



# INF

Organismo Internacional de Energía Atómica  
**CIRCULAR INFORMATIVA**

INFCIRC/254/Rev.2/Part 2/Mod.1/Add.1  
10 de junio de 1996

Distr. GENERAL

ESPAÑOL

Original: INGLÉS y RUSO

---

COMUNICACION DE 29 DE ABRIL DE 1996 RECIBIDA DE LA MISION PERMANENTE  
DE LA FEDERACION DE RUSIA ANTE EL ORGANISMO INTERNACIONAL DE  
ENERGIA ATOMICA RELATIVA A LAS DIRECTRICES PARA LA  
EXPORTACION DE MATERIALES, EQUIPOS  
Y TECNOLOGIA NUCLEARES

Transferencias de equipos y materiales de doble uso  
del ámbito nuclear y tecnología relacionada

1. El Director General del Organismo Internacional de Energía Atómica ha recibido una nota verbal de fecha 29 de abril de 1996 de la Misión Permanente de la Federación de Rusia en la que se facilita información sobre las políticas y prácticas de exportación del Gobierno de la Federación de Rusia con respecto a las transferencias de equipos y materiales de doble uso del ámbito nuclear y tecnología relacionada.
2. Atendiendo a la solicitud expresada en la nota verbal, se adjunta al presente documento el texto de la nota verbal y de su apéndice.

ANEXO

NOTA VERBAL

La Misión Permanente de la Federación de Rusia ante las organizaciones internacionales con sede en Viena saluda al Director General del Organismo Internacional de Energía Atómica y tiene el honor de hacer referencia a la nota verbal de la Misión Permanente de la Federación de Rusia ante las organizaciones internacionales con sede en Viena de 15 de mayo de 1992 en la que el Gobierno de la Federación de Rusia comunicó su decisión de actuar de acuerdo con las Directrices para las transferencias de equipos y materiales de doble uso del ámbito nuclear y tecnología relacionada publicadas originalmente como documento INFCIRC/254/Rev.1/Part 2, incluido su anexo.

Los progresos de la tecnología relacionada con la energía nuclear han planteado la necesidad de aclarar y actualizar nuevamente ciertas partes de la lista de equipos y materiales de doble uso del ámbito nuclear y tecnología relacionada incorporada en el Anexo y el Apéndice de las Directrices. De manera concreta, se han aclarado y modificado el punto 1.2 del Anexo y el Apéndice de las Directrices, titulado: Especificaciones detalladas sobre máquinas herramienta.

En aras de la claridad, se adjunta al presente documento el texto completo de las Directrices, incluidos el Anexo y el Apéndice.

El Gobierno de la Federación de Rusia ha decidido actuar de acuerdo con las Directrices así revisadas.

Al adoptar esta decisión, el Gobierno de la Federación de Rusia es plenamente consciente de la necesidad de favorecer el desarrollo económico evitando contribuir en la forma que fuere a los peligros de proliferación de las armas nucleares u otros dispositivos nucleares explosivos, así como de la necesidad de excluir del campo de la competencia comercial las garantías de no proliferación.

El Gobierno de la Federación de Rusia agradecería al Director General del Organismo Internacional de Energía Atómica que distribuyera el texto de la presente nota y su anexo a todos los Estados Miembros del OIEA.

La Misión Permanente de la Federación de Rusia ante las organizaciones internacionales con sede en Viena aprovecha esta oportunidad para reiterar al Director General del Organismo Internacional de Energía Atómica la seguridad de su alta consideración.

Viena, 29 de abril de 1996

## APENDICE

### DIRECTRICES PARA LAS TRANSFERENCIAS DE EQUIPOS Y MATERIALES DE DOBLE USO DEL AMBITO NUCLEAR Y TECNOLOGIA RELACIONADA

#### OBJETIVO

1. Con el objetivo de evitar la proliferación de las armas nucleares, los suministradores han venido considerando procedimientos en relación con la transferencia de ciertos tipos de materiales, equipos y tecnología relacionada que pudieran constituir una contribución importante a una "actividad relacionada con dispositivos explosivos nucleares" o a una "actividad del ciclo del combustible nuclear no sometida a salvaguardias". A este respecto, los suministradores han llegado a un acuerdo sobre los siguientes principios, definiciones comunes y lista de control de la exportación de equipos, materiales y tecnología relacionada. Las Directrices no están concebidas para poner impedimentos a la cooperación internacional, siempre que dicha cooperación no contribuya a una actividad relacionada con dispositivos explosivos nucleares o a una actividad del ciclo del combustible nuclear no sometida a salvaguardias. Los suministradores tienen el propósito de aplicar las Directrices de conformidad con la legislación nacional y con los compromisos internacionales pertinentes.

#### PRINCIPIO BASICO

2. Los suministradores no deberían autorizar las transferencias de equipos, materiales y tecnología relacionada que figuran en el Anexo:
  - para su utilización por un Estado no poseedor de armas nucleares en una actividad relacionada con dispositivos explosivos nucleares o en una actividad del ciclo del combustible nuclear no sometida a salvaguardias, ni
  - en general, cuando exista un riesgo inaceptable de desviación a dichos tipos de actividad, o cuando las transferencias sean contrarias al objetivo de evitar la proliferación de las armas nucleares.

#### EXPLICACION DE LOS TERMINOS

3. a) Por "Actividad relacionada con dispositivos explosivos nucleares" se entiende la investigación sobre cualquier dispositivo explosivo nuclear o sobre componentes o subsistemas de dicho dispositivo, así como el desarrollo, el proyecto, la fabricación, la construcción, los ensayos o el mantenimiento de los mismos.

- b) Por "Actividad del ciclo del combustible nuclear no sometida a salvaguardias" se entiende la investigación sobre cualquier reactor, instalación crítica, planta de transformación, planta de fabricación, planta de reelaboración, planta para la separación de isótopos de materiales básicos o especiales fisionables, o instalación de almacenamiento por separado, así como el desarrollo, el proyecto, la fabricación, la construcción, la explotación o el mantenimiento de cualquiera de estas instalaciones cuando no haya ninguna obligación de aceptar las salvaguardias del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) en la planta o instalación correspondiente, existente o futura, cuando contenga cualquier material básico o fisionable especial; o cualquiera de dichas actividades con respecto a una planta de producción de agua pesada cuando no haya ninguna obligación de aceptar las salvaguardias del OIEA para el material nuclear producido o utilizado en relación con cualquier cantidad de agua pesada producida en ella; o cuando no se cumple ninguna obligación de este tipo.

#### ESTABLECIMIENTO DE PROCEDIMIENTOS DE CONCESION DE LICENCIAS DE EXPORTACION

4. Los suministradores deberían establecer procedimientos de concesión de licencias de exportación para la transferencia de los equipos, materiales y tecnología relacionada que figuran en el Anexo. Estos procedimientos deberían incluir medidas de coerción para las transgresiones. Al considerar si se autorizan dichas transferencias, los suministradores deberían actuar con prudencia con el fin de cumplir el Principio básico y deberían tener en cuenta factores pertinentes, en particular:
- a) Si el Estado receptor es Parte en el Tratado sobre la no proliferación (TNP) o en el Tratado para la Proscripción de las Armas Nucleares en la América Latina (Tratado de Tlatelolco), o en un acuerdo internacional análogo de no proliferación nuclear jurídicamente vinculante, y tiene un acuerdo de salvaguardias del OIEA en vigor aplicable a todas sus actividades nucleares con fines pacíficos;
- b) Si cualquier Estado receptor que no es parte en el TNP, Tratado de Tlatelolco o acuerdo internacional análogo de no proliferación nuclear jurídicamente vinculante tiene alguna instalación o planta que figure en la lista del apartado b) del párrafo 3 anterior que sea operacional o esté en fase de proyecto o construcción y que no esté, o no vaya a estar, sometida a las salvaguardias del OIEA;
- c) Si los equipos, los materiales o la tecnología relacionada que se hayan de transferir son adecuados para la utilización final

declarada y si dicha utilización final declarada es adecuada para el usuario final;

- d) Si los equipos, los materiales, o la tecnología relacionada que se hayan de transferir se van a utilizar en la investigación sobre cualquier instalación de reelaboración o enriquecimiento o para el desarrollo, el proyecto, la fabricación, la construcción, la explotación, o el mantenimiento de la misma;
- e) Si las acciones, declaraciones y políticas gubernamentales del Estado receptor son favorables a la no proliferación nuclear y si el Estado receptor cumple sus obligaciones internacionales en la esfera de la no proliferación;
- f) Si los receptores han participado en actividades clandestinas o ilegales de adquisición; y
- g) Si no se ha autorizado una transferencia al usuario final o si el usuario final ha desviado, para fines no en consonancia con las Directrices, cualquier transferencia previamente autorizada.

#### CONDICIONES RELATIVAS A LAS TRANSFERENCIAS

- 5. En el proceso de determinar que la transferencia no planteará ningún riesgo inaceptable de desviación, de conformidad con el Principio básico y para satisfacer los objetivos de las Directrices, el suministrador debería obtener, antes de autorizar la transferencia y de manera acorde con su legislación y prácticas nacionales, lo siguiente:
  - a) una declaración del usuario final especificando las utilidades y el lugar de la utilización final de las transferencias propuestas; y
  - b) una garantía declarando explícitamente que la transferencia propuesta o cualquier reproducción de la misma no se utilizarán en ninguna actividad relacionada con dispositivos explosivos nucleares o del ciclo del combustible nuclear no sometida a salvaguardias.

#### DERECHOS DE CONSENTIMIENTO CON RESPECTO A LAS RETRANSFERENCIAS

- 6. Antes de autorizar la transferencia de los equipos, materiales o tecnología relacionada que figuran en el Anexo a un país que no haya manifestado su adhesión a las Directrices, los suministradores deberían obtener garantías de que se obtendrá su consentimiento, de manera conforme con su legislación y prácticas nacionales, antes de cualquier retransferencia a un tercer país de los equipos, los materiales o la tecnología relacionada o de cualquier reproducción de los mismos.

DISPOSICIONES FINALES

7. El suministrador se reserva el derecho de aplicar las Directrices a otros artículos de importancia, además de a los señalados en el Anexo, así como a aplicar otras condiciones que pueda considerar necesarias para las transferencias, además de las estipuladas en el párrafo 5 de las Directrices.
8. Para favorecer la eficaz aplicación de las Directrices, los suministradores deberían, según sea necesario y adecuado, intercambiar información pertinente y consultar con otros Estados que se hayan adherido a las Directrices.
9. En pro de la paz y seguridad internacionales, sería de desear la adhesión de todos los Estados a las Directrices.

**ANEXO**

**LISTA DE EQUIPOS Y MATERIALES DE DOBLE USO DEL AMBITO  
NUCLEAR Y TECNOLOGIA RELACIONADA**

Nota: En el presente Anexo se utiliza el sistema internacional de unidades (SI). En muchos lugares, se da entre paréntesis ( ) la cantidad física equivalente aproximadamente en unidades inglesas junto a la cantidad SI. En todos los casos la cantidad física definida en unidades SI debe considerarse el valor oficial de control recomendado. No obstante, algunos parámetros de las máquinas herramientas se dan en sus unidades habituales, que no pertenecen al SI.

Las abreviaturas normalmente utilizadas en este Anexo (y sus prefijos de orden de magnitud) son las siguientes.

A	- amperio(s)
Bq	- bequerelio(s)
°C	- grado(s) Celsius
Ci	- curio(s)
cm <sup>3</sup>	- centímetro(s) cúbico(s)
dB	- decibelio(s)
dBm	- decibelio referido a 1 milivatio
g	- gramo(s); también, aceleración de la gravedad (9,81 m/s <sup>2</sup> )
GBq	- gigabequerelio(s)
GHz	- gigahercio
Hz	- hercio
J	- julio(s)
K	- kelvin
keV	- kiloelectronvoltio(s)
kg	- kilogramo(s)
kHz	- kilohercio
kN	- kilonewton(s)
kPa	- kilopascal(es)
kW	- kilovatio(s)
m	- metro(s)
MeV	- megaelectronvoltio(s)
MHz	- megahercio
MPa	- megapascal(es)
MW	- megavatio(s)
μF	- microfaradio(s)
μm	- micrometro(s)
μs	- microsegundo(s)
mm	- milímetro(s)
N	- newton(s)
nm	- nanometro(s)
ns	- nanosegundo(s)
nH	- nanohenrio(s)
ps	- picosegundo(s)
RMS	- raíz media cuadrática
TIR	- lectura del indicador total
W	- vatio(s)

#### NOTA GENERAL

Los siguientes apartados son aplicables a la Lista de equipos y materiales de doble uso del ámbito nuclear y tecnología relacionada.

1. Las descripciones de todos los artículos de la Lista incluyen dichos artículos en estado nuevo o de segunda mano.
2. Cuando la descripción de cualquier artículo de la Lista no contenga calificaciones o especificaciones, se considerará que incluye todas las variedades de dicho artículo. Los encabezamientos de las categorías aparecen a efectos prácticos, como referencia, y no afectan a la interpretación de las definiciones.
3. El objeto de estos controles no deberá quedar sin efecto por el traslado de cualquier artículo no controlado (incluidas las plantas) que contengan uno o más componentes controlados cuando el componente o los componentes controlados constituyan el principal elemento del artículo y sea viable separarlos o emplearlos para otros fines.

Nota: A la hora de juzgar si el componente o los componentes controlados deben considerarse como el elemento principal, los gobiernos habrán de ponderar los factores de cantidad, valor y conocimientos tecnológicos que entrañe, así como otras circunstancias especiales que puedan establecer el componente o los componentes controlados como el principal elemento del artículo que se suministra.

4. El objeto de estos controles no deberá quedar sin efecto por la transferencia de piezas. Cada gobierno tomará todas las medidas que estén en su mano para alcanzar este objetivo, y continuará buscando una definición práctica del término piezas, que puedan utilizar todos los proveedores.

#### CONTROLES DE TECNOLOGIA

La transferencia de "tecnología" directamente asociada a cualquier artículo de la Lista se someterá al mismo grado de escrutinio y control que el propio equipo, en la medida en que lo permita la legislación nacional.

Los controles de transferencia de "tecnología" no se aplicarán a la información "de dominio público" o a la "investigación científica básica".

## ACUERDO DE INTERPRETACION

El permiso de exportación concedido para cualquier artículo de la lista autoriza también la exportación, al mismo usuario final, de la tecnología mínima requerida para la instalación, el funcionamiento, el mantenimiento y las reparaciones de dicho artículo.

### DEFINICIONES

#### "Tecnología"

Se entenderá por "tecnología", la información específica requerida para el "desarrollo", la "producción" o la "utilización" de cualquiera de los artículos que figuran en la Lista, información que adoptará la forma de "datos técnicos" o "asistencia técnica".

#### "Investigación científica básica"

Trabajos experimentales o teóricos emprendidos principalmente para adquirir nuevos conocimientos acerca de los principios fundamentales de fenómenos o de hechos observables, que no están orientados esencialmente hacia un fin u objetivo práctico específico.

#### "Desarrollo"

Se entenderán por "desarrollo", todas las fases previas a la "producción", tales como:

- El proyecto
- La investigación para el proyecto
- Los análisis del proyecto
- Conceptos básicos del proyecto
- El montaje y ensayo de prototipos
- Los esquemas de producción piloto
- Los datos del proyecto
- El proceso de convertir los datos del proyecto en un producto
- La configuración del proyecto
- La integración del proyecto
- Planos y esquemas (en general).

#### "De dominio público"

Por tecnología "de dominio público", tal como se emplea en el presente texto, se entenderá la "tecnología" que se ha puesto a disposición sin restricciones respecto a su ulterior difusión (las restricciones dimanantes de la propiedad intelectual o industrial no excluyen a la tecnología de dominio público).

### "Producción"

Se entenderán por "producción" todas las fases de producción, tales como:

- La construcción
- La ingeniería de producción
- La fabricación
- La integración
- El ensamblado (montaje)
- La inspección
- Los ensayos
- La garantía de calidad.

### "Equipos lógicos de diseño específico"

Los "sistemas operativos", "sistemas de diagnóstico", "sistemas de mantenimiento" y "programas de aplicación" mínimos necesarios para ser ejecutados en equipos particulares, para la realización de la función para la que éstos fueron diseñados. La realización de la misma función por otro equipo incompatible requiere:

- a) la modificación de estos "equipos lógicos", o
- b) unos "programas" adicionales.

### "Asistencia técnica"

La "asistencia técnica" podrá asumir las formas de: instrucción, adiestramiento especializado, formación, conocimientos prácticos, servicios consultivos.

Nota: La "asistencia técnica" podrá entrañar la transferencia de "datos técnicos".

### "Datos técnicos"

Los "datos técnicos" podrán asumir la forma de copias heliográficas, planos, diagramas, modelos, fórmulas, diseño y especificaciones de ingeniería, manuales e instrucciones escritas o registradas en otros medios o ingenios tales como discos, cintas, memorias "ROM".

### "Utilización"

Por "utilización" se entenderá la operación, la instalación (incluida la instalación in situ), el mantenimiento (verificación), la reparación, la revisión general y la reconstrucción.

INDICE

	<u>Página</u>
1. EQUIPOS INDUSTRIALES	9
1.1. Máquinas de conformación por estirado y por rotación	9
1.2. Unidades de "control numérico" ... máquinas herramienta	9
1.3. Sistemas de inspección dimensional	9
1.4. Hornos de inducción al vacío o de ambiente controlado (gas inerte)	12
1.5. "Prensas isostáticas"	12
1.6. "Robots" o "efectores terminales"	12
1.7. Equipos de ensayo de vibraciones	14
1.8. Hornos --de refundición de arco, de haz de electrones y de plasma	15
2. MATERIALES	17
2.1. Aleaciones de aluminio	17
2.2. Berilio metal, aleaciones, compuestos y productos fabricados con éstos	17
2.3. Bismuto (de gran pureza)	17
2.4. Boro (enriquecido isotópicamente con boro-10)	17
2.5. Calcio (de gran pureza)	17
2.6. Trifluoruro de cloro	17
2.7. Crisoles hechos de materiales resistentes a los metales actínidos líquidos	17
2.8. Materiales fibrosos y filamentosos	18
2.9. Hafnio	19
2.10. Litio enriquecido con isótopos de litio-6	19
2.11. Magnesio (de gran pureza)	19
2.12. Acero martensítico envejecido de alta resistencia	20
2.13. Radio-226, compuestos que contengan radio-226, o mezclas y productos o dispositivos que contengan cualquiera de los anteriores	20
2.14. Aleaciones de titanio	20
2.15. Wolframio	20
2.16. Circonio	20
2.17. Níquel en polvo y níquel metal poroso	21
3. EQUIPOS Y COMPONENTES PARA LA SEPARACION DE ISOTOPOS DE URANIO (artículos no incluidos en la Lista inicial (Trigger List))	23
3.1. Células electrolíticas para la producción de fluoruros	23
3.2. Rotores y equipos de fuelle	23
3.3. Máquinas de equilibrado multiplano de centrífugas	23
3.4. Máquinas bobinadoras de filamentos	24
3.5. Cambiadores de frecuencia	24
3.6. Láseres, amplificadores láser y osciladores	25

INDICE (Cont.)

	<u>Página</u>
3.7. Espectrómetros de masas y fuentes de iones para espectrómetros de masas	26
3.8. Transductores para medir presiones	27
3.9. Válvulas de 5 mm (0,2 pulgadas o más, resistentes a la corrosión	27
3.10. Electroimanes solenoidales superconductores	28
3.11. Bombas de vacío	28
3.12. Fuentes de corriente continua de gran potencia (100 V o más)	28
3.13. Fuentes de corriente continua de alto voltaje (20 000 V o más)	28
3.14. Separadores electromagnéticos de isótopos	29
4. EQUIPOS RELACIONADOS CON LAS PLANTAS DE PRODUCCION DE AGUA PESADA (artículos no incluidos en la Lista inicial (Trigger List))	31
4.1. Empaquetados especiales para la separación de agua	31
4.2. Bombas para amida de potasio/amoniaco líquido	31
4.3. Columnas de plato de intercambio agua-hidrógeno	31
4.4. Columnas de destilación criogénica de hidrógeno	31
4.5. Convertidores de amoniaco o unidades de síntesis	32
4.6. Turboexpansores o conjuntos de turboexpansores - compresores	32
5. EQUIPOS DE DESARROLLO DE SISTEMAS DE IMPLOSION	33
5.1. Equipos de rayos X de destello	33
5.2. Cañones de gas ligero multietapa/cañones de gran velocidad	33
5.3. Cámaras de espejo rotatorias mecánicas	33
5.4. Tubos y cámaras electrónicas de imagen unidimensional y multiimágenes	34
5.5. Instrumentación especializada para experimentos hidrodinámicos	34
6. EXPLOSIVOS Y EQUIPO RELACIONADO	35
6.1. Detonadores y sistemas de iniciación multipuntos	35
6.2. Componentes electrónicos para conjuntos de disparo	35
6.2.1. Dispositivos conmutadores	35
6.2.2. Condensadores	36
6.3. Conjuntos de disparo y pulsadores equivalentes de corriente elevada (para detonadores controlados)	36
6.4. Explosivos de gran potencia relacionados con armas nucleares	37

INDICE (Cont.)

	<u>Página</u>
7. EQUIPOS Y COMPONENTES PARA ENSAYOS NUCLEARES	39
7.1. Osciloscopios	39
7.2. Tubos fotomultiplicadores	39
7.3. Generadores de pulsos (de alta velocidad)	39
8. OTROS	41
8.1. Sistemas generadores de neutrones	41
8.2. Equipos generales relacionados con el ámbito nuclear	41
8.2.1. Manipuladores por control remoto	41
8.2.2. Ventanas de protección contra las radiaciones, de alta densidad (vidrio de plomo u otro material)	41
8.2.3. Cámaras de televisión endurecidas contra las radiaciones	41
8.3. Tritio, compuestos de tritio y mezclas	41
8.4. Instalaciones y plantas de tritio, y equipos para ellas	41
8.5. Catalizadores de carbono platinados	42
8.6. Helio-3 o helio isotópicamente enriquecido en el isótopo helio-3	42
8.7. Radionucleidos emisores de partículas alfa	42
8.8. Instalaciones, plantas y equipos de separación de isótopos de litio	42
APENDICE: ESPECIFICACIONES DETALLADAS SOBRE MAQUINAS HERRAMIENTA	43

ANEXO

LISTA DE MATERIALES Y EQUIPOS DE DOBLE USO DEL AMBITO  
NUCLEAR Y TECNOLOGIA RELACIONADA

1. EQUIPOS INDUSTRIALES

1.1. Máquinas de conformación por estirado y máquinas de conformación por rotación capaces de desempeñar funciones de conformación por estirado, y mandriles, como sigue, y equipo lógico especialmente diseñado para ellas:

- a) i) Con tres o más cilindros (activos o de guía); y
- ii) De acuerdo con la especificación técnica del fabricante pueden ser equipadas con unidades de "control numérico" o con control por ordenador;
- b) Mandriles para la conformación de rotores diseñados para formar rotores cilíndricos de diámetro interior entre 75 mm (3 pulgadas) y 400 mm (16 pulgadas).

Nota: Este artículo solo incluye las máquinas con un cilindro único diseñado para deformar el metal y con dos cilindros auxiliares que sirven de apoyo al mandril, pero que no participan directamente en el proceso de deformación.

1.2. Unidades de "control numérico", máquinas herramienta de "control numérico" y "equipo lógico" especialmente diseñado, como sigue:

En el Apéndice figuran especificaciones detalladas de los equipos.

1.3. Sistemas, dispositivos o máquinas de inspección dimensional, como sigue, y equipo lógico especialmente diseñado para ellos.

- a) Máquinas de inspección dimensional, controladas por ordenador o con control numérico, que tengan las siguientes dos características:
  - 1) dos o más ejes; y
  - 2) una "incertidumbre de medida" de la longitud unidimensional igual o inferior a (mejor que)  $(1,25 + L/1\ 000) \mu\text{m}$  ensayada con una sonda de "precisión" inferior a (mejor que)  $0,2 \mu\text{m}$  (siendo L la longitud medida en milímetros) (Rev.: VDI/VDE 2617, 1ª y 2ª parte;

b) Instrumentos de medida de desplazamiento lineal y angular, según se indica:

1) Instrumentos de medida lineal que posean una de las siguientes características:

- i) sistemas de medida del tipo sin contacto con una "resolución" igual o inferior a (mejor que)  $0,2 \mu\text{m}$ , dentro de una gama de medida hasta  $0,2 \text{ mm}$ ;
- ii) sistemas de transformador diferencial variable lineal (LVDT) que tengan las siguientes dos características:
  - A) "linealidad" igual o inferior a (mejor que) el  $0,1\%$  dentro de una gama de medida hasta  $5 \text{ mm}$ ; y
  - B) variación igual o inferior a (mejor que) el  $0,1\%$  por día a la temperatura ambiente normal de las salas de verificación  $\pm 1 \text{ K}$ ; o
- iii) sistemas de medida que tengan las siguientes dos características:
  - A) incluir un "láser", y
  - B) capaces de mantener durante 12 horas como mínimo, dentro de una variación de temperatura  $\pm 1 \text{ K}$  y una temperatura y presión normalizadas:
    - 1) una "resolución" a lo largo de toda la escala igual o mejor a  $0,1 \mu\text{m}$ , y
    - 2) con una "incertidumbre de medida" igual o inferior a (mejor que)  $(0,2 + L/2 000) \mu\text{m}$  (siendo L la longitud medida en milímetros); excepto los sistemas de medida de interferómetro, sin realimentación de lazo cerrado o abierto, que contengan un "láser" para medir los errores de movimientos del carro de las máquinas herramienta, máquinas de inspección dimensional o equipos similares;

2) Instrumentos de medida angular que tengan una "desviación de la posición angular" igual o inferior a (mejor que)  $0,00025^\circ$ ;

Nota: El subapartado b) 2) del presente artículo no incluye instrumentos ópticos, tales como los autocolimadores, que empleen luz colimada para detectar el desplazamiento angular de un espejo.

c) Sistemas para la verificación simultánea lineal-angular de semicascos, que tengan las siguientes dos características:

- 1) "Incertidumbre de medida" a lo largo de cualquier eje lineal igual o inferior a (mejor que)  $3,5 \mu\text{m}$  por cada 5 mm; y
- 2) "Desviación de la posición angular" igual o inferior a  $0,02^\circ$ .

Nota: El equipo lógico especialmente diseñado para los sistemas descritos en la letra c) del presente artículo incluyen el equipo lógico para la medida simultánea del contorno y el grosor de las paredes.

Nota técnica Núm. 1:

Las máquinas herramienta que pueden utilizarse como máquinas de medida están sometidas a control si cumplen o superan los criterios especificados para la función de la máquina herramienta o de la máquina de medida.

Nota técnica Núm. 2:

Las máquinas descritas en el presente apartado 1.3 estarán sometidas a control si exceden el umbral de control dentro de su gama de funcionamiento.

Nota técnica Núm. 3:

La sonda utilizada para determinar la incertidumbre de medida de un sistema de control dimensional corresponderá a la descrita en la 2ª, 3ª y 4ª parte de VDI/VDE 2617.

Nota técnica Núm. 4:

Todos los parámetros de los valores de medida del presente artículo representan más/menos, es decir, no la banda total.

"Incertidumbre de medida"

El parámetro característico que especifica en qué gama en torno al valor de salida se sitúa, con un nivel de confianza del 95%, el valor correcto de la variable que se pretende medir. Incluye las desviaciones sistemáticas no corregidas, el juego no corregido y las desviaciones aleatorias (referencia: VDI/VDE 2617).

"Resolución"

El incremento más pequeño de un dispositivo de medida; en los instrumentos digitales, el bit menos significativo (referencia: ANSI B-89.1.12).

#### "Linealidad"

(Habitualmente, se mide en términos de no linealidad). Es la máxima desviación de la característica real (media de las lecturas en sentido ascendente y descendente de la escala), positiva o negativa, con respecto a una línea recta situada de forma que se igualen y minimicen las desviaciones máximas.

#### "Desviación de la posición angular"

La diferencia máxima entre la posición angular y la posición angular real, medida con gran precisión, después de que el portapieza de la mesa se haya desplazado con respecto a su posición inicial (referencia: VDI/VDE 2617. Proyecto: "Mesa rotatoria sobre máquinas de medida de coordenadas").

- 1.4. Hornos de inducción al vacío o de ambiente controlado (gas inerte) capaces de funcionar a más de 850° C y con bobinas de inducción de 600 mm (24 pulgadas) o menos de diámetro, y diseñados para potencias de entrada de 5 kW o más; y fuentes de alimentación especialmente diseñadas para ellos con una potencia de salida especificada de 5 kW o más.

#### Nota técnica:

El presente artículo no incluye hornos diseñados para la transformación de obleas de semiconductores.

- 1.5. "Prensas isostáticas" capaces de desarrollar una presión de funcionamiento máxima de 69 MPa o superior que tengan una cámara de diámetro interior superior a 152 mm, y matrices y moldes especialmente diseñados, así como los mandos o el "equipo lógico" especialmente diseñado para ellas.

#### Notas técnicas:

- 1) La dimensión de la cámara interior es la de la cámara en la que se alcanzan tanto la temperatura de funcionamiento como la presión de funcionamiento, y no incluye los accesorios. Esta dimensión será inferior, bien al diámetro interior de la cámara de presión, bien al diámetro interior de la cámara aislada del horno, según cuál de las dos cámaras esté colocada dentro de la otra.
  - 2) "Prensas isostáticas" - Equipos capaces de presurizar una cavidad cerrada por diversos medios (gas, líquido, partículas sólidas, etc.) para crear dentro de la cavidad una presión igual en todas las direcciones, sobre una pieza o un material.
- 1.6. "Robots" o "efectores terminales" que tengan una de las siguientes características; y "equipo lógico" especialmente diseñado o controladores especialmente diseñados para ellos:

- a) estar especialmente diseñados para cumplir las normas nacionales de seguridad aplicables a la manipulación de explosivos de gran potencia (por ejemplo, satisfacer las especificaciones del código eléctrico para explosivos de gran potencia); o
- b) estar especialmente diseñados o clasificados como resistentes a la radiación para soportar más de  $5 \times 10^4$  grays (silicio) ( $5 \times 10^6$  rad (silicio)) sin degradación del funcionamiento.

Notas técnicas:

1) "Robot"

Mecanismo de manipulación, que puede ser del tipo de trayectoria continua o de punto a punto, que puede utilizar "sensores" y tiene todas las características siguientes:

- a) es multifuncional;
- b) es capaz de posicionar u orientar materiales, piezas, herramientas o dispositivos especiales mediante movimientos variables en el espacio tridimensional;
- c) incorpora tres o más servodispositivos de lazo cerrado o abierto que pueden incluir motores de paso a paso; y
- d) posee "programabilidad accesible al usuario" gracias a un método de aprendizaje/reproducción o mediante un ordenador electrónico que puede estar controlado por lógica programable, es decir, sin intervención mecánica.

N.B.: La definición anterior no incluye los siguientes dispositivos:

- a) Mecanismos de manipulación que solo pueden controlarse manualmente o por teleoperador;
- b) Mecanismos de manipulación de secuencia fija que constituyan dispositivos móviles automatizados que funcionen siguiendo unos movimientos programados, definidos de forma mecánica. El programa está limitado mecánicamente por topes fijos, como vástagos o levas. La secuencia de movimientos y la selección de las trayectorias o ángulos no son variables ni pueden modificarse por medios mecánicos, electrónicos o eléctricos;
- c) Mecanismos de manipulación de secuencia variable, controlados mecánicamente, que constituyan dispositivos móviles automatizados que funcionen siguiendo unos movimientos programados definidos de forma mecánica. El programa está definido mecánicamente por topes fijos pero graduables, como vástagos o

levas. La secuencia de movimientos y la selección de las trayectorias o ángulos son variables dentro de una configuración fija. las variaciones o modificaciones de la configuración (es decir, los cambios de vástagos o el intercambio de las levas) en uno o más ejes de movimiento se consiguen solamente mediante operaciones mecánicas;

- d) Mecanismos de manipulación de secuencia variable, no controlables por servo, que constituyan dispositivos móviles automatizados que funcionen siguiendo unos movimientos programados definidos mecánicamente. El programa es variable, pero la secuencia avanza tan solo en función de la señal binaria procedente de dispositivos binarios eléctricos fijados mecánicamente o mediante topes regulables;
- e) Grúas apiladoras definidas como sistemas manipuladores que operen sobre coordenadas cartesianas, fabricadas como parte integral de un dispositivo vertical de jaulas de almacenamiento y diseñadas para acceder a los contenidos de dichas jaulas, para almacenamiento o recuperación;

2) "Efectores terminales"

Los "efectores terminales" incluyen las pinzas, "las unidades de herramientas activas" y cualquier otro tipo de herramienta sujeta a la placa de base del extremo de un brazo manipulador de "robot".

- 3) La definición de la anterior letra a) no incluye robots especialmente diseñados para aplicaciones industriales no nucleares tales como las cabinas de pintado de automóviles por pulverización.

1.7. Sistemas, equipos y componentes para ensayo de vibraciones y equipo lógico para ellos, como sigue:

- a) Sistemas electrodinámicos para ensayo de vibraciones que empleen técnicas de realimentación o lazo cerrado y que incorporen un controlador digital, capaces de vibrar a 10 g RMS o más entre 20 Hz y 2 000 Hz, impartiendo fuerzas de 50 kN (11 250 libras), medidas en un "banco desnudo", o más;
- b) Controladores digitales, combinados con "equipo lógico" especialmente diseñado para ensayo de vibraciones, con un ancho de banda en tiempo real superior a 5 kHz y diseñados para ser utilizados con los sistemas incluidos en la anterior letra a);
- c) Generadores de vibraciones (sacudidores), con o sin amplificadores conexos, capaces de impartir una fuerza de 50 kN (11 250 libras), medida en un "banco desnudo", o más, que puedan utilizarse para los sistemas incluidos en la anterior letra a);

- d) Estructuras y unidades electrónicas para apoyar las muestras diseñadas para combinar los sacudidores múltiples en un sistema completo de sacudidas capaz de proporcionar una fuerza combinada eficaz de 50 kN, medida en un "banco desnudo", o más, que puedan utilizarse para los sistemas incluidos en la anterior letra a);
  - e) "Equipo lógico" especialmente diseñado para ser utilizado con los sistemas incluidos en la anterior letra a) o con las unidades electrónicas incluidas en la anterior letra d).
- 1.8. Hornos metalúrgicos de fundición y colada, de vacío y de ambiente controlado, como sigue; y sistemas especialmente configurados de supervisión y control por ordenador, y el "equipo lógico" especialmente diseñado para ellos;
- a) hornos de colada y de refundición de arco, con volúmenes de electrodos consumibles entre 1 000 cm<sup>3</sup> y 20 000 cm<sup>3</sup> y capaces de funcionar a temperaturas de fusión superiores a 1 700° C;
  - b) hornos de fundición de haz de electrones y de atomización y fundición de plasma con potencia igual o superior a 50 kW y capaces de funcionar a temperaturas de fusión superiores a 1 200° C.

## 2. MATERIALES

- 2.1. Aleaciones de aluminio capaces de soportar una carga de rotura por tracción de 460 MPa ( $0,46 \times 10^9$  N/m<sup>2</sup>) o más a 293 K (20° C), en forma de tubos o piezas sólidas (incluidas las piezas forjadas) con un diámetro exterior superior a 75 mm (3 pulgadas).

### Nota técnica:

La expresión "capaces de" incluye las aleaciones de aluminio antes y después del tratamiento térmico.

- 2.2. Berilio metal, aleaciones que contengan más del 50% de berilio en peso, compuestos que contengan berilio y productos fabricados con éstos, excepto:
- a) ventanas metálicas para máquinas de rayos X, o para dispositivos de diagrafía de sondeos;
  - b) piezas de óxido en forma fabricada o semifabricadas, especialmente diseñadas como piezas componentes electrónicos o como sustrato para circuitos electrónicos;
  - c) berilio (silicato de berilio y aluminio) en forma de esmeraldas y aguamarinas.

### Nota técnica:

Este artículo incluye desechos y desbastes que contengan berilio en la forma anteriormente definida.

- 2.3. Bismuto de gran pureza (99,99% o superior), con un contenido de plata muy escaso (inferior a 10 partes por millón).
- 2.4. Boro y compuestos de boro, mezclas y materiales con impurezas en los que el isótopo boro-10 represente más del 20%, en peso, del contenido total de boro.
- 2.5. Calcio (de gran pureza) que contenga menos de 1 000 partes por millón, en peso, de impurezas metálicas distintas del magnesio y, al mismo tiempo, menos de 10 partes por millón de boro.
- 2.6. Trifluoruro de cloro (ClF<sub>3</sub>).
- 2.7. Crisoles hechos de materiales resistentes a los metales actínidos líquidos, como sigue:
- a) Crisoles con un volumen comprendido entre 150 ml y 8 litros, y fabricados o revestidos de cualquiera de los siguientes materiales, cuya pureza sea del 98% o más:

- i) fluoruro de calcio ( $\text{CaF}_2$ )
- ii) circonato de calcio (metacirconato) ( $\text{Ca}_2\text{ZrO}_3$ )
- iii) sulfuro de cerio ( $\text{Ce}_2\text{S}_3$ )
- iv) óxido de erbio (erbia) ( $\text{Er}_2\text{O}_3$ )
- v) óxido de hafnio (hafnia) ( $\text{HfO}_2$ )
- vi) óxido de magnesio ( $\text{MgO}$ )
- vii) aleación nitrurada de niobio-titanio-wolframio (aproximadamente 50% de Nb, 30% de Ti, 20% de W)
- viii) óxido de itrio (itria) ( $\text{Y}_2\text{O}_3$ )
- ix) óxido de circonio (circonia) ( $\text{ZrO}_2$ ).

- b) Crisoles con un volumen entre 50 ml y 2 litros, y hechos o revestidos de tántalo, de pureza igual o superior al 99,9%;
- c) Crisoles con un volumen entre 50 ml y 2 litros y hechos o revestidos de tántalo (de pureza igual o superior al 98%), revestidos con carburo, nitruro o boruro de tántalo (o cualquier combinación de éstos).

2.8. Materiales fibrosos o filamentosos, productos preimpregnados y estructuras de composite, como sigue:

- a) "Materiales fibrosos o filamentosos" de carbono o aramida con un "módulo específico" de  $12,7 \times 10^6$  m o superior, o una "resistencia específica a la tracción" de  $23,5 \times 10^4$  m o superior, excepto "materiales fibrosos o filamentosos" de aramida con el 0,25% o más en peso de un modificador de la superficie de la fibra basado en el éster; o
- b) "Materiales fibrosos o filamentosos" de vidrio con un "módulo específico" de  $3,18 \times 10^6$  m o superior, y una "resistencia específica a la tracción" de  $7,62 \times 10^4$  m o superior;
- c) Hilos, cables, cabos o cintas continuos impregnados con resinas termoendurecibles, de no más de 15 mm de espesor (productos preimpregnados), hechos de los "materiales fibrosos o filamentosos" de carbono o vidrio especificados en las letras a) o b) del presente artículo;

Nota: La resina forma la matriz del composite.

- d) Estructuras de composite en forma de tubos con un diámetro interior de entre 75 mm (3 pulgadas) y 400 mm (16 pulgadas), hechas con cualquiera de los "materiales fibrosos o filamentosos" especificados en la anterior letra a) o los materiales de carbono preimpregnados especificados en la anterior letra c);

Nota técnica:

- a) A los efectos del presente artículo, el término "materiales fibrosos o filamentosos" significa monofilamentos, hilos, cables, cabos o cintas continuos.

Definiciones:

Un filamento o monofilamento es el incremento más pequeño de fibra, generalmente varios  $\mu\text{m}$  de diámetro.

Un cordón es un haz de filamentos (generalmente más de 200) colocados en forma aproximadamente paralela.

Un cable es un haz (generalmente de 12 a 120) de cordones aproximadamente paralelos.

Un hilo es un haz de cordones retorcidos.

Un cabo es un haz de filamentos, por lo general en forma aproximadamente paralela.

Una cinta es un material construido de filamentos, cordones, cables, cabos o hilos, etc., entrelazados o unidireccionales, generalmente preimpregnados con resina.

- b) El "módulo específico" es el módulo de Young, expresado en  $\text{N/m}^2$ , dividido por el peso específico en  $\text{N/m}^3$  medido a una temperatura de  $23 \pm 2^\circ \text{C}$  y una humedad relativa del  $50 \pm 5\%$ ;
- c) La "resistencia específica a la tracción" es la "carga de rotura por tracción", expresada en  $\text{N/m}^2$ , dividida por el peso específico en  $\text{N/m}^3$ , medido a una temperatura de  $23 \pm 2^\circ \text{C}$  y una humedad relativa del  $50 \pm 5\%$ .

2.9. Hafnio de acuerdo con la siguiente descripción: metal, aleaciones y compuestos de hafnio que contengan más del 60% de hafnio en peso, y productos obtenidos de éstos.

2.10. Litio enriquecido con el isótopo 6 ( ${}^6\text{Li}$ ) en más del 7,5% de átomos, aleaciones, compuestos o mezclas que contengan litio enriquecido con el isótopo 6, y productos o dispositivos que contengan cualquiera de los anteriores; excepto: dosímetros termoluminiscentes.

Nota: La aparición en la naturaleza del isótopo 6 en el litio es del 7,5% de átomos.

2.11. Magnesio (de gran pureza) que contenga menos de 200 partes por millón, en peso, de impurezas metálicas distintas del calcio, y además menos de 10 partes por millón de boro.

- 2.12. Acero martensítico envejecido capaz de soportar una carga de rotura por tracción de 2 050 MPa ( $2,050 \times 10^9$  N/m<sup>2</sup>) (300 000 Lb/in.<sup>2</sup>) o más a 293 K (20° C) excepto en piezas en la que ninguna de sus dimensiones lineales sea superior a 75 mm.

Nota técnica:

La frase "capaz de" incluye el acero martensítico envejecido antes y después del tratamiento térmico.

- 2.13. Radio-226, compuestos o mezclas que contengan radio-226, y productos o dispositivos que contengan cualquiera de los anteriores; excepto:
- a) cápsulas médicas;
  - b) un producto o dispositivo que contenga no más de 0,37 GBq (10 milicurios) de radio-226 en cualquier forma.

- 2.14. Aleaciones de titanio capaces de soportar una carga de rotura por tracción de 900 MPa ( $0,9 \times 10^9$  N/m<sup>2</sup>) (130 500 Lb/in.<sup>2</sup> más a 293 K (20° C) en forma de tubos o piezas cilíndricas sólidas (incluidas las piezas forjadas) con un diámetro exterior superior a 75 mm (3 pulgadas).

Nota técnica:

La frase "capaces de" incluye las aleaciones de titanio antes y después del tratamiento térmico.

- 2.15. Wolframio como sigue: piezas hechas de wolframio, carburo de wolframio o aleaciones de wolframio (más del 90% de wolframio) cuya masa sea superior a 20 kg y que posean una simetría cilíndrica hueca (incluidos los segmentos del cilindro) con un diámetro interior superior a 100 mm (4 pulgadas) pero inferior a 300 mm (12 pulgadas), excepto las piezas específicamente diseñadas para emplearse como pesas o colimadores de rayos gamma.
- 2.16. Circonio con un contenido de hafnio inferior a 1 parte de hafnio por 500 partes de circonio en peso, en forma de metal, aleaciones que contengan más del 50% de circonio en peso, y compuestos y productos fabricados íntegramente a partir de éstos; excepto circonio en forma de láminas de grosor no superior a 0,10 mm (0,004 pulgadas).

Nota técnica:

Se consideran incluidos los desechos y desbastes que contengan circonio en la forma descrita.

2.17. Níquel en polvo y níquel metal poroso, como sigue:

- a) Polvo con una pureza en níquel igual o superior al 99,9% y un tamaño medio de las partículas inferior a 10  $\mu\text{m}$ , de acuerdo con la norma ASTM B 330; excepto:

Polvos de níquel filamentosos;

Nota: Los polvos de níquel preparados especialmente para la fabricación de barreras de difusión gaseosa están incluidos en la Parte 1 de las Directrices NSG.

- b) Metal poroso de níquel obtenido a partir de materiales incluidos en la anterior letra a); excepto:

Chapas sueltas de metal de níquel poroso de superficie no superior a 1 000  $\text{cm}^2$  por chapa.

Nota: Esto se refiere al metal poroso obtenido mediante la compresión y sinterización del material incluido en la anterior letra a) para formar un material metálico con poros finos interconectados a lo largo de toda la estructura.

3. EQUIPOS Y COMPONENTES PARA LA SEPARACION DE ISOTOPOS DE URANIO (artículos no incluidos en la lista inicial (Trigger List))
  - 3.1. Células electrolíticas para la producción de flúor con capacidad de producción superior a 250 g de flúor por hora.
  - 3.2. Equipos de fabricación y ensamblado de rotores, así como mandriles y matrices para la conformación de fuelles, como sigue:
    - a) Equipos de ensamblado de rotores para ensamblar secciones de tubos de rotor, pantallas y cofias de centrífugas gaseosas. Estos equipos incluyen mandriles de precisión, abrazaderas y máquinas de ajuste por contracción;
    - b) Equipos de enderezamiento de rotores para alinear las secciones de los tubos de los rotores de las centrífugas gaseosas a un eje común. (Nota: normalmente, estos equipos consistirán en probetas de medida de precisión conectadas con un ordenador que, subsiguientemente, controla la acción de, por ejemplo, arietes neumáticos utilizados para alinear las secciones del tubo del rotor.);
    - c) Mandriles y matrices para la conformación de fuelles, para la producción de fuelles de forma convolutiva (fuelles hechos de aleaciones de aluminio de gran tenacidad, acero martensítico envejecido o materiales filamentosos de gran tenacidad). Los fuelles tienen todas las dimensiones siguientes:
      - 1) diámetro interior entre 75 mm y 400 mm (3 a 16 pulgadas);
      - 2) longitud igual o superior a 12,7 mm (0,5 pulgadas); y
      - 3) paso superior a 2 mm (0,08 pulgadas).
  - 3.3. Máquinas de equilibrado o multiplano de centrífugas, fijas o móviles, horizontales o verticales, como sigue:
    - a) Máquinas de equilibrado de centrífugas diseñadas para equilibrar rotores flexibles, que tengan una longitud igual o superior a 600 mm y todas las características siguientes:
      - 1) un diámetro nominal, o un diámetro máximo con oscilación, de 75 mm o más;
      - 2) capacidad para masas entre 0,9 y 23 kg (2 a 50 Lb); y
      - 3) capacidad de equilibrar velocidades de revolución superiores a 5 000 rpm.

b) máquinas de equilibrado de centrífugas diseñadas para equilibrar componentes de rotor cilíndricos huecos y que tengan todas las características siguientes:

- 1) diámetro nominal igual o superior a 75 mm;
- 2) capacidad para masas entre 0,9 y 23 kg (2 a 50 lb);
- 3) capacidad para equilibrar con un desequilibrio residual de 0,010 kg mm/kg por plano o mejor; y
- 4) del tipo accionado por correa;

así como el equipo lógico especialmente diseñado para ellas.

3.4. Máquinas bobinadoras de filamentos en la que los movimientos para posicionar, enrollar y bobinar las fibras se coordinen y programen en dos o más ejes, especialmente diseñadas para elaborar estructuras de composite o laminados a partir de materiales fibrosos o filamentosos, y con capacidad de bobinar rotores cilíndricos de diámetro entre 75 mm (3 pulgadas) y 400 mm (16 pulgadas) y de longitud igual o superior a 600 mm (24 pulgadas); los controles de coordinación y programación para ellos; mandriles de precisión, así como el "equipo lógico" especialmente diseñado para ellas.

3.5. Cambiadores de frecuencia (también conocidos como convertidores o invertidores) o generadores que tengan todas las características siguientes:

- a) Una salida multifase capaz de suministrar una potencia de 40 W o más;
- b) Capacidad para funcionar en la escala de frecuencias entre 600 y 2 000 Hz;
- c) Distorsión armónica total inferior al 10%; y
- d) Control de frecuencia mejor que el 0,1%;

con excepción de los cambiadores de frecuencia especialmente diseñados o preparados para suministrar potencia a "estatores de motor" (según la definición que sigue) y que tengan las características mencionadas en las anteriores letras b) y d), junto con una distorsión armónica total inferior al 2% y una eficacia superior al 80%.

Definición:

"Estatores de motor"

Estatores anulares, especialmente diseñados o preparados, para motores de histéresis (o reluctancia) de corriente alterna multifase, de alta velocidad, para funcionar sincrónicamente en el vacío en una escala de frecuencias entre 600 y 2 000 Hz y una escala de potencia de 50-1 000 VA. Los estatores consisten en espirales multifase sobre un núcleo de hierro laminado de baja pérdida constituido por capas delgadas con un grosor típico de 2,0 mm (0,08 pulgadas) o menos.

3.6. Láseres, amplificadores láser y osciladores, como sigue:

- a) Láseres de vapor de cobre con potencia media de salida de 40 W o más, que funcionen a longitudes de onda entre 500 nm y 600 nm;
- b) Láseres de iones de argón con potencia media de salida superior a 40 W, que funcionen a longitudes de onda entre 400 nm y 515 nm;
- c) Láseres (no de vidrio) dopados con neodimio, como sigue:
  - 1) que tengan una longitud de onda de salida entre 1 000 nm y 1 100 nm, excitados por pulsos y con conmutación del factor Q, con duración del pulso igual o superior a 1 ns, y con una de las siguientes características:
    - a) salida de monomodo transversal con una potencia media de salida superior a 40 W;
    - b) salida de multimodo transversal con una potencia media de salida superior a 50 W;
  - 2) que funcionen a longitudes de onda entre 1 000 nm y 1 100 nm e incorporen un duplicador de frecuencia que proporcione una longitud de onda de salida entre 500 nm y 550 nm con una potencia media a la frecuencia duplicada (nueva longitud de onda) superior a 40 W.
- d) Osciladores pulsatorios monomodo de colorantes, sintonizables, capaces de una potencia media de salida superior a 1 W, una tasa de repetición superior a 1 kHz, un ancho de pulso inferior a 100 ns y una longitud de onda entre 300 nm y 800 nm;
- e) Osciladores y amplificadores pulsatorios de láser de colorantes sintonizables, excepto los osciladores monomodo, con potencia media de salida superior a 30 W, tasa de repetición superior a 1 kHz, ancho de pulso inferior a 100 ns y longitud de onda entre 300 nm y 800 nm;

- f) Láseres de alexandrita con ancho de banda de 0,005 nm o menos, tasa de repetición superior a 125 Hz y potencia medida de salida superior a 30 W, y que funcionen a longitudes de onda entre 720 nm y 800 nm;
- g) Láseres pulsatorios de dióxido de carbono con tasa de repetición superior a 250 Hz, potencia media de salida superior a 500 W y ancho de pulso inferior a 200 ns, que funcionen a longitudes de onda entre 9 000 y 11 000 nm;

N.B.: Esta especificación no incluye los láseres industriales de CO<sub>2</sub> de mayor potencia (normalmente, de 1 a 5 kW) empleados en aplicaciones como corte y soldadura, ya que estos últimos láseres son de onda continua, o bien pulsatorios con un ancho de pulso superior a 200 ns.

- h) Láseres pulsatorios de excímero (XeF, XeCl, KrF) con una tasa de repetición superior a 250 Hz y potencia media de salida superior a 500 W, que funcionen a longitudes de onda entre 240 y 360 nm;
- i) Cambiadores Raman de parahidrógeno diseñados para funcionar con longitud de onda de salida de 16 μm y tasa de repetición superior a 250 Hz.

Nota técnica:

Las máquinas herramienta, los dispositivos de medida y la tecnología asociada que pueden ser utilizados en la industria nuclear quedan incluidos en los puntos 1.2 y 1.3 de la presente Lista.

- 3.7. Espectrómetros de masas capaces de medir iones de 230 unidades atómicas de masa o mayores, y que tengan una resolución mejor que 2 partes por 230, así como las fuentes de iones para ellos, como sigue:
  - a) Espectrómetros de masas de plasma acoplados inductivamente (ICP/MS);
  - b) Espectrómetros de masas de descarga luminosa (GDMS);
  - c) Espectrómetros de masas de ionización térmica (TIMS);
  - d) Espectrómetros de masas de bombardeo electrónico que tengan una cámara fuente construida, revestida o chapada con materiales resistentes al UF<sub>6</sub>;
  - e) Espectrómetros de masas de haz molecular, como sigue:
    - 1) que tengan una cámara fuente construida, revestida o chapada con acero inoxidable o molibdeno, y que tengan una trampa fría capaz de enfriar hasta 193 K (-80° C) o menos, o

2) que tengan una cámara fuente construida, revestida o chapada con materiales resistentes al  $UF_6$ , o

f) Espectrómetros de masas equipados con una fuente de iones de microfluorización diseñada para utilizarse con actínidos o fluoruros de actínidos;

excepto

espectrómetros de masas magnéticos o cuadrípolo, especialmente diseñados o preparados, capaces de tomar muestras "en línea" de alimentación, productos o colas de las corrientes de gas de  $UF_6$ , y que tengan todas las características siguientes:

- 1) resolución de unidades de masa superior a 320,
- 2) fuentes de iones construidas o revestidas de cromoníquel o monel, o chapadas con níquel,
- 3) fuentes de ionización de bombardeo electrónico,
- 4) un sistema colector adecuado para el análisis isotópico.

3.8. Transductores de presiones capaces de medir la presión absoluta en cualquier punto del intervalo 0 a 13 kPa, con elementos sensores de la presión fabricados o protegidos con níquel, aleaciones de níquel con más del 60% de níquel en peso, aluminio o aleaciones de aluminio, como sigue:

- 1) transductores con una escala total de menos de 13 kPa y una precisión superior a  $\pm 1\%$  de la escala total;
- 2) transductores con una escala total de 13 kPa o más y una precisión superior a  $\pm 130$  Pa.

Notas técnicas:

1. Los transductores de presiones son dispositivos que convierten las mediciones de la presión en una señal eléctrica.
2. A los fines del presente artículo, "precisión" incluye la no linealidad, histéresis y repetibilidad a temperatura ambiente.

3.9. Válvulas con un tamaño nominal igual o superior a 5 mm (0,2 pulgadas), con cierre de fuelle, fabricadas íntegramente o revestidas de aluminio, aleaciones de aluminio, níquel o una aleación que contenga níquel en un 60% o más, de funcionamiento manual o automático.

Nota: Para las válvulas con diferentes diámetros de entrada y de salida, el anterior parámetro nominal dimensional se refiere al diámetro más pequeño.

3.10. Electroimanes solenoidales superconductores que posean todas las características siguientes:

- a) Capacidad de crear campos magnéticos de más de 2 teslas (20 kilogauss);
- b) Con un valor de L/D (longitud dividida por el diámetro interior) superior a 2;
- c) Con un diámetro interior de más de 300 mm; y
- d) Con un campo magnético con un grado de uniformidad superior al 1% en un volumen centrado en el volumen interior, y del 50% de éste.

Nota: Este artículo no incluye imanes especialmente diseñados como piezas de sistemas médicos de formación de imágenes por resonancia magnética nuclear (NMR), y exportados como pieza de dichos sistemas. Entiéndase que la expresión "como pieza de" no significa necesariamente que se trate de una pieza física incluida en la misma expedición. Se permiten expediciones por separado, de orígenes distintos, siempre que los correspondientes documentos de exportación especifiquen claramente la relación en cuanto "pieza de".

3.11. Bombas de vacío con un tamaño del orificio de entrada igual o superior a 38 cm (15 pulgadas), con velocidad de bombeo igual o superior a 15 000 litros por segundo y capaz de producir un vacío final mejor que  $10^{-4}$  Torr ( $1,33 \times 10^{-4}$  mbar).

Nota técnica:

- 1) El vacío final se determina en la entrada de la bomba, con la entrada bloqueada.
- 2) La velocidad de bombeo se determina en el punto de medición con nitrógeno gaseoso o aire.

3.12. Fuentes de corriente continua de gran potencia capaces de producir de modo continuo, a lo largo de 8 horas o más, 100 V o más con una corriente de salida de 500 amperios o más, y con una regulación de la corriente o del voltaje mejor que el 0,1%.

3.13. Fuentes de corriente continua de alto voltaje capaces de producir de modo continuo, a lo largo de 8 horas o más, 20 000 V o más con una corriente de salida de 1 amperio o más, y con una regulación de la corriente o del voltaje mejor que 0,1%.

- 3.14. Separadores electromagnéticos de isótopos, diseñados para fuentes de iones únicos o múltiples, o equipados con éstas, capaces de proporcionar una corriente total de haz de iones de 50 mA o más.

Notas:

1. El presente artículo incluirá separadores capaces de enriquecer isótopos estables así como los de uranio. Un separador capaz de separar los isótopos de plomo con una indiferencia de una unidad de masa es inherentemente capaz de enriquecer isótopos de uranio con una diferencia de tres unidades de masa.
2. Este artículo incluye separadores con las fuentes y colectores de iones situados en el campo magnético, y también aquéllos en los que estas configuraciones son externas al campo.
3. Una sola fuente de iones de 50 mA producirá menos de 3 g anuales de uranio altamente enriquecido separado a partir de una alimentación de uranio natural.

4. EQUIPOS RELACIONADOS CON LAS PLANTAS DE PRODUCCION DE AGUA PESADA (artículos no incluidos en la lista inicial (Trigger List))
  - 4.1. Empaquetados especiales para separar agua pesada de agua corriente, hechos de malla de bronce fosforado (con un tratamiento químico que mejore la humectabilidad) y diseñados para emplearse en torres de destilación de vacío.
  - 4.2. Bombas para hacer circular soluciones de catalizador diluido o concentrado de amida de potasio en amoniaco líquido ( $\text{KNH}_2/\text{NH}_3$ ), con todas las características siguientes:
    - a) estancas (es decir, cerradas herméticamente);
    - b) para soluciones concentradas de amida de potasio (1% o más), presión de funcionamiento de 1,5-60 MPa [15-600 atmósferas (atm)]; para soluciones diluidas de amida de potasio (menos del 1%), presión de funcionamiento de 20-60 MPa (200-600 atm); y
    - c) capacidad superior a 8,5 m<sup>3</sup>/h (5 pies cúbicos por minuto).
  - 4.3. Columnas de plato de intercambio de agua-sulfuro de hidrógeno, construidas de acero fino al carbono, con un diámetro de 1,8 m o más, que puedan funcionar a una presión nominal de 2 MPa (300 psi) o superior, y contactores internos de las mismas.

Notas:

1. Para las columnas especialmente diseñadas o preparadas para la producción de agua pesada, véase el INFCIRC/254/Part 1.
  2. Los contactores internos de las columnas son platos segmentados que tienen un diámetro efectivo ensamblado de 1,8 m o mayor, diseñados para facilitar el contacto contra corriente y construidos de materiales resistentes a la corrosión por mezclas de agua y sulfuro de hidrógeno. Estos pueden ser platos de cedazo, platos de válvula, platos de campana burbujeadora o platos de turborrejillas.
  3. En el presente artículo, acero fino al carbono se define como acero con el número 5 o superior de tamaño de grano austenítico ASTM (o norma equivalente).
  4. En el presente artículo, los materiales resistentes a la corrosión por mezclas de agua y sulfuro de hidrógeno se definen como aceros inoxidables con un contenido de carbono del 0,03% o menos.
- 4.4. Columnas de destilación criogénica de hidrógeno que tengan todas las características siguientes:

- a) diseñadas para funcionar a temperaturas internas de  $-238^{\circ}\text{C}$  (35 K) o menos;
- b) diseñadas para funcionar a una presión interna de 0,5 a 5 MPa (5 a 50 atmósferas);
- c) construidas de aceros inoxidable de grano fino de la serie 300, de bajo contenido de azufre, o materiales criogénicos equivalentes y compatibles con el  $\text{H}_2$ ; y
- d) con diámetros internos de 1 m o más y longitudes efectivas de 5 m o más.

Nota técnica:

En el presente artículo, los aceros inoxidable de grano fino se definen como aceros inoxidable austeníticos de grano fino con el número 5 o superior de tamaño de grano fino ASTM (o norma equivalente).

- 4.5. Convertidores de síntesis o unidades de síntesis de amoníaco en las que el gas de síntesis (nitrógeno e hidrógeno) se elimina de la columna de intercambio amoníaco/hidrógeno de alta presión y el amoníaco sintetizado se devuelve a dicha columna.
- 4.6. Turboexpansores o conjuntos de turboexpansores-compresores diseñados para funcionar por debajo de 35 K y un caudal de hidrógeno gaseoso de 1 000 kg/h o más.

5. EQUIPOS DE DESARROLLO DE SISTEMAS DE IMPLOSION

5.1. Generadores de rayos X de descarga por destello o aceleradores por pulso de electrones, con picos de energía de 500 keV o más, como sigue, excepto aceleradores que sean componentes de dispositivos diseñados para fines distintos de la radiación por haz electrónico o rayos X (microscopia electrónica, por ejemplo), y aquellos diseñados para fines médicos:

- a) que tengan un pico de potencia de electrones de acelerador de 500 keV o más, pero inferior a 25 MeV, con un factor de mérito (K) igual o superior a 0,25, definiéndose K como:

$$K = 1,7 \times 10^3 V^{2.65} Q,$$

donde V representa el pico de energía de los electrones en millones de electronvoltios y Q es la carga acelerada total en culombios, si la duración del pulso del haz del acelerador es igual o menos que 1  $\mu$ s; si la duración del pulso del haz del acelerador es mayor que 1  $\mu$ s, Q que la carga acelerada máxima en 1  $\mu$ s (Q es igual a la integral de i con respecto a t a lo largo de 1  $\mu$ s o la duración del pulso del haz, si ésta es inferior, ( $Q = \int i dt$ ), siendo i la corriente del haz en amperios y t el tiempo en segundo) o bien

- b) que tengan un pico de energía de los electrones del acelerador de 25 MeV o más, y un pico de potencia superior a 50 MW. (Pico de potencia = (pico de potencial en voltios) x (pico de corriente del haz en amperios).)

Nota técnica:

Duración del pulso del haz - En las máquinas basadas en cavidades aceleradoras para microondas la duración del pulso del haz es el valor inferior de los dos siguientes: 1  $\mu$ s o la duración del paquete de haz agrupado que resulta de un pulso modulador de microondas.

Pico de corriente del haz - En las máquinas basadas en cavidades aceleradoras para microondas, el pico de corriente del haz es la corriente media en la duración de un paquete agrupado del haz.

5.2. Cañones de gas ligero multietapas u otros sistemas de cañón de alta velocidad (de bovina, electromagnéticos, electrotérmicos u otros sistemas avanzados), capaces de acelerar proyectiles a una velocidad de 2 km por segundo o más.

5.3. Cámaras mecánicas de espejo giratorio, como sigue; y componentes especialmente diseñados para ellas:

- a) Cámaras multiimágenes con lecturas superiores a 225 000 imágenes por segundo;
- b) cámaras de imagen unidimensional con velocidades de escritura superiores a 0,5 mm por  $\mu$ s.

Nota técnica:

Los componentes de dichas cámaras incluyen sus unidades electrónicas de sincronización y conjuntos de rotor compuestos de turbinas, espejos y soportes.

5.4. Cámaras y tubos electrónicos de imagen unidimensional y multiimágenes, como sigue:

- a) cámaras electrónicas de imagen unidimensional capaces de resolución temporal de 50 ns o menos, y los tubos de imagen unidimensional para ellas;
- b) cámaras multiimágenes electrónicas (o de obturación electrónica) capaces de resolución temporal de 50 ns o menos;
- c) tubos multiimágenes y dispositivos de formación de imágenes de estado sólido para emplearse en las cámaras incluidas en la anterior letra b), como sigue:
  - 1) tubos intensificadores de imagen de enfoque por proximidad con el fotocátodo depositado sobre un revestimiento conductor transparente para disminuir la resistencia de la lámina del fotocátodo;
  - 2) tubos vidicon intensificadores del blanco por puerta de silicio (SIT), en los que un sistema rápido permite conmutar selectivamente los fotoelectrones procedentes del fotocátodo antes de que incidan sobre la placa SIT;
  - 3) dispositivo obturador electroóptico, con célula de Kerr o de Pockel;
  - 4) otros tubos multiimágenes y dispositivos de formación de imágenes de estado sólido con un tiempo de conmutación (puerta) para imágenes rápidas inferior a 50 ns, especialmente diseñados para las cámaras incluidas en la anterior letra b).

5.5. Instrumentación especializada para experimentos hidrodinámicos, como sigue:

- a) Interferómetros de velocidad para medir velocidades superiores a 1 km por segundo durante intervalos de tiempo menores que 10  $\mu$ s. (VISAR, Interferómetros de láser Doppler, DLI, etc.);
- b) manómetros de manganina para presiones superiores a 100 kbar; o
- c) transductores de presión de cuarzo para presiones superiores a 100 kbar.

## 6. EXPLOSIVOS Y EQUIPOS RELACIONADOS

### 6.1. Detonadores y sistemas de iniciación multipunto (de tipo puente con filamento metálico, de percusión, etc.).

#### a) Detonadores accionados eléctricamente, como sigue:

- 1) del tipo puente (EB)
- 2) del tipo puente con filamento metálico (EBW)
- 3) de percutor, y
- 4) iniciadores de laminilla (EFI)

#### b) Conjuntos que empleen detonadores únicos o múltiples diseñados para iniciar casi simultáneamente una superficie explosiva (de más de 5 000 mm<sup>2</sup>) a partir de una sola señal de detonación (con un tiempo de iniciación distribuido por la superficie de menos de 2,5 $\mu$ s).

#### Aclaración de la descripción:

Todos los detonadores en cuestión utilizan un pequeño conductor eléctrico (de puente, de puente con filamento metálico o de laminilla) que se vaporiza de forma explosiva cuando lo atraviesa un rápido pulso eléctrico de corriente elevada. En los tipos que no son de percutor, el conductor inicia, al explotar, una detonación química en un material altamente explosivo en contacto con él, como el PETN (tetranitrate de pentaeritritol). En los detonadores de percusión, la vaporización explosiva del conductor eléctrico impulsa a un elemento "volador" o "percutor" a través de un hueco ("flyer" o "slapper"), y el impacto de este elemento sobre el explosivo inicia una detonación química. En algunos modelos, el percutor va accionado por una fuerza magnética. El término "detonador de laminilla" puede referirse a un detonador EB o a un detonador de tipo percutor. Asimismo, a veces se utiliza el término "iniciador" en lugar de "detonador".

Los detonadores que solo utilizan explosivos primarios, como la azida plumbosa, no están sujetos a control.

### 6.2. Componentes electrónicos para conjuntos de detonación (dispositivos de conmutación y condensadores de descarga de pulsos).

#### 6.2.1. Dispositivos de conmutación

- a) Tubos de cátodo frío (incluidos los tubos Krytron de gas y los tubos sphytron de vacío), llenos de gas o no, de funcionamiento similar a los descargadores de chispas, que contengan tres o más electrodos, y que posean todas las características siguientes:

- 1) voltaje nominal de pico en el ánodo de 2 500 V o más,
  - 2) intensidad de corriente nominal de pico en el ánodo de 100 A o más,
  - 3) tiempo de retardo del ánodo de 10  $\mu$ s o menos, y
- b) descargadores de chispas con disparo y con un tiempo de retardo del ánodo de 15  $\mu$ s o menos, y especificados para una intensidad de corriente nominal de pico de 500 A o más;
- c) módulos o conjuntos con una función de conmutación rápida que tengan todas las características siguientes:
- 1) voltaje nominal de pico en el ánodo superior a 2 000 V;
  - 2) intensidad de corriente de pico en el ánodo igual o superior a 500 A; y
  - 3) tiempo de conexión igual o inferior a 1  $\mu$ s.
- 6.2.2. Condensadores con las características siguientes:
- a) voltaje nominal superior a 1,4 kV, almacenamiento de energía superior a 10 J, capacitancia superior a 0,5  $\mu$ F e inductancia en serie inferior a 50 nH, o
  - b) voltaje nominal superior a 750 V, capacitancia superior a 0,25  $\mu$ F e inductancia en serie inferior a 10 nH.
- 6.3. Conjuntos de detonación y generadores equivalentes de impulsos de corriente elevada (para detonadores controlados), como sigue:
- a) conjuntos de ignición de detonador explosivo diseñados para accionar los detonadores controlados múltiples incluidos en el anterior número 6.1;
  - b) generadores modulares de impulsos eléctricos (pulsadores) diseñados para uso portátil, móvil o robusto (incluidos los amplificadores de lámparas de destello de xenón), que tengan todas las características siguientes:
    - 1) capacidad para suministrar su energía en menos de 15  $\mu$ s;
    - 2) salida superior a 100 A;
    - 3) tiempo de subida inferior a 10  $\mu$ s en cargas inferiores a 40 ohmios (el tiempo de subida se define como el intervalo de tiempo comprendido entre el 10% y el 90% de la amplitud de corriente cuando se amplifica una carga resistiva);

- 4) encerrado en un receptáculo estanco al polvo;
- 5) ninguna dimensión superior a 25,4 cm (10 pulgadas);
- 6) peso inferior a 25 kg (55 libras); y
- 7) previsto para utilizarse en una amplia gama de temperaturas (-50° C a 100° C) o especificado como adecuado para uso aeroespacial.

6.4. Explosivos de gran potencia o sustancias o mezclas que contengan más del 2% de cualquiera de las siguientes sustancias:

- a) ciclotetrametilentrinitramina (HMX)
- b) ciclotrimetilentrinitramina (RDX)
- c) triaminotrinitrobenceno (TATB)
- d) cualquier explosivo con densidad cristalina superior a 1,8 g/cm<sup>3</sup> y que tenga un velocidad de detonación superior a 8 000 m/s, o
- e) hexanitroestilbeno (HNS)

7. EQUIPOS Y COMPONENTES PARA ENSAYOS NUCLEARES

7.1. Osciloscopios y registradores de transitorios, así como componentes especialmente diseñados, como sigue: unidades enchufables, amplificadores externos, preamplificadores, dispositivos de muestreo y tubos de rayos catódicos para osciloscopios analógicos.

- a) osciloscopios analógicos no modulares que tengan un "ancho de banda" de 1 GHz o más;
- b) sistemas modulares de osciloscopios analógicos que tengan cualquiera de las dos características siguientes:
  - i) una unidad central con un "ancho de banda" de 1 GHz o superior; o
  - ii) módulos enchufables, cada uno con un "ancho de banda" de 4 GHz o superior;
- c) osciloscopios analógicos de muestreo para el análisis de fenómenos recurrentes con un "ancho de banda" efectivo de más de 4 GHz;
- d) osciloscopios digitales y registradores de transitorios que empleen técnicas de conversión analógico-digital, capaces de almacenar los transitorios mediante el muestreo secuencial de entradas monoestables a intervalos sucesivos de menos de 1 ns (mayor que 1 giga - muestra por segundo), con resolución digital hasta 8 bits o más, y que almacenen 256 o más muestras.

Nota técnica:

El "ancho de banda" se define como la banda de frecuencias para la cual la deflexión de tubo de rayos catódicos no desciende por debajo del 70,7% de su valor máximo bajo una tensión de entrada constante al amplificador del osciloscopio.

- 7.2. Tubos fotomultiplicadores con un área de fotocátodo superior a 20 cm<sup>2</sup>, que tenga un tiempo de subida del pulso aplicado al ánodo inferior a 1 ns.
- 7.3. Generadores de pulsos de gran velocidad, con voltajes de salida superiores a 6 V sobre una carga resistiva de menos de 55 ohmios, y con tiempos de transición de pulsos inferiores a 500 ps (definidos como el intervalo de tiempo entre el 10% y el 90% de la amplitud del voltaje).

8. OTROS

8.1. Sistemas generadores de neutrones, incluidos los tubos, diseñados para funcionar sin sistema de vacío externo y que utilicen una aceleración electrostática para inducir una reacción nuclear tritio-deuterio.

8.2. Equipos relacionados con la manipulación, y el tratamiento de material nuclear y, con los reactores nucleares, como sigue:

8.2.1. Manipuladores a distancia que puedan usarse para efectuar acciones a distancia en las operaciones de separación radioquímica y celdas calientes, como sigue:

- a) Con capacidad para atravesar 0,6 m o más de la pared de la celda caliente (operación "a través de la pared"); o
- b) Con capacidad para pasar por encima de una pared de la celda caliente de grosor de 0,6 m o más (operación "por encima de la pared").

Nota: Los manipuladores a distancia traducen las acciones de un operador humano a un brazo operativo y sujeción terminal a distancia. Los manipuladores pueden ser del tipo "maestro/satélite" o accionados por palanca universal o teclado numérico.

8.2.2. Ventanas de protección contra radiaciones, de alta densidad (de vidrio de plomo u otro material), con una superficie fría de más de 0,09 m<sup>2</sup> y una densidad superior a 3 g/cm<sup>3</sup> y un grosor de 100 mm o más, así como los correspondientes marcos, especialmente diseñados para ellas;

8.2.3. Cámaras de televisión endurecidas a las radiaciones, o las lentes para ellas, especialmente diseñadas o especificadas para resistir radiaciones de más de 5 x 10<sup>4</sup> grays (silicio) (5 x 10<sup>6</sup> rad (silicio)) sin degradación de su funcionamiento.

8.3. Tritio, compuestos de tritio o mezclas que contenga tritio y en las cuales la razón entre el número de átomos de tritio y de hidrógeno sea superior a 1 parte entre 1 000 y productos o dispositivos que contengan cualquiera de los anteriores; excepto:

los productos o dispositivos que no contenga más de 1,48 x 10<sup>3</sup> GBq (40 Ci) de tritio en cualquier forma.

8.4. Instalaciones y plantas de tritio, y equipos para ellas, como sigue:

1. Instalaciones o plantas para la producción, la recuperación, la extracción, la concentración o la manipulación de tritio;

2. Equipos para instalaciones o plantas de tritio, como sigue:

- a) unidades de refrigeración de hidrógeno o helio capaces de refrigerar hasta 23 K (-250° C) o menos, con una capacidad de eliminación de calor superior a 150 vatios;
- b) sistemas de almacenamiento y purificación de isótopos de hidrógeno que utilicen hidruros de metal como medio de almacenamiento o de purificación.

8.5. Catalizadores platinizados especialmente diseñados o preparados para fomentar la reacción de intercambio de isótopos de hidrógeno entre hidrógeno y agua, para la recuperación de tritio a partir de agua pesada o para la producción de agua pesada.

8.6. Helio-3 o helio enriquecido en el isótopo helio-3, mezclas que contengan helio-3 y productos o dispositivos que contengan cualquiera de los anteriores; excepto:

productos o dispositivos que contengan menos de 1 g de helio-3.

8.7. Radionucleidos que emitan partículas alfa cuyo período de semidesintegración esté comprendido entre 10 días y menos de 200 años, compuestos o mezclas que contengan cualquiera de dichos radionucleidos y cuya actividad alfa total por kilogramo sea igual o superior a 1 curio (37 GBq/kg), y productos o dispositivos que contengan cualquiera de los anteriores; excepto:

productos o dispositivos que contenga menos de 3,7 GBq (100 milicurios) de actividad alfa.

8.8. Instalaciones, plantas y equipos de separación de isótopos de litio, como sigue:

1. Instalaciones o plantas para la separación de isótopos de litio;

2. Equipo para la separación de isótopos de litio, como sigue:

- a) Columnas de intercambio líquido-líquido, compactas, especialmente diseñadas para amalgamas de litio;
- b) Bombas de amalgamas de mercurio y/o litio;
- c) Células de electrólisis para amalgamas de litio;
- d) Evaporadores para solución concentrada de hidróxido de litio.

APENDICE

Especificaciones detalladas sobre máquinas herramienta (artículo 1.2 de la Lista de productos nucleares de doble uso cuya exportación está sujeta a control)

1.2. Unidades de "control numérico", máquinas herramienta de "control numérico" y "equipo lógico" especialmente diseñado, como sigue:

- a) Nota: Para las unidades de "control numérico" controladas por sus equipos lógicos conexos, véase la sección c) 2).
- b) Máquinas herramienta, como sigue, para mecanizar o cortar metales, materiales cerámicos o composites, que, de acuerdo con las especificaciones técnicas del fabricante, puedan equiparse con dispositivos electrónicos para el "control de contorno" simultáneo en dos o más ejes:

- 1. Máquinas herramienta para torneear, que tengan las "precisiones de posicionamiento" con todas las compensaciones disponibles inferiores a (mejores que) 0,006 mm a lo largo de cualquier eje lineal (posicionamiento global) en el caso de máquinas con capacidad de mecanizar diámetros superiores a 35 mm.

Nota: Se excluyen las máquinas extrusoras Swissturn que sean exclusivamente de alimentación directa si el diámetro máximo de la barra es igual o inferior a 42 mm y no tienen la capacidad de montar mordazas. Las máquinas pueden tener la capacidad de perforar y/o fresar para mecanizar piezas con diámetros inferiores a 42 mm.

- 2. Máquinas herramienta para fresar, que tengan cualquiera de las características siguientes:

- a) Las "precisiones de posicionamiento" con todas las compensaciones disponibles sean inferiores a (mejores que) 0,006 mm a lo largo de cualquier eje lineal (posicionamiento global); o
- b) Dos o más ejes de contorno rotatorios.

Nota: No se incluyen las máquinas fresadoras que tengan las características siguientes:

- a) El eje X se desplace más de 2 m; y
- b) La "precisión de posicionamiento" global en el eje x sea superior a (peor que) 0,0030 mm.

3. Máquinas herramienta para rectificar, que tengan cualquiera de las siguientes características:

- a) Las "precisiones de posicionamiento" con todas las compensaciones disponibles son inferiores a (mejores que) 0,004 mm a lo largo de cualquier eje lineal (posicionamiento global); o
- b) Tengan dos o más ejes de contorneado rotatorios.

Nota: Se excluyen las siguientes máquinas rectificadoras:

- a) Máquinas rectificadoras cilíndricas externas, internas y externas-internas que tengan todas las características siguientes:
    - 1. Limitadas a rectificación cilíndrica;
    - 2. Diámetro exterior o longitud máxima de la pieza de 150 mm;
    - 3. Como máximo, dos ejes que puedan coordinarse simultáneamente para el "control del contorneado"; y
    - 4. Sin eje de contorneado c.
  - b) Rectificadoras de coordenadas con ejes limitados a x, y, c y a, empleándose el eje c para mantener la muela abrasiva en posición ortogonal a la superficie de trabajo, y con el eje a configurado para torneer levas de tambor.
  - c) Máquinas afiladoras de herramienta o cuchilla con "equipo lógico" especialmente diseñado para la producción de herramientas o cuchillas; o
  - d) Rectificadoras de cigüeñales o ejes de levas.
4. Máquinas de electro-erosión (EDM) del tipo distinto al de hilo que tengan dos o más ejes rotatorios de contorneado y que puedan coordinarse simultáneamente para el "control del contorneado".

Nota: Para cada modelo de máquina herramienta pueden utilizarse niveles garantizados de "precisión de posicionamiento" en lugar de protocolos de ensayos individuales, empleando los procedimientos de ensayo ISO acordados.

Notas técnicas:

1. La nomenclatura de los ejes se ajustará a la norma internacional ISO 841, "Máquinas de control numérico: nomenclatura de ejes y movimientos".
2. En el cómputo de número total de ejes rotatorios de contorneado no se incluyen los ejes rotatorios de contorneado paralelos secundarios cuya línea central es paralela al eje rotatorio primario.
3. Los ejes rotatorios no necesitan girar necesariamente en un radio de 360° C. Los ejes rotatorios pueden estar accionados por un dispositivo lineal, por ejemplo un tornillo o un piñón y cremallera.

c) "Equipo lógico"

1. "Equipo lógico" especialmente diseñado o modificado para el "desarrollo", la "producción" o la "utilización" de equipos incluidos en las anteriores subcategorías a) o b).
2. "Equipo lógico" para cualquier combinación de dispositivos o sistema electrónicos que permitan que dicho(s) dispositivo(s) funcione(n) como unidad de "control numérico" capaz de controlar cinco o más ejes de interpolación que puedan coordinarse simultáneamente para el "control del contorneado".

Nota 1: El "equipo lógico" está sujeto a control independientemente de que se exporte por separado o incorporado a una unidad de "control numérico" o cualquier dispositivo o sistema electrónico.

Nota 2: No está sujeto a control el "equipo lógico" especialmente diseñado o modificado por los fabricantes de la unidad de control o máquina herramienta para el funcionamiento de una máquina herramienta no sujeta a control.

Nota técnica: Definiciones

"Precisión"

Se mide normalmente en términos de imprecisión; definida como la desviación máxima, positiva o negativa, de un valor indicado con respecto a una norma aceptada o un valor real.

"Control del contorneado"

Serie de dos o más movimientos "controlados numéricamente" ejecutados siguiendo instrucciones que especifican la siguiente posición requerida

y las velocidades de avance necesarias hacia esa posición; estas velocidades varían unas con respecto a otras con el fin de producir el contorno deseado (ref. ISO/DIS 2806-1980).

"Láser"

Conjunto de componentes que producen luz coherente amplificada por emisión estimulada de radiación.

"Microprograma"

Secuencia de instrucciones elementales, almacenadas en una memoria especial, cuya ejecución se inicia por la introducción de su instrucción de referencia en un registro de instrucciones.

"Control numérico"

Control automático de un proceso realizado por un dispositivo que interpreta datos numéricos que se introducen por lo general a medida que se desarrolla la operación (ref. ISO 2382)

"Precisión de posicionamiento"

La "precisión de posicionamiento" de las máquinas herramienta de "control numérico" se determinará y presentará de acuerdo con el apartado 2.13, conforme a los requisitos siguientes:

a) Condiciones del ensayo (ISO/DIS/230/2, apartado 3):

- 1) Durante 12 horas antes de las mediciones y en el curso de éstas, la máquina herramienta y los equipos de medida de la precisión se mantendrán a la misma temperatura ambiente. Durante el tiempo que precede a las mediciones, los carros de la máquina realizarán ciclos continuamente de la misma manera que durante la toma de las medidas de precisión;
- 2) La máquina estará equipada con cualquier compensación mecánica, electrónica o por equipo lógico que se haya de exportar con ella;
- 3) La precisión de los equipos de medida deberá ser, como mínimo, cuatro veces mejor que la que se espera obtener de la máquina herramienta;
- 4) La alimentación de energía a los sistemas de accionamiento de los carros deberá cumplir las condiciones siguientes:
  - i) la variación de la tensión de la red no será superior a  $\pm 10\%$  de la tensión nominal;

ii) la variación de la frecuencia no será superior a  $\pm 2\text{Hz}$  de la frecuencia normal;

iii) no se permiten interrupciones del servicio.

b) Programa de ensayo (apartado 4):

1) la velocidad de avance (velocidad de los carros) durante la medición será la velocidad transversal rápida;

N.B.: en el caso de máquinas herramienta que produzcan superficies de calidad óptica, la velocidad de avance será igual o inferior a 50 mm por minuto.

2) las mediciones se efectuarán de forma incremental desde un límite del desplazamiento del eje al otro, sin retorno a la posición de partida por cada movimiento a la posición deseada;

3) durante el ensayo de un eje, los ejes que no se hayan de medir se retendrán a mitad de carrera.

c) Presentación de los resultados de los ensayos (apartado 2): los resultados de las mediciones incluirán:

1) la "precisión de posicionamiento" A); y

2) el error de inversión medio B).

#### "Programa"

Secuencia de instrucciones para llevar a cabo un proceso en una forma ejecutable por un ordenador electrónico o transformable en dicha forma.

#### "Sensores"

Detectores de un fenómeno físico, cuya salida (tras su conversión en una señal que puede ser interpretada por un controlador) es capaz de generar "programas" o modificar instrucciones programadas o datos numéricos del programa. Se incluyen "sensores" con visión de máquina, representación de imágenes por infrarrojos, representación acústica de imágenes, sensibilidad táctil, medida de la posición inercial, capacidad de medida acústica u óptica o dinamométrica o torsiométrica.

#### "Equipo lógico"

Colección de uno o más "programas" o "microprogramas" fijada a cualquier soporte tangible de expresión.

"Programabilidad accesible al usuario"

Posibilidad de que el usuario inserte, modifique o sustituya "programas" por medios distintos de:

- a) El cambio físico del cableado o las interconexiones, o
- b) El establecimiento de controles de función, incluida la introducción de parámetros.