar, com qualquer das seguintes características:
1. a. Precisão de posicionamento em qualquer eixo linear, com "todas as compensações disponíveis", igual ou inferior a (melhor que) 4 µm de acordo com a ISO 230/2 (1988)³ ou com normas nacionais equivalentes; e
 - b. Três ou mais eixos que possam ser coordenados simultaneamente para o "controlo de contorno"; ou
 2. Cinco ou mais eixos que possam ser coordenados simultaneamente para o "controlo de contorno";
- Nota: 2B001.c. não abrange as seguintes rectificadoras:
1. Rectificadoras cilíndricas de exteriores, de interiores ou de exteriores e interiores com todas as seguintes características:
 - a. Estarem limitadas à rectificação cilíndrica; e
 - b. Só poderem maquinar peças de diâmetro ou comprimento não superiores a 150 mm;
 2. Máquinas especialmente concebidas como rectificadoras por coordenadas, com uma das seguintes características:
 - a. Utilização do eixo c para manter a mó perpendicular à superfície de trabalho; ou
 - b. Configuração do eixo a para a rectificação de cames cilíndricas.
 3. Rectificadoras de ferramentas ou de ferros de corte limitadas à produção de ferramentas ou de ferros de corte;
 4. Rectificadoras de cambotas ou de árvores de cames.
 5. Rectificadoras de superfícies.
- d. Máquinas de electroerosão (EDM) não por fio com dois ou mais eixos de rotação que possam ser coordenados simultaneamente para o "controlo de contorno";
- e. Máquinas-ferramentas para *remover* metais ou materiais cerâmicos ou compósitos:
1. Por meio de:
 - a. Jactos de água ou de outros líquidos, incluindo as que utilizam aditivos abrasivos;
 - b. Feixes de electrões; ou
 - c. Feixes de "laser"; e
 2. Com dois ou mais eixos de rotação que:
 - a. Possam ser coordenados simultaneamente para o "controlo de contorno"; e
 - b. Tenham uma precisão de posicionamento inferior a (melhor que) 0,003°.
- f. Fresadoras e tornos modificados para abertura de furos profundos, com capacidade para perfurar a profundidades máximas superiores a 5.000 mm, e componentes especialmente concebidos para os mesmos.

2B003 Máquinas-ferramentas com "controlo numérico" ou manuais, especialmente concebidas para talhar, acabar, rectificar ou polir engrenagens de dentes rectos, helicoidais e helicoidais duplas endurecidas ($R_c = 40$ ou mais) com um diâmetro da circunferência primitiva superior a 1250 mm e uma largura de dente igual a 15% ou mais do diâmetro da circunferência primitiva, com acabamento de qualidade AGMA 14 ou superior (equivalente à classe 3 da norma ISO 1328).

³

Os fabricantes que calculam a precisão de posicionamento de acordo com a ISO 230/2 (1997) deverão consultar as autoridades competentes do Estado-Membro onde estão estabelecidos.

2B004 "Prensas isostáticas" a quente com todas as seguintes características e componentes e acessórios especialmente concebidos para essas prensas:

N.B.: VER TAMBÉM 2B104 E 2B204.

- a. Com ambiente térmico controlado na cavidade fechada e uma câmara de trabalho de diâmetro interior igual ou superior a 406 mm; e
- b. Uma das seguintes características:
 1. Pressão máxima de trabalho superior a 207 MPa;
 2. Ambiente térmico controlado superior a 1773 K (1500°C); ou
 3. Meios que possibilitem a impregnação com hidrocarbonetos e a remoção dos produtos gasosos resultantes da sua degradação;

Nota técnica:

A dimensão interior da câmara é a da câmara em que se atingem a temperatura e a pressão de trabalho, e não inclui os acessórios. Esta dimensão será a menor de duas dimensões, — o diâmetro interior da câmara de pressão e o diâmetro interior da câmara isolada do forno, — dependendo de qual das duas câmaras esteja localizada no interior da outra.

NOTA: *No que se refere aos cunhos, matrizes e ferramentas especialmente concebidos, ver 1B003, 9B009 e a Lista de Material de Guerra.*

2B005 Equipamentos especialmente concebidos para a deposição, tratamento e controlo durante o processo de recobrimentos, revestimentos e modificações de superfícies inorgânicos, para aplicação em substratos não electrónicos pelos processos descritos no quadro que se segue ao ponto 2E003.f. e nas notas subsequentes, bem como componentes automatizados de movimentação, posicionamento, manipulação e controlo especialmente concebidos para esses equipamentos:

- a. Equipamentos de produção com "controlo por programa residente" para deposição em fase vapor por processo químico (CVD) com todas as seguintes características:

N.B.: VER TAMBÉM 2B105

1. Modificados para aplicação de um dos seguintes processos:
 - a. Deposição em fase vapor, por processo químico, pulsante;
 - b. Deposição térmica com nucleação controlada (CNTD); ou
 - c. Deposição em fase vapor, por processo químico, activada ou assistida por plasma; e
 2. Uma das seguintes características:
 - a. Vedantes rotativos para alto vácuo (igual ou inferior a 0,01 Pa);
ou
 - b. Controlo *in situ* da espessura do revestimento;
- b. Equipamentos de produção com "controlo por programa residente" para implantação iónica, com feixes de intensidade de corrente igual ou superior a 5 mA;
 - c. Equipamentos de produção com "controlo por programa residente" para deposição em fase vapor por processo físico com feixe de electrões (EB-PVD), equipados com sistemas de potência dimensionados para mais de 80 kW, com uma das seguintes características:
 1. Um sistema de controlo por "laser" do nível do banho líquido que regule com precisão a velocidade de avanço dos lingotes; ou
 2. Um monitor controlado por computador, funcionando com base no princípio da fotoluminescência dos átomos ionizados na corrente evaporada, para controlar a velocidade de deposição de revestimentos que contenham dois ou mais elementos;

2B005 Continuação

- d. Equipamentos de produção com "controlo por programa residente" para pulverização por plasma, com uma das seguintes características:
1. Funcionamento em atmosfera controlada a pressão reduzida (igual ou inferior a 10 kPa, sendo a medição efectuada acima e a não mais de 300 mm da saída do pulverizador do canhão), numa câmara de vácuo com capacidade de evacuação até uma pressão de 0,01 Pa antes do início do processo de pulverização; ou
 2. Controlo *in situ* da espessura do revestimento;
- e. Equipamentos de produção com "controlo por programa residente" para deposição por pulverização catódica, com capacidade para densidades de corrente iguais ou superiores a 0,1 mA/mm², para velocidades de deposição iguais ou superiores a 15 µm/hora;
- f. Equipamentos de produção com "controlo por programa residente" para deposição por arco catódico, com um conjunto de electroímans para controlo automático da direcção do arco no cátodo;
- g. Equipamentos de produção com "controlo por programa residente" para metalização iónica, com capacidade para a medição *in situ* de uma das seguintes características:
1. Espessura do revestimento no substrato e controlo da velocidade de deposição; ou
 2. Características ópticas;

Nota: 2B005 não abrange os equipamentos de deposição química em fase vapor, de arco catódico, de deposição por pulverização, de metalização iónica ou de implantação iónica especialmente concebidos para ferramentas de corte ou de maquinagem.

2B006 Sistemas e equipamentos de controlo dimensional ou de medição:

- a. Máquinas de controlo dimensional comandadas por computador, com "controlo numérico" ou com "controlo por programa residente" que possuam uma "Incerteza de medida" tridimensional (volumétrica) igual ou inferior a (melhor que) $(1,7 + L/1000)$ µm, (L é o comprimento medido, em mm) testada de acordo com a ISO 10360-2.
N.B.: VER TAMBÉM 2B206.
- b. Instrumentos para a medição de deslocamentos lineares e angulares:
1. Instrumentos para medições lineares com uma das seguintes características:
 - a. Sistemas de medição do tipo "sem-contacto", com "resolução" igual ou inferior a (melhor que) 0,2 µm numa gama de medida até 0,2 mm;
 - b. Sistemas de transformadores diferenciais de tensão linear com ambas as seguintes características:
 1. "Linearidade" igual ou inferior a (melhor que) 0,1% numa gama de medida até 5 mm; e
 2. Desvio igual ou inferior a (melhor que) 0,1% por dia à temperatura ambiente normal das salas de ensaio ± 1 K; ou
 - c. Sistemas de medição que possuam as seguintes características:
 1. Um "laser"; e

2B006 b. 1. c. (Continuação)

2. Sejam capazes de manter, durante pelo menos 12 horas, a uma temperatura normal, com variação de ± 1 K, e a uma pressão normal:
 - a. Uma "resolução" igual ou inferior a (melhor que) $0,1 \mu\text{m}$ na totalidade da escala; e
 - b. Uma "incerteza de medida", igual ou inferior a (melhor que) $(0,2 + L/2000) \mu\text{m}$ (L é a distância medida em mm);

Nota: 2B006.b.1 não abrange os sistemas de medida com interferómetro, sem realimentação negativa ("feedback") em circuito aberto ou fechado, com um "laser" para medir os erros de deslocação do carro da máquina-ferramenta, máquinas de controlo dimensional ou equipamento semelhante.

2. Instrumentos de medição angular com "desvio angular de posição" igual ou inferior a (melhor que) $0,00025^\circ$.

Nota: 2B006.b.2 não abrange os instrumentos ópticos, por exemplo, autocolimadores, que utilizem luz colimada para detectar deslocamentos angulares de espelhos.

- c. Equipamentos para a medição de irregularidades de superfícies através da dispersão óptica em função do ângulo, com sensibilidades iguais ou inferiores a (melhores que) $0,5 \text{ nm}$;

Nota 1: As máquinas-ferramentas que possam ser utilizadas como máquinas de medição serão controladas se corresponderem aos critérios especificados para a função de máquina-ferramenta ou de máquina de medição, ou se excederem esses critérios.

Nota 2: As máquinas descritas em 2B006 serão controladas se ultrapassarem os limites estipulados em qualquer ponto da sua gama de funcionamento.

2B007 "Robots", com qualquer das características a seguir enumeradas, bem como controladores e "manipuladores terminais" especialmente concebidos para esses "robots":

N.B.: VER TAMBÉM 2B207.

- a. Com capacidade de processamento de imagens tridimensionais efectivas ou de análise de cenas tridimensionais efectivas em tempo real, para gerar ou modificar "programas" ou gerar ou modificar dados numéricos de programas;

Nota Técnica:

A limitação imposta à "análise de cenas" não abrange a aproximação à terceira dimensão por visionamento num determinado ângulo, nem a interpretação de escalas de cinzentos limitadas para percepção de profundidades ou de texturas para fins aprovados (2 1/2 D).

- b. Especialmente concebidos para satisfazerem normas nacionais de segurança aplicáveis a ambientes onde se encontrem munições explosivas;

- c. Especialmente concebidos ou dimensionados para resistirem a uma dose total de radiações superior a $5 \times 10^3 \text{ Gy}$ (silício) sem degradação do funcionamento; ou

Nota técnica:

O termo Gy (silício) refere-se à energia em Joules por quilograma absorvida por uma amostra de silício desprotegida quando exposta a radiações ionizantes.

- d. Especialmente concebidos para operar a altitudes superiores a 30.000 m.

2B008 Conjuntos, unidades ou elementos especialmente concebidos para máquinas-ferramentas ou para os equipamentos referidos nos pontos 2B006 ou 2B007:

- a. Unidades de realimentação negativa da posição linear (por exemplo, dispositivos do tipo indutivo, escalas graduadas, sistemas de infravermelhos ou sistemas de "laser") de "precisão" total inferior a (melhor que) $[800+(600.L.10^{-3})]$ nm (L é a distância efectiva em mm);
N.B.: Para sistemas de "laser" ver também a Nota relativa a 2B006.b.1.
- b. Unidades de realimentação negativa da posição angular (por exemplo, dispositivos do tipo indutivo, escalas graduadas, sistemas de infravermelhos ou sistemas de "laser") de "precisão" inferior a (melhor que) 0,00025°;
N.B.: Para sistemas de "laser" ver também a Nota relativa a 2B006.b.1.
- c. "Mesas rotativas de movimentos compostos" e "fusos basculantes", capazes de melhorar, de acordo com as especificações do fabricante, as capacidades de máquinas-ferramentas para níveis iguais ou superiores aos especificados no ponto 2B.

2B009 Máquinas de enformação por rotação e máquinas de enformação contínua que, de acordo com as especificações técnicas do fabricante, possam ser equipadas com unidades de "controlo numérico" ou com comando computadorizado e que possuam as seguintes características:

N.B.: VER TAMBÉM 2B109 e 2B209.

- a. Dois ou mais eixos controlados, dos quais dois, no mínimo, possam ser coordenados simultaneamente para o "controlo de contorno"; e
- b. Uma força dos rolos superior a 60 kN.

Nota técnica:

Para efeitos de 2B009, as máquinas que combinem as funções de enformação por rotação e enformação contínua são consideradas como máquinas de enformação contínua.

2B104 "Prensas isostáticas" diferentes das referidas em 2B004, com todas as seguintes características:

N.B.: VER TAMBÉM 2B204

- a. Pressão máxima de trabalho igual ou superior a 69 MPa;
- b. Capacidade para atingir e manter um ambiente térmico controlado igual ou superior a 873 K (600°C); e
- c. Câmara de trabalho de diâmetro interior igual ou superior a 254 mm;

2B105 Fornos para deposição em fase vapor por processo químico (CVD) diferentes das referidas em 2B005.a. concebidos ou modificados para a densificação de materiais compósitos carbono-carbono.

2B109 Máquinas de enformação contínua, diferentes das referidas em 2B009, bem como componentes especialmente concebidos para essas máquinas:

N.B.: VER TAMBÉM 2B209.

- a. Máquinas de enformação contínua com ambas as seguintes características:
 1. Poderem, de acordo com as especificações técnicas do fabricante, ser equipadas com unidades de "controlo numérico" ou com comando computadorizado, ainda que não estejam equipadas com tais unidades; e
 2. Possuírem mais de dois eixos que possam ser coordenados simultaneamente para o "controlo de contorno".
- b. Componentes especialmente concebidos para as máquinas de enformação contínua referidas em 2B009 ou 2B109.a.

Nota: 2B109 não abrange as máquinas que não sejam utilizáveis na produção de equipamentos e componentes (por exemplo, cárteres de motores) para os sistemas de propulsão referidos em 9A005, 9A007.a ou 9A105.a.

Nota técnica:

As máquinas que combinem as funções de enformação por rotação e enformação contínua são, para efeitos deste ponto, consideradas como máquinas de enformação contínua.

2B116 Equipamentos para ensaios de vibrações e respectivos componentes:

- a. Sistemas para ensaios de vibrações que utilizem técnicas de realimentação negativa ou de ciclo fechado e disponham de um controlador digital, capazes de fazer vibrar um sistema a 10g rms ou mais em toda a gama de frequências compreendida entre 20 Hz e 2.000 Hz e de transmitir forças iguais ou superiores a 50 kN, medidas "em mesa nua";
- b. Controladores digitais, combinados com suportes lógicos especialmente concebidos para ensaios de vibrações, com uma largura de banda em tempo real superior a 5 kHz e concebidos para utilização com os sistemas para ensaios de vibrações referidos em 2B116.a;
- c. Impulsores de vibrações (agitadores), com ou sem amplificadores associados, capazes de transmitir forças iguais ou superiores a 50 kN, medidas "em mesa nua", e utilizáveis nos sistemas para ensaios de vibrações referidos em 2B116.a;
- d. Estruturas de suporte da peça a ensaiar e unidades electrónicas concebidas para combinar múltiplos agitadores num sistema capaz de comunicar forças combinadas efectivas iguais ou superiores a 50 kN, medidas "em mesa nua", e utilizáveis nos sistemas para ensaios de vibrações referidos em 2B116.a.

Nota Técnica:

Em 2B116, "mesa nua" designa uma mesa ou superfície plana sem qualquer dispositivo de fixação ou equipamento acessório.

2B117 Controlos de equipamentos e processos, diferentes dos especificados em 2B004, 2B005.a, 2B104 ou 2B105, concebidos ou modificados para a densificação e pirólise de materiais compósitos estruturais de tubeiras de foguetes e de pontas de narizes de veículos de reentrada.

2B119 Máquinas de equilibragem e equipamento conexo:
N.B.: VER TAMBÉM 2B219

- a. Máquinas de equilibragem com todas as seguintes características:
1. Incapacidade para equilibrar rotores/conjuntos de massa superior a 3 kg;
 2. Capacidade para equilibrar rotores/conjuntos a velocidades superiores a 12500 rpm;
 3. Capacidade para corrigir desequilíbrios em dois ou mais planos; e
 4. Capacidade para efectuar a equilibragem com um desequilíbrio residual específico de 0,2 g mm por kg de massa do rotor;
- Nota:* 2B119.a não abrange as máquinas de equilibragem concebidas ou modificadas para equipamento dentário ou outro equipamento médico.
- b. Cabeças indicadoras concebidas ou modificadas para utilização com as máquinas referidas em 2B119.a.
- Nota técnica:*
As cabeças indicadoras são por vezes conhecidas como instrumentos de equilibragem.

2B120 Simuladores de movimento ou mesas rotativas (*rate tables*) com todas as seguintes características::

- a. Dois ou mais eixos;
- b. Anéis colectores capazes de transmitir potência eléctrica e/ou informações sob a forma de sinais; e
- c. Com uma das seguintes características:
1. Ambas as características a seguir enumeradas, para qualquer dos eixos:
 - a. Capacidade para velocidades iguais ou superiores a 400 graus/s ou iguais ou inferiores a 30 graus/s; e
 - b. Resolução igual ou inferior a 6 graus/s e precisão igual ou inferior a 0,6 graus/s;
 2. Estabilidade de movimento, no pior dos casos, igual a ou melhor que (inferior a) $\pm 0,05\%$, em média, em 10 graus ou mais; ou
 3. Precisão de posicionamento igual a ou melhor do que 5 arc/s.

Nota: 2B120 não abrange as mesas rotativas concebidas ou modificadas para máquinas-ferramentas ou para equipamento médico. No que se refere ao controlo de mesas rotativas de máquinas-ferramentas, ver 2B008.

2B121 Mesas de posicionamento (equipamento capaz de garantir um posicionamento rotativo preciso em quaisquer eixos) diferente do referido em 2B120, com todas as seguintes características:

- a. Dois ou mais eixos; e
- b. Precisão de posicionamento igual a 5 arc/s ou melhor.

Nota: 2B121 não abrange as mesas rotativas concebidas ou modificadas para máquinas-ferramentas ou para equipamento médico. No que se refere ao controlo de mesas rotativas de máquinas-ferramentas, ver 2B008.

2B122 Centrifugadoras com capacidade para imprimir acelerações acima de 100g e com anéis colectores capazes de transmitir potência eléctrica e informações sob a forma de sinais.

2B201 Máquinas-ferramentas diferentes das referidas em 2B001 para a remoção ou corte de metais ou de materiais cerâmicos ou "compósitos" que, de acordo com as especificações técnicas do fabricante, possam ser equipadas com dispositivos electrónicos para "controlo de contorno" simultâneo em dois ou mais eixos:

a. Máquinas-ferramentas para fresar, com uma das seguintes características:

1. Precisão de posicionamento em qualquer eixo linear, com "todas as compensações disponíveis", igual ou inferior a (melhor que) $6 \mu\text{m}$ de acordo com a ISO 230/2 (1988)¹ ou com normas nacionais equivalentes;

ou

2. Dois ou mais eixos de rotação de contorno.

Nota: 2B201.a não abrange as fresadoras com as seguintes características:

a. Curso no eixo X superior a 2m ; e

b. Precisão de posicionamento global no eixo X superior a (pior que) $30 \mu\text{m}$.

b. Máquinas-ferramentas para rectificar, com uma das seguintes características:

1. Precisão de posicionamento em qualquer eixo linear, com "todas as compensações disponíveis", igual ou inferior a (melhor que) $4 \mu\text{m}$ de acordo com a ISO 230/2 (1988)⁴ ou com normas nacionais equivalentes;

ou

2. Dois ou mais eixos de rotação de contorno.

Nota: 2B201.b não abrange as seguintes rectificadoras:

a. Rectificadoras cilíndricas de exteriores, de interiores ou de exteriores e interiores, com todas as seguintes características:

1. Estarem limitadas à rectificação cilíndrica;

2. Só poderem maquinar peças de diâmetro exterior ou comprimento não superiores a 150mm ;

3. Não possuírem mais de dois eixos que possam ser coordenados simultaneamente para o "controlo de contorno"; e

4. Sem eixo c de contorno

b. Rectificadoras por coordenadas com eixos limitados a x,y e c, em que o eixo c seja utilizado para manter a perpendicularidade da mó em relação à superfície de trabalho e em que o eixo a esteja configurado para rectificar cames cilíndricas;

c. Rectificadoras de ferramentas ou ferros de corte com "suporte lógico" especialmente concebido para a produção de ferramentas ou ferros de corte; ou

d. Rectificadoras de cambotas ou árvores de cames.

¹ Os fabricantes que calculam a precisão de posicionamento de acordo com a ISO 230/2 (1997) deverão consultar as autoridades competentes do Estado-Membro onde estão estabelecidos.

2B204 "Prensas isostáticas" não abrangidas por 2B004 ou 2B104, bem como equipamentos conexos:

- a. "Prensas isostáticas" com ambas as seguintes características:
 1. Capazes de atingir uma pressão máxima de trabalho igual ou superior a 69 Mpa; e
 2. Com uma câmara de trabalho de diâmetro interior superior a 152 mm;
- b. Cunhos, matrizes, moldes e comandos especialmente concebidos para as "prensas isostáticas" referidas em 2B204.a.

Nota técnica:

Em 2B204, a dimensão interior da câmara é a da câmara em que se atingem a temperatura e a pressão de trabalho e não inclui os acessórios. Esta dimensão será a menor de duas dimensões — o diâmetro interior da câmara de pressão e o diâmetro interior da câmara isolada do forno — dependendo de qual das duas câmaras esteja localizada no interior da outra.

2B206 Máquinas, instrumentos ou sistemas de controlo dimensional diferentes dos referidos no ponto 2B006:

- a. Máquinas de controlo dimensional com comando computadorizado ou controlo numérico que possuam as seguintes características:
 1. Dois ou mais eixos; e
 2. Uma "incerteza de medida" unidimensional igual ou inferior a (melhor que) $(1,25+L/1000)$ µm testada com uma sonda de "precisão" inferior a (melhor que) 0,2 µm (L é o comprimento medido, em milímetros) (Ref.:VDI/VDE 2617 Partes 1 e 2);
- b. Sistemas de controlo simultâneo linear-angular de peças hemisféricas, com as seguintes características:
 1. "Incerteza de medida" em qualquer eixo linear igual ou inferior a (melhor que) 3,5 µm por 5 mm; e
 2. "Desvio angular de posição" igual ou inferior a 0,02°.

Nota 1: As máquinas-ferramentas que possam ser utilizadas como máquinas de medição serão controladas se corresponderem aos critérios especificados para a função de máquina-ferramenta ou de máquina de medição, ou se excederem esses critérios.

Nota 2: As máquinas referidas em 2B006 serão controladas se ultrapassarem os limites estipulados em qualquer ponto da sua gama de funcionamento.

Notas técnicas:

1. *As sondas utilizadas na determinação da "incerteza de medida" dos sistemas de controlo dimensional devem ser análogas à descrita na norma VDI/VDE 2617, Partes 2,3 e 4.*
2. *Todos os parâmetros dos valores de medição referidos em 2B206 representam parâmetros mais/menos, isto é, não a banda total.*

2B207 "Robots", "operadores terminais" e unidades de controlo não referidos em 2B007:

- a. "Robots" ou "operadores terminais" especialmente concebidos para satisfazer normas nacionais de segurança aplicáveis no manuseamento de produtos altamente explosivos (por exemplo, que cumpram as especificações eléctricas para produtos altamente explosivos);

2B207 (Continuação)

- b. Unidades de comando especialmente concebidas para qualquer dos "robots" ou "operadores terminais" especificados em 2B207.a.

2B209 Máquinas de enformação contínua e máquinas de enformação por rotação capazes de executar enformação contínua não referidas nos pontos 2B009 ou 2B109, e mandris:

- a. Máquinas com ambas as seguintes características:
1. Três ou mais rolos (activos ou de guiamento); e
 2. Que, de acordo com as especificações técnicas do fabricante, possam ser equipadas com uma unidade de controlo numérico ou com comando por computador;
- b. Mandris para a enformação de rotores, concebidos para enformar rotores cilíndricos de diâmetro interior compreendido entre 75mm e 400mm.

Nota: 2B209.a. abrange as máquinas com um único rolo concebido para deformar metal e dois rolos auxiliares de suporte do mandril mas que não participam directamente no processo de deformação.

2B219 Máquinas centrifugadoras de equilibragem em múltiplos planos, fixas ou portáteis, horizontais ou verticais:

- a. Máquinas centrifugadoras de equilibragem concebidas para equilibrar rotores flexíveis de comprimento igual ou superior a 600 mm, com todas as seguintes características:
1. Diâmetro útil ou diâmetro do moente superior a 75 mm;
 2. Capacidade para massas compreendidas entre 0,9 e 23 kg; e
 3. Capacidade para efectuar a equilibragem a velocidades de rotação superiores a 5.000 rpm;
- b. Máquinas centrifugadoras de equilibragem concebidas para equilibrar componentes cilíndricos ocios de rotores, com todas as seguintes características:
1. Diâmetro do moente igual ou superior a 75 mm;
 2. Capacidade para massas entre 0,9 e 23 kg;
 3. Capacidade para efectuar a equilibragem com um desequilíbrio residual igual ou inferior a 0,01 kg x mm/kg por plano; e
 4. Do tipo com transmissão por correia.

2B225 Manipuladores de comando a distância que possam ser utilizados para executar acções comandadas à distância em operações de separação radioquímica ou em "células quentes", com uma das seguintes características:

- a. Capazes de penetrar em paredes de células quentes de espessura igual ou superior a 0,6 m (funcionamento através da parede); ou
- b. Capazes de transpor, em ponte, a parte superior de paredes de células quentes de espessura igual ou superior a 0,6 m (funcionamento por cima da parede).

Nota técnica:

Os manipuladores de comando a distância permitem a transmissão das acções de um operador humano a um braço e a um equipamento terminal telecomandados. Podem ser do tipo "servomecanismo" ou comandados por um "joystick" ou um teclado.

2B226 Fornos de indução de atmosfera controlada (vácuo ou gás inerte), bem como fontes de alimentação especialmente concebidas para esses fornos:

N.B.: VER TAMBÉM 3B.

- a. Fornos com todas as seguintes características:
 1. Capazes de funcionar a temperaturas superiores a 1123 K (850°C)
 2. Bobinas de indução de diâmetro igual ou inferior a 600 mm; e
 3. Concebidos para potências de alimentação iguais ou superiores a 5 kW;
- b. Fontes de alimentação de potência nominal igual ou superior a 5 kW, especialmente concebidas para os fornos referidos em 2B226.

Nota: 2B226.a. não abrange os fornos concebidos para o tratamento de bolachas semicondutoras.

2B227 Fornos metalúrgicos de fusão e de fundição sob vácuo ou sob outra forma de atmosfera controlada, e equipamentos conexos:

- a. Fornos de arco para refusão e fundição com ambas as seguintes características:
 1. Capacidades para eléctrodos consumíveis situadas entre 1.000 cm³ e 20.000 cm³, e
 2. Capazes de funcionar a temperaturas de fusão superiores a 1.973 K (1.700°C);
- b. Fornos de fusão por feixes de electrões e fornos de atomização e fusão por plasma com ambas as seguintes características:
 1. Potência igual ou superior a 50 kW; e
 2. Capazes de funcionar a temperaturas de fusão superiores a 1.473 K (1.200°C).
- c. Sistemas de controlo e de monitorização por computador especialmente configurados para qualquer dos fornos referidos em 2B227.a ou b.

2B228 Equipamentos para o fabrico ou a montagem de rotores, equipamentos para o alinhamento de rotores, e mandris, cunhos e matrizes para a enformação de foles:

- a. Equipamentos para a montagem de rotores, utilizados na montagem de secções tubulares, deflectores e tampas de rotores de centrifugadoras de gases;

Nota: 2B228.a. inclui mandris de precisão, braçadeiras e máquinas de ajustamento por retracção.

- b. Equipamentos para o alinhamento de rotores, utilizados no alinhamento de secções tubulares de rotores de centrifugadoras de gases em relação a um eixo comum.

Nota técnica:

Em 2B228.b, estes equipamentos são normalmente constituídos por sondas de medição de precisão ligadas a um computador que, em seguida, comanda, por exemplo, a acção dos macacos pneumáticos utilizados para alinhar as secções tubulares do rotor.

- c. Mandris, cunhos e matrizes para a enformação de foles utilizados no fabrico de foles de espira única.

Nota técnica:

Os foles referidos no ponto 2B228.c. têm todas as seguintes características:

1. Diâmetro interior compreendido entre 75 mm e 400 mm;
2. Comprimento igual ou superior a 12,7 mm;
3. Profundidade da espira única superior a 2 mm; e
4. Fabricados de ligas de alumínio de alta resistência, de aço maraging ou de "materiais fibrosos ou filamentosos" de alta resistência.

2B230 "Transdutores de pressão" capazes de medir pressões absolutas em qualquer ponto da escala de 0 a 13 kPa e com ambas as seguintes características:

- a. Elementos sensores da pressão fabricados ou protegidos com alumínio, liga de alumínio, níquel ou liga de níquel com mais de 60% em massa de níquel; e
- b.
- c. Com uma das seguintes características:
 1. Uma escala completa de menos de 13 kPa e "precisão" superior (melhor que) a $\pm 1\%$ de escala completa;
 - ou
 2. Uma escala completa de 13 kPa ou mais e "precisão" superior (melhor que) a ± 130 Pa.

Nota técnica:

Para efeitos de 2B230 a "precisão" inclui a não linearidade, a histerese e a repetibilidade à temperatura ambiente.

2B231 Bombas de vácuo com todas as seguintes características:

- a. Garganta de entrada de dimensão igual ou superior a 380 mm;
- b. Velocidade de bombagem igual ou superior a $15 \text{ m}^3/\text{s}$; e
- d. Capazes de produzir um vácuo máximo melhor do que 13 mPa.

Notas técnicas:

1. A velocidade de bombagem deve ser determinada no ponto de medida com azoto ou ar.
2. O vácuo máximo deve ser determinado à entrada da bomba, estando esta fechada.

2B232 Canhões de gases leves de andares múltiplos ou outros sistemas de canhão de alta velocidade (sistemas de bobina, tipos electromagnéticos e electrotérmicos e outros sistemas avançados), capazes de acelerar projecteis a velocidades iguais ou superiores a 2 km/s.

2B350 Equipamentos e dispositivos da indústria química:

- a. Vasos de reacção ou reactores, com ou sem agitadores, de volume interior (geométrico) total superior a $0,1 \text{ m}^3$ (100 l), mas inferior a 20 m^3 (20 000 l), caracterizados pelo facto de todas as superfícies que entram em contacto directo com o(s) produto(s) químico(s) processado(s) ou contido(s) serem constituídas por um dos seguintes materiais:
 1. Ligas com mais de 25% de níquel e mais de 20% de cromo, em massa;
 2. Fluoropolímeros;
 3. Vidro (incluindo superfícies vitrificadas ou esmaltadas e revestimentos de vidro);
 4. Níquel ou ligas com mais de 40%, em massa, de níquel;
 5. Tântalo ou ligas de tântalo;
 6. Titânio ou ligas de titânio; ou
 7. Zircónio ou ligas de zircónio;
- b. Agitadores para vasos de reacção ou reactores, caracterizados pelo facto de todas as superfícies que entram em contacto directo com o(s) produto(s) químico(s) processado(s) ou contido(s) serem constituídas por um dos seguintes materiais:
 1. Ligas com mais de 25% de níquel e mais de 20% de cromo, em massa;

2B350 b. Continuação

2. Fluoropolímeros;
 3. Vidro (incluindo superfícies vitrificadas ou esmaltadas e revestimentos de vidro);
 4. Níquel ou ligas com mais de 40%, em massa, de níquel;
 5. Tântalo ou ligas de tântalo;
 6. Titânio ou ligas de titânio; ou
 7. Zircónio ou ligas de zircónio;
- c. Recipientes, tanques ou reservatórios de armazenagem de volume interior (geométrico) total superior a 0,1 m³ (100 l), caracterizados pelo facto de todas as superfícies que entram em contacto directo com o(s) produto(s) químico(s) processado(s) ou contido(s) serem constituídas por um dos seguintes materiais:
1. Ligas com mais de 25% de níquel e mais de 20% de crómio, em massa;
 2. Fluoropolímeros;
 3. Vidro (incluindo superfícies vitrificadas ou esmaltadas e revestimentos de vidro);
 4. Níquel ou ligas com mais de 40%, em massa, de níquel;
 5. Tântalo ou ligas de tântalo;
 6. Titânio ou ligas de titânio; ou
 7. Zircónio ou ligas de zircónio;
- d. Permutadores de calor ou condensadores com uma superfície de transferência de calor inferior a 20 m², caracterizados pelo facto de todas as superfícies que entram em contacto directo com o(s) produto(s) químico(s) processado(s) serem constituídas por um dos seguintes materiais:
1. Ligas com mais de 25% de níquel e mais de 20% de crómio, em massa;
 2. Fluoropolímeros;
 3. Vidro (incluindo superfícies vitrificadas ou esmaltadas e revestimentos de vidro);
 4. Grafite;
 5. Níquel ou ligas com mais de 40%, em massa, de níquel;
 6. Tântalo ou ligas de tântalo;
 7. Titânio ou ligas de titânio;
 8. Zircónio ou ligas de zircónio;
 9. Carboneto de silício; ou
 10. Carboneto de titânio.
- e. Colunas de destilação ou de absorção de diâmetro interior superior a 0,1 m, caracterizadas pelo facto de todas as superfícies que entram em contacto directo com o(s) produto(s) químico(s) processado(s) serem constituídas por um dos seguintes materiais:
1. Ligas com mais de 25% de níquel e mais de 20% de crómio, em massa;
 2. Fluoropolímeros;
 3. Vidro (incluindo superfícies vitrificadas ou esmaltadas e revestimentos de vidro);
 4. Grafite;
 5. Níquel ou ligas com mais de 40%, em massa, de níquel;
 6. Tântalo ou ligas de tântalo;
 7. Titânio ou ligas de titânio; ou
 8. Zircónio ou ligas de zircónio;
- f. Equipamentos de enchimento com comando à distância, caracterizados pelo facto de todas as superfícies que entram em contacto directo com o(s) produto(s) químico(s) processado(s) serem constituídas por um dos seguintes materiais:
1. Ligas com mais de 25% de níquel e mais de 20%, em massa, de crómio;
 2. Níquel ou ligas com mais de 40%, em massa, de níquel;

2B350 continuação

- g. Válvulas com vedante múltiplo dotadas de um orifício de detecção de fugas, válvulas de fole, válvulas de retenção (anti-retorno) ou válvulas de diafragma, caracterizadas pelo facto de todas as superfícies que entram em contacto directo com o(s) produto(s) químico(s) processado(s) ou contido(s) serem constituídas por um dos seguintes materiais:
1. Ligas com mais de 25% de níquel e mais de 20% de cromo, em massa;
 2. Fluoropolímeros;
 3. Vidro (incluindo superfícies vitrificadas ou esmaltadas e revestimentos de vidro);
 4. Níquel ou ligas com mais de 40%, em massa, de níquel;
 5. Tântalo ou ligas de tântalo;
 6. Titânio ou ligas de titânio; ou
 7. Zircónio ou ligas de zircónio;
- h. Tubagens de paredes múltiplas dotadas de um orifício de detecção de fugas, caracterizadas pelo facto de todas as superfícies que entram em contacto directo com o(s) produto(s) químico(s) processado(s) ou contido(s) serem constituídas por um dos seguintes materiais:
1. Ligas com mais de 25% de níquel e mais de 20% de cromo, em massa;
 2. Fluoropolímeros;
 3. Vidro (incluindo superfícies vitrificadas ou esmaltadas e revestimentos de vidro);
 4. Grafite;
 5. Níquel ou ligas com mais de 40%, em massa, de níquel;
 6. Tântalo ou ligas de tântalo;
 7. Titânio ou ligas de titânio; ou
 8. Zircónio ou ligas de zircónio;
- i. Bombas de fole ou de diafragma com vedante múltiplo e accionamento magnético encapsulado cujo caudal máximo especificado pelo fabricante seja superior a 0,6 m³/h, ou bombas de vácuo cujo caudal máximo especificado pelo fabricante seja superior a 5 m³/h (nas condições normais de pressão (101,3 kPa) e temperatura (273 K (0°C))), caracterizadas pelo facto de todas as superfícies que entram em contacto directo com o(s) produto(s) químico(s) processado(s) serem constituídas por um dos seguintes materiais:
1. Ligas com mais de 25% de níquel e mais de 20% de cromo, em massa;
 2. Materiais cerâmicos;
 3. Ferrossilício;
 4. Fluoropolímeros;
 5. Vidro (incluindo superfícies vitrificadas ou esmaltadas e revestimentos de vidro);
 6. Grafite;
 7. Níquel ou ligas com mais de 40%, em massa, de níquel;
 8. Tântalo ou ligas de tântalo;
 9. Titânio ou ligas de titânio; ou
 10. Zircónio ou ligas de zircónio;
- j. Incineradores concebidos para destruir os produtos químicos referidos no ponto 1C350, equipados com sistemas de alimentação de resíduos especificamente concebidos e com dispositivos de manipulação especiais, com uma temperatura média na câmara de combustão superior a 1.273 K (1.000°C) e caracterizados pelo facto de todas as superfícies do sistema de alimentação de resíduos que entram em contacto directo com estes serem constituídas ou revestidas por um dos seguintes materiais:
1. Ligas com mais de 25% de níquel e mais de 20% de cromo, em massa;
 2. Materiais cerâmicos, ou
 3. Níquel ou ligas com mais de 40%, em massa, de níquel.

- 2B351 Sistemas de monitorização de gases tóxicos e detectores específicos, com as seguintes características:
- Concebidos para funcionar em contínuo e utilizáveis na detecção de concentrações inferiores a 0,3 mg/m³ de agentes de guerra química ou dos produtos químicos referidos em 1C350; ou
 - Concebidos para a detecção de actividade inibidora da colinesterase.
- 2B352 Equipamento capaz de ser utilizado na manipulação de materiais biológicos:
- Instalações completas para a contenção de materiais biológicos de nível de contenção P3 e P4;
Nota técnica:
Os níveis de contenção P3 e P4 (BL3, BL4, L3, L4) estão definidos no Laboratory Biosafety Manual da OMS (Genebra, 1983).
 - Fermentadores adequados para a cultura de "microrganismos" patogénicos ou vírus ou para a produção de toxinas, sem propagação de aerossóis, que possuam uma capacidade igual ou superior a 100 litros;
Nota técnica:
Os fermentadores incluem os biorreactores, os quimióstatos e os sistemas de débito contínuo.
 - Separadores centrífugos capazes de separação contínua sem propagação de aerossóis, que possuam todas as seguintes características:
 - Caudal superior a 100 litros por hora;
 - Componentes de titânio ou aço inoxidável polido;
 - Juntas de vedação duplas ou múltiplas na zona de contenção do vapor; e
 - Em que possa ser efectuada esterilização *in situ* a vapor com o centrifugador fechado;*Nota técnica:*
Os separadores centrífugos incluem os decantadores.
 - Equipamentos de filtragem em contra-corrente (corrente tangencial), concebidos para separação contínua sem propagação de aerossóis, com ambas as seguintes características:
 - Superfície igual ou superior a 5 m²; e
 - Em que possa ser efectuada esterilização *in situ*;
 - Equipamentos de liofilização esterilizáveis a vapor, equipados com um condensador de capacidade superior a 50 kg de gelo em 24 horas e inferior a 1000 kg de gelo em 24 horas;
 - Equipamentos que incluam ou estejam contidos em câmaras de contenção de nível P3 ou P4:
 - Fatos de protecção completos ou parciais com ventilação independente;
 - Compartimentos ou isoladores de segurança biológica de classe III, com normas de desempenho semelhantes;
Nota: *Em 2B352.f.2., os isoladores incluem isoladores flexíveis, caixas secas, câmaras anaeróbias, caixas com luvas e exaustores de escoamento laminar.*
 - Câmaras concebidas para ensaios de detecção de aerossóis com "toxinas" ou "microrganismos", de capacidade igual ou superior a 1 m³.

2C Materiais

Nenhum

2D Suporte lógico

2D001 "Suportes lógicos", com excepção dos especificados em 2D002, especialmente concebidos ou modificados para o "desenvolvimento", "produção" ou "utilização" dos equipamentos referidos em 2A001 ou 2B001 a 2B009.

2D002 "Suportes lógicos" para dispositivos electrónicos, mesmo quando residentes no próprio dispositivo electrónico, que permitam que esses dispositivos ou sistemas funcionem como unidades de "controlo numérico", capazes de:

- a. Fazer a coordenação simultânea de mais de quatro eixos para "controlo de contorno"; ou
- b. Efectuar o "processamento em tempo real" de dados para modificar a trajectória do ferro, a velocidade de avanço e as condições de funcionamento do fuso durante a operação de maquinagem, por qualquer dos seguintes meios:
 1. Cálculo automático e modificação de dados programados para maquinagem de peças em dois ou mais eixos por meio de ciclos de medições e de acesso a dados de base; ou
 2. "Controlo adaptativo", com mais de uma variável física medida e processada por meio de um modelo de cálculo (estratégia), com o objectivo de modificar uma ou mais instruções de maquinagem para otimizar o processo.

Nota: 2D002 não abrange os "suportes lógicos" especialmente concebidos ou modificados para o comando de máquinas-ferramentas não incluídas na Categoria 2.

2D101 "Suportes lógicos" especialmente concebidos ou modificados para a "utilização" dos equipamentos referidos em 2B104, 2B105, 2B109, 2B116, 2B117 ou 2B119 a 2B122.

N.B.: VER TAMBÉM 9D004.

2D201 "Suportes lógicos" especialmente concebidos para a "utilização" dos equipamentos referidos em 2B204, 2B206, 2B207, 2B209, 2B219 ou 2B227.

2D202 "Suportes lógicos" especialmente concebidos ou modificados para o "desenvolvimento", "produção" ou "utilização" do equipamento referido em 2B201.

2E Tecnologia

- 2E001 "Tecnologia", na acepção da Nota Geral sobre Tecnologia, para o "desenvolvimento" dos equipamentos ou dos "suportes lógicos" referidos em 2A, 2B ou 2D.
- 2E002 "Tecnologia", na acepção da Nota Geral sobre Tecnologia, para a "produção" dos equipamentos referidos em 2A ou 2B.
- 2E003 Outras "tecnologias":
- a. "Tecnologia" para o "desenvolvimento" de gráficos interactivos integrados em unidades de "controlo numérico", para a preparação ou modificação de programas de peças;
 - b. "Tecnologia" para processos que envolvam o trabalho de metais:
 1. "Tecnologia" para a concepção de ferramentas, cunhos, matrizes ou dispositivos fixos especialmente concebidos para os seguintes processos:
 - a. "Enformação superplástica";
 - b. "Soldadura por difusão"; ou
 - c. "Prensagem hidráulica por acção directa";
 2. Dados técnicos constituídos por métodos ou parâmetros de processo, a seguir enumerados, utilizados para controlar:
 - a. A "enformação superplástica" de ligas de alumínio, ligas de titânio ou "superligas":
 1. Preparação das superfícies;
 2. Velocidade de deformação;
 3. Temperatura;
 4. Pressão;
 - b. A "soldadura por difusão" de "superligas" ou de ligas de titânio:
 1. Preparação das superfícies;
 2. Temperatura;
 3. Pressão;
 - c. A "prensagem hidráulica por acção directa" de ligas de alumínio ou de ligas de titânio:
 1. Pressão;
 2. Duração do ciclo;
 - d. A "densificação isostática a quente" de ligas de titânio, de ligas de alumínio ou de "superligas":
 1. Temperatura;
 2. Pressão;
 3. Duração do ciclo;

2E003 Continuação

- c. "Tecnologia" para o "desenvolvimento" ou "produção" de máquinas de enformação por estiramento hidráulico e respectivos cunhos e matrizes, para o fabrico de estruturas de células;
- d. "Tecnologia" para o "desenvolvimento" de geradores de instruções (por exemplo, programas de peças) de máquinas-ferramentas a partir de dados de projecto residentes em unidades de "controlo numérico";
- e. "Tecnologia" para o "desenvolvimento" de "suportes lógicos" de integração, para a incorporação, em unidades de "controlo numérico", de sistemas periciais de apoio avançado a decisões no âmbito de operações a nível da fábrica;
- f. "Tecnologia" para a aplicação de revestimentos inorgânicos por cobertura ou modificação da superfície (especificados na coluna 3 do quadro seguinte) em substratos não electrónicos (especificados na coluna 2 do quadro seguinte) por processos especificados na coluna 1 do quadro seguinte e definidos na Nota Técnica.
Nota: O quadro e a Nota Técnica encontram-se após a entrada 2E301.

2E101 "Tecnologia", na acepção da Nota Geral sobre Tecnologia, para a "utilização" dos equipamentos ou "suportes lógicos" referidos em 2B004, 2B009, 2B104, 2B109, 2B116 ou 2D101.

2E201 "Tecnologia", na acepção da Nota Geral sobre Tecnologia, para a "utilização" dos equipamentos ou "suportes lógicos" referidos em 2A225, 2A226, 2B001, 2B006, 2B007.b., 2B007.c., 2B008, 2B009, 2B201, 2B204, 2B206, 2B207, 2B209, 2B225 a 2B232, 2D201 ou 2D202.

2E301 "Tecnologia", na acepção da Nota Geral sobre Tecnologia, para a "utilização" dos bens referidos em 2B350 a 2B352.

QUADRO - TÉCNICAS DE DEPOSIÇÃO

1. <u>Processo de revestimento</u> (1) ^(*)	2. <u>Substrato</u>	3. <u>Revestimento resultante</u>
A. Deposição em fase vapor por processo químico (CVD)	"Superligas"	Aluminetos para tubulações internas
	Materiais cerâmicos (19) e vidros de pequena dilatação (14)	Silicetos Carbonetos Camadas dieléctricas (15) Diamante Carbono diamante (17)
	Materiais "compósitos" carbono-carbono, cerâmicos e de "matriz" metálica	Silicetos Carbonetos Metais refractários Misturas destes (4) Camadas dieléctricas (15) Aluminetos Aluminetos ligados (2) Nitreto de boro
	Carboneto de tungsténio cementado (16), Carboneto de silício (18)	Carbonetos Tungsténio Misturas destes (4) Camadas dieléctricas (15)
	Molibdénio e ligas de molibdénio Berílio e ligas de berílio	Camadas dieléctricas (15) Camadas dieléctricas (15) Diamante Carbono diamante (17)
	Materiais para janelas de sensores (9)	Camadas dieléctricas (15) Diamante Carbono diamante (17)

^(*) Os números entre parênteses referem-se às notas que se seguem ao quadro.

QUADRO - TÉCNICAS DE DEPOSIÇÃO

1. <u>Processo de revestimento</u> (1)	2. <u>Substrato</u>	3. <u>Revestimento resultante</u>
B. Deposição em fase vapor por processo físico com evaporação térmica (TE-PVD)		
B.1. Deposição em fase vapor por processo físico (PVD): Feixe de electrões(EB-PVD)	"Superligas"	Silicetos ligados Aluminetos ligados (2) MCrAlX (5) Zircónio modificado (12) Silicetos Aluminetos Misturas destes (4)
	Materiais cerâmicos (19) e vidros de pequena dilatação (14)	Camadas dieléctricas (15)
	Aço resistente à corrosão (7)	MCrAlX (5) Zircónio modificado (12) Misturas destes (4)
	Materiais "compósitos" carbono-carbono, cerâmicos e de "matriz" metálica	Silicetos Carbonetos Metais refractários Misturas destes (4) Camadas dieléctricas (15) Nitreto de boro
	Carboneto de tungsténio cementado (16), Carboneto de silício (18)	Carbonetos Tungsténio Misturas destes (4) Camadas dieléctricas (15)
	Molibdénio e ligas de molibdénio	Camadas dieléctricas (15)
	Berílio e ligas de berílio	Camadas dieléctricas (15) Boretos Berílio
	Materiais para janelas de sensores (9) Ligas de titânio (13)	Camadas dieléctricas (15) Boretos Nitretos

QUADRO - TÉCNICAS DE DEPOSIÇÃO

1. <u>Processo de revestimento(1)</u>	2. <u>Substrato</u>	3. <u>Revestimento resultante</u>
B.2. Deposição em fase vapor por processo físico com aquecimento por resistência assistida por feixe de iões (PVD) (metalização iónica)	Materiais cerâmicos (19) e vidros de pequena dilatação (14)	Camadas dieléctricas (15) Carbono diamante (17)
	Materiais "compósitos" carbono-carbono, cerâmicos e de "matriz" metálica	Camadas dieléctricas (15)
	Carboneto de tungsténio cementado (16), Carboneto de silício	Camadas dieléctricas (15)
	Molibdénio e ligas de molibdénio	Camadas dieléctricas (15)
	Berílio e ligas de berílio Materiais para janelas de sensores (9)	Camadas dieléctricas (15) Camadas dieléctricas (15) Carbono diamante (17)
B.3. Deposição em fase vapor por processo físico (PVD): Vaporização por "Laser"	Materiais cerâmicos (19) e vidros de pequena dilatação (14)	Silicetos Camadas dieléctricas (15) Carbono diamante (17)
	Materiais "compósitos" carbono-carbono, cerâmicos e de "matriz" metálica	Camadas dieléctricas (15)
	Carboneto de tungsténio cementado (16), Carboneto de silício	Camadas dieléctricas (15)
	Molibdénio e ligas de molibdénio	Camadas dieléctricas (15)
	Berílio e ligas de berílio	Camadas dieléctricas (15)
Materiais para janelas de sensores (9)	Camadas dieléctricas (15) Carbono diamante	

QUADRO - TÉCNICAS DE DEPOSIÇÃO

1. <u>Processo de revestimento</u> (1)	2. <u>Substrato</u>	3. <u>Revestimento resultante</u>
B.4. Deposição em fase vapor por processo físico (PVD): Descarga por arco catódico	"Superligas" Polímeros (11) e materiais "compósitos" de "matriz" orgânica	Silicetos ligados Aluminetos ligados (2) MCrAlX (5) Boretos Carbonetos Nitretos Carbono diamante (17)
C. Cementação em caixa (ver A para a cementação fora de caixa) (10)	Materiais "compósitos" carbono-carbono, cerâmicos e de "matriz" metálica Ligas de titânio (13) Metais e ligas refractários (8)	Silicetos Carbonetos Misturas destes (4) Silicetos Aluminetos Aluminetos ligados (2) Silicetos Óxidos
D. Pulverização por plasma	"Superligas" Ligas de alumínio (6) Metais e ligas refractários (8)	MCrAlX (5) Zircónio modificado (12) Misturas destes (4) Níquel-grafite que possa ser submetido a abrasão Materiais que contenham N-Cr-Al e possam ser submetidos a abrasão Al-Si-poliéster que possa ser submetido a abrasão Aluminetos ligados (2) MCrAlX (5) Zircónio modificado (12) Silicetos Misturas destes (4) Aluminetos Silicetos Carbonetos

QUADRO - TÉCNICAS DE DEPOSIÇÃO

1. <u>Processo de revestimento</u> (1)	2. <u>Substrato</u>	3. <u>Revestimento resultante</u>
D. (continuação)	Aço resistente à corrosão (7)	MCrAlX (5) Zircónio modificado (12) Misturas deste (4)
	Ligas de titânio (13)	Carbonetos Aluminetos Silicetos Aluminetos ligados (2) Níquel-grafite que possa ser submetido a abrasão Materiais que contenham Ni-Cr-Al e possam ser submetidos a abrasão Al-Si-poliéster que possa ser submetido a abrasão
E. Deposição de barbotina (mistura pastosa fluida)	Metais refractários	Silicetos fundidos Aluminetos fundidos excepto no que se refere a elementos de aquecimento por resistência eléctrica
	Materiais "compósitos" carbono-carbono, cerâmicos e de "matriz" metálica	Silicetos Carbonetos Misturas destes (4)
F. Deposição por pulverização Catódica	"Superligas"	Silicetos ligados Aluminetos ligados (2) Aluminetos modificados por metais nobres (3) MCrAlX (5) Zircónio modificado (12) Platina Misturas destes (4)
	Materiais cerâmicos e vidros de pequena dilatação (14)	Silicetos Platina Misturas destes (4) Camadas dieléctricas (15) Carbono diamante (17)

QUADRO - TÉCNICAS DE DEPOSIÇÃO

1. <u>Processo de revestimento</u> (1)	2. <u>Substrato</u>	3. <u>Revestimento resultante</u>
F. (continuação)	Ligas de titânio (13)	Boretos Nitretos Óxidos Silicetos Aluminetos Aluminetos ligados (2) Carbonetos
	Materiais "compósitos" carbono-carbono, cerâmicos e de "matriz" metálica	Silicetos Carbonetos Metais refractários Misturas destes (4) Camadas dieléctricas (15) Nitreto de boro
	Carboneto de tungsténio cementado (16), Carboneto de silício (18)	Carbonetos Tungsténio Misturas destes (4) Camadas dieléctricas (15) Nitreto de boro
	Molibdénio e ligas de molibdénio	Camadas dieléctricas (15)
	Berílio e ligas de berílio	Boretos Camadas dieléctricas (15) Berílio
	Materiais para janelas de sensores (9)	Camadas dieléctricas (15) Carbono diamante (17)
	Metais e ligas refractários (8)	Aluminetos Silicetos Óxidos Carbonetos

QUADRO - TÉCNICAS DE DEPOSIÇÃO

<u>Processo de revestimento(1)</u>	2. <u>Substrato</u>	3. <u>Revestimento resultante</u>
G. Implantação iónica	Aços para rolamentos para altas temperaturas	Incorporação de crómio, tântalo ou nióbio
	Ligas de titânio (13)	Boretos Nitretos
	Berílio e ligas de berílio	Boretos
	Carboneto de tungsténio cementado (16)	Carbonetos Nitretos

QUADRO - TÉCNICAS DE DEPOSIÇÃO - NOTAS

1. A designação "processo de revestimento" abrange quer o revestimento original, quer a reparação ou renovação do revestimento.
2. A designação "revestimento de alumineto ligado" abrange os revestimentos executados numa única ou em várias fases, no decorrer das quais são depositados um ou mais elementos, antes ou durante a aplicação do revestimento de alumineto, ainda que esses elementos sejam depositados por outro processo de revestimento. Contudo, esta designação não abrange os aluminetos ligados obtidos por sucessivos processos de cementação em caixa numa só fase.
3. A designação revestimento de "alumineto modificado por metais nobres" abrange os revestimentos executados em várias fases, no decorrer das quais o ou os metais nobres são depositados por outro processo de revestimento antes da aplicação do revestimento de alumineto.
4. A designação "misturas destes" abrange os materiais infiltrados, as composições graduadas, as co-deposições e os depósitos de camadas múltiplas, obtidos por um ou mais dos processos de revestimento enumerados no quadro.
5. "MCrAlX" designa as ligas de revestimento; M representa cobalto, ferro, níquel ou combinações destes elementos e X representa háfnio, ítrio, silício ou tântalo, em qualquer quantidade, ou outras incorporações intencionais que representem mais de 0,01%, em massa, em proporções e combinações diversas, excepto:
 - a. Revestimentos de CoCrAlY com menos de 22%, em massa, de crómio, menos de 7%, em massa, de alumínio e menos de 2%, em massa, de ítrio;
 - b. Revestimentos de CoCrAlY com 22% a 24%, em massa, de crómio, 10% a 12%, em massa, de alumínio e 0,5% a 0,7%, em massa, de ítrio; ou
 - c. Revestimentos de NiCrAlY com 21% a 23%, em massa, de crómio, 10% a 12%, em massa, de alumínio e 0,9% a 1,1%, em massa, de ítrio;
6. A designação "ligas de alumínio" abrange as ligas com tensão de rotura à tracção igual ou superior a 190 MPa, medida a 293 K (20°C).
7. A designação "aço resistente à corrosão" abrange os aços da série 300 do AISI (American Iron and Steel Institute) ou os aços correspondentes a normas nacionais equivalentes.
8. A designação "metais refractários e ligas" abrange os seguintes metais e respectivas ligas: nióbio, molibdénio, tungsténio e tântalo.
9. A designação "materiais para janelas de sensores" abrange os seguintes materiais: alumina, silício, germânio, sulfureto de zinco, selenieto de zinco, arsenieto de gálio, diamante, fosforeto de gálio, safira e os seguintes halogenetos metálicos: no que se refere a materiais para janelas de sensores com mais de 40 mm de diâmetro, fluoreto de zircónio e fluoreto de háfnio.
10. A "tecnologia" para a cementação em caixa numa só fase de perfis aerodinâmicos maciços não é abrangida pela categoria 2.

QUADRO - TÉCNICAS DE DEPOSIÇÃO - NOTAS

11. A designação "polímeros" abrange os seguintes polímeros: poliimidas, poliésteres, polissulfuretos, policarbonatos e poliuretanos.
12. A designação "zircónio modificado" abrange os zircónios em que tenham sido incorporados outros óxidos metálicos (por exemplo, óxidos de cálcio, de magnésio, de ítrio, de háfnio, de terras raras), para estabilizar determinadas fases cristalográficas e composições de fases. Não são abrangidos os revestimentos de zircónio, modificados com óxidos de cálcio ou de magnésio por mistura ou fusão, que sirvam de barreira térmica.
13. A designação "ligas de titânio" abrange apenas as ligas utilizadas na indústria aeroespacial com tensão de rotura à tracção igual ou superior a 900 MPa, medida a 293 K (20°C).
14. A designação "vidros de pequena dilatação" abrange os vidros de coeficiente de dilatação térmica igual ou inferior a $1 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$, medido a 293 K (20°C).
15. As "camadas dieléctricas" são revestimentos constituídos por várias camadas de materiais isolantes, utilizando-se as propriedades de interferência de um conjunto de materiais com índices de refração distintos para reflectir, transmitir ou absorver diferentes bandas de comprimento de onda. A designação "camadas dieléctricas" diz respeito a mais de 4 camadas dieléctricas ou camadas "compósitas" dieléctrico/metal.
16. A designação "carboneto de tungsténio cementado" não abrange os materiais para ferramentas de corte e de enformação quando se tratar de carboneto de tungsténio/(cobalto, níquel), carboneto de titânio/(cobalto, níquel), carboneto de crómio/níquel-crómio e carboneto de crómio/níquel.
17. Não é abrangida a "tecnologia" especialmente concebida para a deposição de carbono diamante sobre a superfície dos objectos a seguir indicados:
cabeças e unidades de disco magnéticas, óculos de policarbonato, equipamento para o fabrico de objectos descartáveis, equipamento de padaria, válvulas para torneiras, diafragmas acústicos para altifalantes, peças de motor de automóveis, ferramentas de corte, matrizes de perfurar ou de estampar, lentes de alta qualidade destinadas a máquinas fotográficas ou de filmar ou telescópios, equipamentos de burótica, microfones ou instrumentos médicos.
18. A designação "carboneto de silício" não abrange os materiais para ferramentas de corte e de enformação.
19. Os materiais cerâmicos a que aqui se faz referência não abrangem os materiais cerâmicos que contenham, em peso, 5% ou mais de argila ou cimento, quer como constituintes separados quer combinados.

QUADRO - TÉCNICAS DE DEPOSIÇÃO - NOTAS TÉCNICAS

Aos processos enumerados na coluna 1 do quadro correspondem as seguintes definições:

- a. A deposição em fase vapor por processo químico (CVD) é um processo de revestimento por cobertura ou por modificação da superfície caracterizado pela deposição de um metal, liga, material "compósito", material dieléctrico ou material cerâmico num substrato aquecido. Os reagentes gasosos são decompostos ou combinados na vizinhança de um substrato, o que dá lugar à deposição do elemento, liga ou material composto desejado nesse substrato. A energia necessária para o processo de decomposição ou de reacção química poderá ser fornecida pelo calor do próprio substrato, por um plasma de descarga luminescente ou por uma irradiação "laser".

N.B. 1 A designação "deposição em fase vapor por processo químico" abrange os seguintes processos: deposição fora de caixa com fluxo de gás dirigido, CVD pulsante, deposição térmica com nucleação controlada (CNTD) e processos de deposição em fase vapor por processo químico activados ou assistidos por plasma.

N.B. 2 O termo "caixa" designa um substrato imerso numa mistura de pós.

N.B. 3 Os reagentes gasosos utilizados no processo fora de caixa são obtidos recorrendo às mesmas reacções e parâmetros básicos utilizados no processo de cementação em caixa, com a diferença de que o substrato a revestir não está em contacto com a mistura de pós.

- b. A deposição em fase vapor por processo físico com vaporização térmica (TE-PVD) é um processo de revestimento por cobertura conduzido em câmara de vácuo, a uma pressão inferior a 0,1 Pa, caracterizado por se utilizar uma fonte de energia térmica para vaporizar o material de revestimento. Este processo dá lugar à condensação, ou à deposição, das espécies vaporizadas sobre substratos convenientemente posicionados.

A introdução de gases na câmara de vácuo durante o processo de revestimento, para sintetizar revestimentos compostos, constitui uma variante corrente do processo.

A utilização de feixes de iões ou de electrões, ou de plasma, para activar ou assistir a deposição do revestimento constitui também uma modificação corrente desta técnica. É ainda possível utilizar instrumentos de controlo para medir as características ópticas e a espessura dos revestimentos no decurso destes processos.

A deposição em fase vapor por processo físico com vaporização térmica (TE-PVD) abrange os seguintes processos:

1. A deposição em fase vapor por processo físico com feixe de electrões, na qual se utiliza um feixe de electrões para aquecer e vaporizar o material que irá constituir o revestimento;
2. A deposição em fase vapor por processo físico com aquecimento por resistência assistida por feixes de iões, na qual se utilizam fontes de aquecimento por resistência eléctrica em associação com o impacto de feixes de iões de forma a produzir um fluxo controlado e uniforme do material vaporizado que irá constituir o revestimento;
3. A vaporização por "laser", na qual se utilizam feixes "laser" contínuos ou pulsantes para aquecer o material que irá constituir o revestimento;

QUADRO - TÉCNICAS DE DEPOSIÇÃO - NOTAS TÉCNICAS

Processos enumerados na coluna 1 do quadro (continuação):

- b. 4. A deposição por arco catódico, na qual se utiliza um cátodo consumível do material que irá constituir o revestimento e se produz uma descarga de arco na superfície, por contacto momentâneo de um disparador ligado à terra. A movimentação controlada do arco desgasta a superfície do cátodo, criando um plasma fortemente ionizado. O ânodo poderá ser um cone, fixado na periferia do cátodo com um isolador, ou a própria câmara. A polarização do substrato permite efectuar a deposição em zonas fora da linha de visão.
- N.B. Esta definição não abrange a deposição por arco catódico não dirigido em substratos não polarizados.
5. A metalização iónica, que é uma modificação especial do processo geral TE-PVD, na qual se utiliza uma fonte de iões ou um plasma para ionizar a espécie a depositar e se aplica uma polarização negativa ao substrato, de modo a facilitar a extracção da espécie do plasma. A introdução de espécies reactivas, a vaporização de sólidos na câmara onde decorre o processo e a utilização de instrumentos de controlo para medir as características ópticas e a espessura dos revestimentos no decurso do processo constituem modificações correntes deste processo.

- c. A cementação em caixa é um processo de revestimento por modificação da superfície ou por cobertura, no qual um substrato é imerso numa mistura de pós (caixa), da qual fazem parte:
1. Os pós metálicos a depositar (em geral, de alumínio, crómio, silício ou combinações destes);
 2. Um activador (normalmente um halogeneto); e
 3. Um pó inerte, quase sempre alumina.

O substrato e a mistura de pós são introduzidos numa retorta, que é aquecida a uma temperatura compreendida entre 1030 K (757°C) e 1375 K (1102°C) durante o tempo necessário para a deposição do revestimento.

- d. A pulverização por plasma é um processo de revestimento por cobertura no qual um canhão (maçarico pulverizador), que produz e controla um plasma, contém os materiais que irão constituir o revestimento, sob a forma de pó ou de fio, procede à sua fusão e os projecta contra um substrato, onde se forma um revestimento totalmente aderente. A pulverização por plasma poderá ser uma pulverização por plasma a baixa pressão ou uma pulverização por plasma a alta velocidade.

N.B. 1 Por baixa pressão, entende-se uma pressão inferior à pressão atmosférica ambiente.

N.B. 2 Por alta velocidade, entende-se uma velocidade do gás à saída do canhão superior a 750 m/s, calculada a 293 K (20°C) para uma pressão de 0,1 MPa.

- e. A deposição de barbotina é um processo de revestimento por modificação da superfície ou por cobertura, no qual um pó metálico ou cerâmico com um ligante orgânico, em suspensão num líquido, é aplicado a um substrato por pulverização, imersão ou pintura. Depois de seco ao ar ou num forno, o conjunto é submetido a um tratamento térmico, a fim de se obter o revestimento pretendido.

QUADRO - TÉCNICAS DE DEPOSIÇÃO - NOTAS TÉCNICAS

Processos enumerados na coluna 1 do quadro (continuação):

- f. A deposição por pulverização catódica é um processo de revestimento por cobertura baseado num fenómeno de transferência de quantidade de movimento, no qual iões positivos são acelerados por um campo eléctrico até à superfície de um alvo (do material que irá constituir o revestimento). A energia cinética dos iões que chocam com o alvo é suficiente para libertar átomos da sua superfície, indo estes depositar-se num substrato convenientemente posicionado.
- N.B. 1 O quadro diz respeito, unicamente, à deposição por pulverização catódica com tródo, com magnetrão ou reactiva, utilizadas para aumentar a aderência do revestimento e a velocidade de deposição, e à deposição por pulverização catódica intensificada por radiofrequência (RF), utilizada para permitir a vaporização de materiais de revestimento não metálicos.
- N.B. 2 Para activar a deposição podem ser utilizados feixes iónicos de baixa energia (inferior a 5 keV).
- g. A implantação iónica é um processo de revestimento por modificação da superfície, no qual o elemento a ligar é ionizado, acelerado num gradiente de potencial e implantado na zona superficial do substrato. Esta definição abrange processos em que a implantação iónica seja concomitante com uma deposição em fase vapor por processo físico com feixe de electrões ou com uma deposição por pulverização catódica.