Recopilación de las listas nacionales de control con arreglo al artículo 9, apartado 4, del Reglamento (UE) 2021/821 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de mayo de 2021, por el que se establece un régimen de la Unión de control de las exportaciones, el corretaje, la asistencia técnica, el tránsito y la transferencia de productos de doble uso [1]

(C/2024/5880)

Conforme al artículo 9, apartado 4, del Reglamento (UE) 2021/821 (en lo sucesivo, «el Reglamento») deben publicarse en el *Diario Oficial de la Unión Europea* las listas nacionales de control que estén en vigor en los Estados miembros y que se hayan notificado a la Comisión y al resto de los Estados miembros con arreglo a dicho artículo.

El artículo 10, apartado 1, del Reglamento permite a otros Estados miembros imponer un requisito de autorización para la exportación de productos a partir de la lista nacional de control que haya adoptado un Estado miembro y haya publicado la Comisión de conformidad con el artículo 9, apartado 4.

La presente nota informativa recopila las listas nacionales de control adoptadas por España el 31 de mayo de 2023, los Países Bajos el 23 de junio de 2023 y Francia el 2 de febrero de 2024, que han sido notificadas con arreglo al citado artículo 9, apartado 2, del Reglamento.

Salvo indicación en contrario en las entradas que figuran a continuación, las listas nacionales de control son aplicables a las exportaciones a todos los destinos fuera del territorio aduanero de la Unión.

Salvo indicación en contrario en las entradas que figuran a continuación, se aplicarán *mutatis mutandis* las definiciones del anexo I del Reglamento.

CATEGORÍA 1. MATERIALES ESPECIALES Y EQUIPOS CONEXOS

1B. Equipos de ensayo, inspección y producción

1B1901 [2]

Productos expedidos por España [3]

Información complementaria:

Descripción de los productos controlados:

Equipos de fabricación aditiva diseñados o modificados para producir, a partir de materiales energéticos, dispositivos o formas que sean del tipo explosivo, pirotécnicos o propulsores, y que tengan cualquiera de las características siguientes:

a. diseñado o modificado para cumplir con las normas nacionales de seguridad aplicables a entornos con municiones potencialmente explosivas, o

b. una o más extrusoras ultrasónicas.

CATEGORÍA 3. ELECTRÓNICA

3A. Sistemas, equipos y componentes

3A1901.a.15 [4]

Productos expedidos por Francia [5]

(1) DO L 206 de 11.6.2021, p. 1.
(2) Código nacional equivalente: 1.B.901.
(3) Anexo III.5 del Real Decreto 679/2014, de 1 de agosto de 2014, que entró en vigor el 7 de junio de 2023.
(4) Código nacional equivalente: 3A901.a.15.
(5) Orden de 2 de febrero de 2024, relativa a las exportaciones a terceros países de bienes y tecnologías vinculados a ordenadores cuánticos y sus tecnologías facilitadoras, así como de equipos para diseñar, desarrollar, producir, someter a ensayo e inspeccionar componentes electrónicos avanzados.

Información complementaria:

Descripción de los productos controlados:

Circuitos integrados de semiconductores de óxido metálico complementarios (CMOS) que no estén especificados en el subartículo 3A001.a.2 del Reglamento, diseñados para funcionar a una temperatura ambiente igual o inferior a (mejor temperatura) 4,5 K (– 268,65 °C).

Nota técnica

A efectos del subartículo 3A1901.a.15, los circuitos integrados CMOS se denominan también CMOS criogénicos o crio-CMOS.

3B. Equipos de ensayo, inspección y producción

3B1001.a.4 ([6])

Productos expedidos por los Países Bajos ([7])

Información complementaria:

Descripción de los productos controlados:

Equipos diseñados para el crecimiento epitaxial de silicio (Si), silicio dopado con carbono, silicio-germanio (SiGe) o SiGe dopado con carbono que reúnan todas las características siguientes:

1. varias cámaras en un entorno de vacío muy elevado (igual o inferior a 0,01 Pa) o gas inerte (presión parcial de agua y oxígeno inferior a 0,01 Pa) entre etapas del proceso;
2. al menos una cámara de pretratamiento destinada a la preparación de superficies para limpiar la superficie de las obleas, y
3. una temperatura de funcionamiento de deposición epitaxial igual o inferior a 685° C.

3B1001.d.12 ([8])

Productos expedidos por los Países Bajos ([9])

Información complementaria:

Descripción de los productos controlados:

Equipos para la deposición de capas atómicas (ALD) de metales de «función de trabajo».

a. que reúnan todas las características siguientes:
    1. más de una fuente de metal, una de las cuales debe haberse desarrollado para un material de partida que sea de aluminio (Al) (un «precursor»), y
    2. una cámara precursora diseñada para soportar temperaturas superiores a 45° C, así como
b. que estén diseñados para depositar un metal de «función de trabajo» y reúnan todas las características siguientes:
    1. una deposición de carburo de titanio y aluminio (TiAlC), y
    2. que permitan una «función de trabajo» superior a 4,0 eV.

([6]) Código nacional equivalente: 3B001.a.4.

([7]) Reglamento del Ministerio de Comercio Exterior y Cooperación al Desarrollo n.º MinBuza.2023.15246-27, de 23 de junio de 2023, por el que se introduce una obligación de autorización a efectos de la exportación de equipos avanzados para la producción de semiconductores que no se mencionan en el anexo I del Reglamento (UE) 2021/821 (Reglamento sobre equipos avanzados para la producción de semiconductores), que entró en vigor el 1 de septiembre de 2023.

([8]) Código nacional equivalente: 3B001.d.12.

([9]) Reglamento del Ministerio de Comercio Exterior y Cooperación al Desarrollo n.º MinBuza.2023.15246-27, de 23 de junio de 2023, por el que se introduce una obligación de autorización a efectos de la exportación de equipos avanzados para la producción de semiconductores que no se mencionan en el anexo I del Reglamento (UE) 2021/821 (Reglamento sobre equipos avanzados para la producción de semiconductores), que entró en vigor el 1 de septiembre de 2023.

Nota técnica

1. El concepto de «metal de función de trabajo» se refiere a un material que regule la tensión umbral de un transistor.

3B1001.d.19 ([10])

Productos expedidos por los Países Bajos ([11])

Información complementaria:

Descripción de los productos controlados:

Equipos diseñados para la deposición de plasma sin rechupes de una capa de baja permitividad dieléctrica, en espacios entre líneas metálicas de anchura inferior a 25 nm que tengan una relación de aspecto superior o igual a 1:1, con una constante dieléctrica inferior a 3,3.

3B1001.f.4 ([12])

Productos expedidos por los Países Bajos ([13])

Información complementaria:

Descripción de los productos controlados:

Equipos de litografía, según se indica:

a. Equipos de alineación y exposición, por paso y repetición (paso directo en la oblea) o por paso y exploración (explorador), para el tratamiento de obleas utilizando métodos fotoópticos o de rayos X que posean cualquiera de las características siguientes:
   1. una longitud de onda de la fuente luminosa inferior a 193 nm, o
   2. una longitud de onda de la fuente luminosa igual o superior a 193 nm:
      a. con capacidad de producir un patrón cuyo «tamaño de la característica resoluble mínima» (MRF) sea igual o inferior a 45 nm, y
      b. con un valor máximo de «revestimiento específico para abrazadera» (DCO) inferior o igual a 1,50 nm.

Nota técnica:

1. El «tamaño de la característica resoluble mínima» (MRF) se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$\text{«MRF»} = \frac{\text{(longitud de onda de la fuente de luz para la exposición en nm) x (factor K)}}{\text{Apertura numérica máxima}}$$

siendo el factor K = 0,25.

«MRF» se conoce también como resolución.

2. «Revestimiento específico para abrazadera» se refiere a la precisión de la alineación de un nuevo patrón con respecto a un patrón ya existente impreso en una oblea por el mismo sistema litográfico.

([10]) Código nacional equivalente: 3B001.d.19.

([11]) Reglamento del Ministerio de Comercio Exterior y Cooperación al Desarrollo n.º MinBuza.2023.15246-27, de 23 de junio de 2023, por el que se introduce una obligación de autorización a efectos de la exportación de equipos avanzados para la producción de semiconductores que no se mencionan en el anexo I del Reglamento (UE) 2021/821 (Reglamento sobre equipos avanzados para la producción de semiconductores), que entró en vigor el 1 de septiembre de 2023.

([12]) Código nacional equivalente: 3B001.f.4.

([13]) Reglamento del Ministerio de Comercio Exterior y Cooperación al Desarrollo n.º MinBuza.2023.15246-27, de 23 de junio de 2023, por el que se introduce una obligación de autorización a efectos de la exportación de equipos avanzados para la producción de semiconductores que no se mencionan en el anexo I del Reglamento (UE) 2021/821 (Reglamento sobre equipos avanzados para la producción de semiconductores), que entró en vigor el 1 de septiembre de 2023.

3B1001.l ([14])

Productos expedidos por los Países Bajos ([15])

Información complementaria:

Descripción de los productos controlados:

Películas EUV

3B1001.m ([16])

Productos expedidos por los Países Bajos ([17])

Información complementaria:

Descripción de los productos controlados:

Equipos de producción de películas EUV

3B1901 ([18])

Productos expedidos por España ([19])

Información complementaria:

Descripción de los productos controlados:

Equipos de microscopios electrónicos de barrido diseñados para imágenes de dispositivos semiconductores o circuitos integrados, que tengan todas las siguientes características:

a. precisión de colocación en el escenario igual o inferior a 30 nm;

b. medición de posicionamiento del escenario realizada con interferometría láser;

c. calibración de posición dentro de un campo de visión basado en medición de la longitud de escala por interferometría láser;

d. capacidad de recopilar y almacenar imágenes con más de 2 x 10^8 píxeles;

e. superposición del campo de visión de menos del 5 por ciento en las direcciones vertical y horizontal;

f. unión del campo de visión por superposición inferior a 50 nm, y

g. voltaje de aceleración superior a 21 kV.

Nota:

3B1901 incluye equipos de microscopios electrónicos de barrido diseñados para la reparación de chips.

3B1902 ([20])

Productos expedidos por España ([21])

([14]) Código nacional equivalente: 3B001.l.

([15]) Reglamento del Ministerio de Comercio Exterior y Cooperación al Desarrollo n.º MinBuza.2023.15246-27, de 23 de junio de 2023, por el que se introduce una obligación de autorización a efectos de la exportación de equipos avanzados para la producción de semiconductores que no se mencionan en el anexo I del Reglamento (UE) 2021/821 (Reglamento sobre equipos avanzados para la producción de semiconductores), que entró en vigor el 1 de septiembre de 2023.

([16]) Código nacional equivalente: 3B001.m.

([17]) Reglamento del Ministerio de Comercio Exterior y Cooperación al Desarrollo n.º MinBuza.2023.15246-27, de 23 de junio de 2023, por el que se introduce una obligación de autorización a efectos de la exportación de equipos avanzados para la producción de semiconductores que no se mencionan en el anexo I del Reglamento (UE) 2021/821 (Reglamento sobre equipos avanzados para la producción de semiconductores), que entró en vigor el 1 de septiembre de 2023.

([18]) Código nacional equivalente: 3.B.901.

([19]) Anexo III.5 del Real Decreto 679/2014, de 1 de agosto de 2014, que entró en vigor el 7 de junio de 2023.

([20]) Código nacional equivalente: 3.B.902.

([21]) Anexo III.5 del Real Decreto 679/2014, de 1 de agosto de 2014, que entró en vigor el 7 de junio de 2023.

Información complementaria:

Descripción de los productos controlados:

Equipo diseñado para el grabado seco que tenga cualquiera de las siguientes características:

1. equipos diseñados o modificados para el grabado seco isotrópico, que tengan una selectividad en el grabado de silicio-germanio respecto al silicio (SiGe:Si) mayor o igual que 100:1, o
2. equipo diseñado o modificado para el grabado anisotrópico seco, que tenga todas las siguientes características:
   a. fuentes de energía de radiofrecuencia con al menos una salida de radiofrecuencia pulsada;
   b. válvulas de conmutación rápida de gas con tiempo de conmutación inferior a 300 milisegundos, y
   c. abrazadera electrostática con veinte o más elementos de temperatura variable controlables.

Nota 1:

3B1902 incluye grabado por radicales, iones, reacciones secuenciales o reacciones no secuenciales.

Nota 2:

3B1902 incluye el grabado con plasma excitado por pulsos de radio frecuencia, plasma excitado con ciclo de trabajo pulsado, plasma modificado con voltaje pulsado en electrodos, inyección cíclica y purga de gases combinados con plasma, grabado de capa atómica de plasma o grabado de capa cuasi atómica de plasma.

Nota técnica 1:

A efectos de 3B1902, la selectividad en el grabado de silicio-germanio respecto al silicio (SiGe:Si) se mide para una concentración de Ge superior o igual al 30 % ($Si_{0,70}Ge_{0,30}$).

Nota técnica 2:

A los efectos de 3B1902, radical se define como un átomo, molécula o ion que tiene un electrón desapareado en una configuración de capa de electrones abierta.

3B1903 ([22])

Productos expedidos por Francia ([23])

Información complementaria:

Descripción de los productos controlados:

Microscopios electrónicos de barrido (SEM) diseñados para dispositivos semiconductores o circuitos integrados de generación de imágenes que reúnan todas las características siguientes:

a. precisión de colocación en el escenario inferior (mayor precisión) a 30 nm;
b. medición de posicionamiento del escenario realizada con interferometría láser;
c. calibración de posición dentro de un campo de visión (FOV) basada en la medición de la longitud de escala por interferometría láser;
d. recogida y almacenamiento de imágenes que tengan más de 2 x 10^8 píxeles;
e. superposición del campo de visión (FOV) inferior al 5 % en las direcciones vertical y horizontal;
f. superposición del campo de visión (FOV) inferior a 50 nm, y
g. voltaje de aceleración superior a 21 kV.

([22]) Código nacional equivalente: 3B903.
([23]) Orden de 2 de febrero de 2024, relativa a las exportaciones a terceros países de bienes y tecnologías vinculados a ordenadores cuánticos y sus tecnologías facilitadoras, así como de equipos para diseñar, desarrollar, producir, someter a ensayo e inspeccionar componentes electrónicos avanzados.

Nota 1:

El artículo 3B1903 incluye los equipos SEM diseñados para recuperar el diseño de chips.

Nota 2:

El artículo 3B1903 no se aplica a los equipos SEM que admiten portadores de obleas semiconductoras estándar SEMI, como un receptáculo unificado de apertura frontal (FOUP) de 200 mm o más.

3B1904 ([24])

Productos expedidos por Francia ([25])

Información complementaria:

Descripción de los productos controlados:

Equipo diseñado para el grabado seco que reúna todas las características siguientes:

1. equipo diseñado o modificado para el grabado seco isotrópico con una gran «selectividad en el grabado de silicio-germanio respecto al silicio (SiGe:Si)» que debe ser mayor o igual que 100:1, o
2. equipo diseñado o modificado para el grabado anisotrópico seco que reúna todas las características siguientes;
   a. unas fuentes de energía de radiofrecuencia (RF) con al menos una salida de radiofrecuencia pulsada;
   b. una o más válvulas de conmutación rápida de gas con un tiempo de conmutación inferior a 300 milisegundos, y
   c. una abrazadera electrostática con veinte o más elementos de temperatura variable controlables.

Nota 1:

El artículo 3B1904 incluye el grabado por «radicales», iones, reacciones secuenciales o reacciones no secuenciales.

Nota 2:

El artículo 3B1904 incluye el grabado con plasma excitado por pulsos de radiofrecuencia, plasma excitado con ciclo de trabajo pulsado, plasma modificado con voltaje pulsado en electrodos, inyección cíclica y purga de gases combinados con plasma, grabado de capa atómica de plasma o grabado de capa cuasi atómica de plasma.

Nota técnica 1:

A efectos del artículo 3B1904, la «selectividad en el grabado de silicio-germanio respecto al silicio (SiGe:Si)» se mide para una concentración de Ge superior o igual al 30 % (Si0.70Ge0.30).

Nota técnica 2:

A efectos del artículo 3B1904, «radical» se define como un átomo, molécula o ion con un electrón desapareado en una configuración de capa de electrones abierta.

Software 3D

3D1007 ([26])

Productos expedidos por los Países Bajos ([27])

([24]) Código nacional equivalente: 3B901.k.

([25]) Orden de 2 de febrero de 2024, relativa a las exportaciones a terceros países de bienes y tecnologías vinculados a ordenadores cuánticos y sus tecnologías facilitadoras, así como de equipos para diseñar, desarrollar, producir, someter a ensayo e inspeccionar componentes electrónicos avanzados.

([26]) Código nacional equivalente: 3D007.

([27]) Reglamento del Ministerio de Comercio Exterior y Cooperación al Desarrollo n.º MinBuza.2023.15246-27, de 23 de junio de 2023, por el que se introduce una obligación de autorización a efectos de la exportación de equipos avanzados para la producción de

Información complementaria:

Descripción de los productos controlados:

Software diseñado especialmente para el desarrollo, la producción o la utilización de los bienes especificados en este régimen bajo los epígrafes 3B1001.l, 3B1001.m, 3B1001.f.4, 3B1001.d.12, 3B1001.a.4 o 3B1001.d.19.

3D1901 ([28])

Productos expedidos por España ([29])

Información complementaria:

Descripción de los productos controlados:

Software diseñado para extraer GDSII o datos de diseño estándar equivalentes y realizar una alineación de capa a capa a partir de imágenes de microscopios electrónicos de barrido, y generar una lista de conexión de circuito o datos GDSII de varias capas.

Nota técnica:

Por GDSII (Graphic Design System II) se entiende un formato de archivo de base de datos para el intercambio de datos de ilustraciones de circuitos integrados o ilustraciones de diseños de circuitos integrados.

3D1902 ([30])

Productos expedidos por Francia ([31])

Información complementaria:

Descripción de los productos controlados:

«Programas informáticos» (*software*) diseñados especialmente para la «utilización» de los equipos incluidos en el artículo 3B1904.

3D1907 ([32])

Productos expedidos por Francia ([33])

Información complementaria:

Descripción de los productos controlados:

«Programas informáticos» (*software)* diseñados para extraer GDSII o datos de diseño estándar equivalentes y realizar una alineación de capa a capa a partir de imágenes de microscopios electrónicos de barrido, y generar una lista de conexión de circuito o datos GDSII de varias capas.

Nota:

Por 'GDSII («base de datos geométrica estándar II») se entiende un formato de archivo de base de datos para el intercambio de datos de ilustraciones de circuitos integrados o ilustraciones de diseños de circuitos integrados.

semiconductores que no se mencionan en el anexo I del Reglamento (UE) 2021/821 (Reglamento sobre equipos avanzados para la producción de semiconductores), que entró en vigor el 1 de septiembre de 2023.

([28]) Código nacional equivalente: 3.D.901.

([29]) Anexo III.5 del Real Decreto 679/2014, de 1 de agosto de 2014, que entró en vigor el 7 de junio de 2023.

([30]) Código nacional equivalente: 3.D.902.

([31]) Orden de 2 de febrero de 2024, relativa a las exportaciones a terceros países de bienes y tecnologías vinculados a ordenadores cuánticos y sus tecnologías facilitadoras, así como de equipos para diseñar, desarrollar, producir, someter a ensayo e inspeccionar componentes electrónicos avanzados.

([32]) Código nacional equivalente: 3D907.

([33]) Orden de 2 de febrero de 2024, relativa a las exportaciones a terceros países de bienes y tecnologías vinculados a ordenadores cuánticos y sus tecnologías facilitadoras, así como de equipos para diseñar, desarrollar, producir, someter a ensayo e inspeccionar componentes electrónicos avanzados.

Tecnología 3E

3E1005 ([34])

Productos expedidos por los Países Bajos ([35])

Información complementaria:

Descripción de los productos controlados:

Tecnología necesaria para el desarrollo, la producción o la utilización de los bienes incluidos en este régimen bajo los epígrafes 3B1001.l, 3B1001.m, 3B1001.f.4, 3B1001.d.12, 3B1001.a.4 o 3B1001.d.19.

3E1901 ([36])

Productos expedidos por España ([37])

Información complementaria:

Descripción de los productos controlados:

Tecnología para el desarrollo o la producción de microscopios electrónicos de barrido especificados en 3B1901.

3E1902 ([38])

Productos expedidos por España ([39])

Información complementaria:

Descripción de los productos controlados:

Tecnología para el desarrollo o la producción de *software* especificado en 3D1901.

3E1903 ([40])

Productos expedidos por España ([41])

Información complementaria:

Descripción de los productos controlados:

Tecnología para el desarrollo o la producción de equipos diseñados para el grabado seco especificados en 3B1902.

3E1904 ([42])

Productos expedidos por España ([43])

Información complementaria:

Descripción de los productos controlados:

([34]) Código nacional equivalente: 3E005.
([35]) Reglamento del Ministerio de Comercio Exterior y Cooperación al Desarrollo n.º MinBuza.2023.15246-27, de 23 de junio de 2023, por el que se introduce una obligación de autorización a efectos de la exportación de equipos avanzados para la producción de semiconductores que no se mencionan en el anexo I del Reglamento (UE) 2021/821 (Reglamento sobre equipos avanzados para la producción de semiconductores), que entró en vigor el 1 de septiembre de 2023.
([36]) Código nacional equivalente: 3.E.901.
([37]) Anexo III.5 del Real Decreto 679/2014, de 1 de agosto de 2014, que entró en vigor el 7 de junio de 2023.
([38]) Código nacional equivalente: 3.E.902.
([39]) Anexo III.5 del Real Decreto 679/2014, de 1 de agosto de 2014, que entró en vigor el 7 de junio de 2023.
([40]) Código nacional equivalente: 3.E.903.
([41]) Anexo III.5 del Real Decreto 679/2014, de 1 de agosto de 2014, que entró en vigor el 7 de junio de 2023.
([42]) Código nacional equivalente: 3.E.904.
([43]) Anexo III.5 del Real Decreto 679/2014, de 1 de agosto de 2014, que entró en vigor el 7 de junio de 2023.

Tecnología para el desarrollo o la producción de circuitos o dispositivos integrados, utilizando estructuras de transistor de efecto de campo de puerta envolvente (GAAFET).

3E1905 ([44])

Productos expedidos por Francia ([45])

Información complementaria:

Descripción de los productos controlados:

«Tecnología», en el sentido de la nota general de tecnología del anexo I del Reglamento, para el «desarrollo» o la «producción» de circuitos y dispositivos integrados que utilicen estructuras de «transistor de efecto sobre el terreno» («GAAFET»).

Nota 1:

El artículo 3E1905 incluye las «recetas de proceso».

Nota 2:

El artículo 3E1905 no se aplica a la cualificación o el mantenimiento de herramientas.

Nota 3:

El artículo 3E1905 no somete a control los «kits de diseño de procesos» («PDK») salvo si incluyen bibliotecas que implementen funciones o tecnologías para los productos especificados en el artículo 3A001 del anexo I del Reglamento o en el subartículo 3A1901.a.15.

Notas técnicas:

A efectos del artículo 3E1905, una «receta de proceso» es un conjunto de condiciones y parámetros que se aplican a una fase concreta de un proceso. Un «kit de diseño de procesos» («PDK») es una herramienta de programas informáticos que proporcionan los fabricantes de semiconductores a fin de que se tengan en cuenta las prácticas y normas de diseño necesarias para producir un diseño concreto de circuito integrado en un proceso específico de semiconductores, respetando las limitaciones tecnológicas y de fabricación (cada proceso de fabricación de semiconductores tiene su propio «PDK»).

3E1906 ([46])

Productos expedidos por Francia ([47])

Información complementaria:

Descripción de los productos controlados:

«Tecnología», en el sentido de la nota general de tecnología del anexo I del Reglamento, para el «desarrollo» o la «producción» de los equipos o materiales incluidos en los artículos y subartículos 3A1901.a.15, 3B1904 y 3B1903.

Nota:

El artículo 3E1906 no somete a control los «kits de diseño de procesos» («PDK») salvo si incluyen bibliotecas que implementen funciones o tecnologías para los productos especificados en el artículo 3A001 del anexo I del Reglamento o en el subartículo 3A1901.a.15.

([44]) Código nacional equivalente: 3E905.
([45]) Orden de 2 de febrero de 2024, relativa a las exportaciones a terceros países de bienes y tecnologías vinculados a ordenadores cuánticos y sus tecnologías facilitadoras, así como de equipos para diseñar, desarrollar, producir, someter a ensayo e inspeccionar componentes electrónicos avanzados.
([46]) Código nacional equivalente: 3E901.
([47]) Orden de 2 de febrero de 2024, relativa a las exportaciones a terceros países de bienes y tecnologías vinculados a ordenadores cuánticos y sus tecnologías facilitadoras, así como de equipos para diseñar, desarrollar, producir, someter a ensayo e inspeccionar componentes electrónicos avanzados.

Nota técnica:

Un «kit de diseño de procesos» («PDK») es una herramienta de programas informáticos que proporcionan los fabricantes de semiconductores a fin de que se tengan en cuenta las prácticas y normas de diseño necesarias para producir un diseño concreto de circuito integrado en un proceso específico de semiconductores, respetando las limitaciones tecnológicas y de fabricación (cada proceso de fabricación de semiconductores tiene su propio «PDK»).

CATEGORÍA 4. ORDENADORES

4A. Sistemas, equipos y componentes

4A1901 ([48])

Productos expedidos por España ([49])

Información complementaria:

Descripción de los productos controlados:

Computadoras cuánticas y ensamblajes electrónicos relacionados y sus componentes, como sigue:

a. computadoras cuánticas, de acuerdo a los siguientes requisitos:

   1. computadoras cuánticas que admiten 34 o más cúbits físicos, pero menos de 100, totalmente controlados, conectados y funcionando, y tener un error C-NOT menor o igual a 10^{-4};

   2. computadoras cuánticas que admiten 100 o más cúbits físicos, pero menos de 200, totalmente controlados, conectados y funcionando, y tener un error C-NOT menor o igual a 10^{-3};

   3. computadoras cuánticas que admiten 200 o más cúbits físicos, pero menos de 350, totalmente controlados, conectados y funcionando, y tener un error C-NOT menor o igual a 2×10^{-3};

   4. computadoras cuánticas que admiten 350 o más cúbits físicos, pero menos de 500, totalmente controlados, conectados y funcionando, y tener un error C-NOT menor o igual a 3×10^{-3};

   5. computadoras cuánticas que admiten 500 o más cúbits físicos, pero menos de 700, totalmente controlados, conectados y funcionando, y tener un error C-NOT menor o igual a 4×10^{-3};

   6. computadoras cuánticas que admiten 700 o más cúbits físicos, pero menos de 1 100, totalmente controlados, conectados y funcionando, y tener un error C-NOT menor o igual a 5×10^{-3};

   7. computadoras cuánticas que admiten 1 100 o más cúbits físicos, pero menos de 2 000, totalmente controlados, conectados y funcionando, y tener un error C-NOT menor o igual a 6×10^{-3};

   8. computadoras cuánticas que admiten 2 000 cúbits físicos o más totalmente controlados, conectados y en funcionamiento;

b. dispositivos cúbits y circuitos cúbits, que contengan o admitan grupos de cúbits físicos, y especialmente diseñados para los elementos especificados en 4.A.901;

c. componentes de control cuántico y dispositivos de medición cuántica, diseñados especialmente para los elementos especificados en 4A1901.

Notas:

1. *4A1901 se aplica al modelo de circuito (o «gate-based») y computadores cuánticos unidireccionales (o «measurement-based», MBQC).*

([48]) Código nacional equivalente: 4.A.901.
([49]) Anexo III.5 del Real Decreto 679/2014, de 1 de agosto de 2014, que entró en vigor el 7 de junio de 2023.

2. *No es necesario que los artículos especificados en 4A1901 contengan físicamente algún cúbit. Por ejemplo, las computadoras cuánticas basadas en esquemas de fotónica no contienen permanentemente un elemento físico que puede ser identificado como un cúbit. Los cúbits fotónicos se generan mientras la computadora está funcionando y luego se descartan.*

3. *Los artículos especificados en 4A1901 incluyen semiconductores, superconductores, así como chips de cúbits fotónicos y conjuntos de chips; conjuntos de dispositivos para capturar iones; otras tecnologías de confinamiento de cúbits, e interconexiones coherentes entre dichos elementos.*

4. *4A1901 se aplica a elementos diseñados para calibrar, inicializar, manipular o medir los cúbits residentes de una computadora cuántica.*

Notas técnicas:

A efectos del artículo 4A1901:

1. *Un cúbit físico es un sistema cuántico de dos niveles que se utiliza para representar la unidad elemental de la lógica cuántica por medio de manipulaciones y mediciones que no tienen errores corregidos. Los cúbits físicos se distinguen de los cúbits lógicos en que los cúbits lógicos son cúbits con errores corregidos compuestos por muchos cúbits físicos.*

2. *Totalmente controlado significa que el cúbit físico se puede calibrar, inicializar, activar y leer, según sea necesario.*

3. *Conectado significa que las operaciones de puerta de dos cúbits pueden ser realizadas entre cualquier par arbitrario de los cúbits físicos de trabajo disponibles. Esto no implica necesariamente que tenga que producirse una conectividad de «todos a todos».*

4. *Funcionamiento significa que el cúbit físico realiza funciones universales de trabajo computacional cuántico de acuerdo a las especificaciones del sistema para las medidas del volumen y la capacidad, de acuerdo a la fidelidad operativa de cúbit.*

5. *Que admiten 34 cúbits físicos o más totalmente controlados, conectados, y en funcionamiento se refiere a la capacidad de una computadora cuántica para confinar, controlar, medir y procesar la información cuántica incorporada en 34 o más cúbits físicos.*

6. *Error C-NOT es el error de puerta física promedio para las «Controlled-NOT (C-NOT)» puertas vecinas más cercanas de dos cúbits físicos.*

4A1906 ([50])

Productos expedidos por Francia ([51])

Información complementaria:

Descripción de los productos controlados:

Computadoras cuánticas y «ensamblajes electrónicos» relacionados y sus componentes, como sigue:

a. Computadoras cuánticas, según se indica:

   1. computadoras cuánticas que admitan 34 o más «cúbits físicos», pero menos de 100, «totalmente controlados», «conectados» y «en funcionamiento», con un «error C-NOT» menor o igual a 10^{-4};

   2. computadoras cuánticas que admitan 100 o más «cúbits físicos», pero menos de 200, «totalmente controlados», «conectados» y «en funcionamiento», con un «error C-NOT» menor o igual a 10^{-3};

   3. computadoras cuánticas que admitan 200 o más «cúbits físicos», pero menos de 350, «totalmente controlados», «conectados» y «en funcionamiento», con un «error C-NOT» menor o igual a 2×10^{-3};

   4. computadoras cuánticas que admitan 350 o más «cúbits físicos», pero menos de 500, «totalmente controlados», «conectados» y «en funcionamiento», con un «error C-NOT» menor o igual a 3×10^{-3};

([50]) Código nacional equivalente: 4A906.

([51]) Orden de 2 de febrero de 2024, relativa a las exportaciones a terceros países de bienes y tecnologías vinculados a ordenadores cuánticos y sus tecnologías facilitadoras, así como de equipos para diseñar, desarrollar, producir, someter a ensayo e inspeccionar componentes electrónicos avanzados.

5. computadoras cuánticas que admitan 500 o más «cúbits físicos», pero menos de 700, «totalmente controlados», «conectados» y «en funcionamiento», con un «error C-NOT» menor o igual a $4x10^{-3}$;

6. computadoras cuánticas que admitan 700 o más «cúbits físicos», pero menos de 1 100, «totalmente controlados», «conectados» y «en funcionamiento», con un «error C-NOT» menor o igual a 5×10^{-3};

7. computadoras cuánticas que admitan 1 100 o más «cúbits físicos», pero menos de 2 000, «totalmente controlados», «conectados» y «en funcionamiento», con un «error C-NOT» menor o igual a 6×10^{-3};

8. computadoras cuánticas que admitan 2 000 o más «cúbits físicos» «totalmente controlados», «conectados» y «en funcionamiento»;

b. dispositivos cúbits y circuitos cúbits que contengan o admitan grupos de «cúbits físicos» y estén especialmente diseñados para los productos especificados en el subartículo 4A1906.a;

c. componentes de control cuántico y dispositivos de medición cuántica, diseñados especialmente para los productos especificados en el subartículo 4A1906.a.

Notas:

1. *El artículo 4A1906 se aplica al modelo de circuito (o «gate-based») y las computadoras cuánticas unidireccionales (o «measurement-based»). Esta entrada no se aplica a las computadoras cuánticas adiabáticas (o con un algoritmo de temple cuántico).*

2. *No es necesario que los productos especificados en el artículo 4A1906 contengan físicamente algún cúbit. Por ejemplo, las computadoras cuánticas basadas en esquemas de fotónica no contienen permanentemente un elemento físico que pueda identificarse como un cúbit. Los cúbits fotónicos se generan mientras la computadora está funcionando y luego se descartan.*

3. *Los productos especificados en el subartículo 4A1906.b incluyen semiconductores, superconductores, así como chips de cúbits fotónicos y conjuntos de chips; conjuntos de dispositivos para capturar iones de superficie; otras tecnologías de confinamiento de cúbits, e interconexiones coherentes entre dichos productos.*

4. *El subartículo 4A1906.c se aplica a productos diseñados para calibrar, inicializar, manipular o medir los cúbits residentes de una computadora cuántica.*

Notas técnicas:

1. *Un «cúbit físico» es un sistema cuántico de dos niveles que se utiliza para representar la unidad elemental de la lógica cuántica por medio de manipulaciones y mediciones que no tienen errores corregidos. Los «cúbits físicos» se distinguen de los cúbits lógicos en que estos últimos son cúbits con errores corregidos compuestos por muchos «cúbits físicos».*

2. *«Totalmente controlado» significa que el «cúbit físico» puede calibrarse, inicializarse, activarse y leerse, según convenga.*

3. *«Conectado» significa que las operaciones de puerta de dos cúbits pueden ser realizadas entre cualquier par arbitrario de los «cúbits físicos» «de trabajo» disponibles. Esto no implica necesariamente que tenga que producirse una conectividad de todos a todos.*

4. *«En funcionamiento» significa que el «cúbit físico» realiza funciones universales de trabajo computacional cuántico conforme a las especificaciones del sistema para la fidelidad operativa del cúbit.*

5. *Que admiten 34 «cúbits físicos» o más «totalmente controlados», «conectados» y «en funcionamiento» se refiere a la capacidad de una computadora cuántica para confinar, controlar, medir y procesar la información cuántica incorporada en 34 o más «cúbits físicos».*

6. *Un «error C-NOT» es el error medio de la puerta física correspondiente a las puertas vecinas más cercanas de dos «cúbits físicos» controlled-NOT (C-NOT).*

Software 4D

4D1901.b.3 ([52])

Productos expedidos por Francia ([53])

Información complementaria:

Descripción de los productos controlados:

«Programas informáticos» (*software*) especialmente diseñados o modificados para el «desarrollo» o la «producción» de los productos incluidos en los subartículos 4A1906.b o 4A1906.c.

Tecnología 4E

4E1901 ([54])

Productos expedidos por España ([55])

Información complementaria:

Descripción de los productos controlados:

Tecnología para el desarrollo o la producción de computadoras cuánticas, dispositivos y circuitos cúbits, así como componentes de control y medición cuántica especificados en 4A1901.

4E1902.b.3 ([56])

Productos expedidos por Francia ([57])

Información complementaria:

Descripción de los productos controlados:

«Tecnología», en el sentido de la nota general de tecnología del anexo I del Reglamento, para el «desarrollo» o la «producción» de los productos incluidos en los subartículos 4A1906.b o 4A1906.c.

([52]) Código nacional equivalente: 4D901.b.3.

([53]) Orden de 2 de febrero de 2024, relativa a las exportaciones a terceros países de bienes y tecnologías vinculados a ordenadores cuánticos y sus tecnologías facilitadoras, así como de equipos para diseñar, desarrollar, producir, someter a ensayo e inspeccionar componentes electrónicos avanzados.

([54]) Código nacional equivalente: 4.E.901.

([55]) Anexo III.5 del Real Decreto 679/2014, de 1 de agosto de 2014, que entró en vigor el 7 de junio de 2023.

([56]) Código nacional equivalente: 4E901.b.3.

([57]) Orden de 2 de febrero de 2024, relativa a las exportaciones a terceros países de bienes y tecnologías vinculados a ordenadores cuánticos y sus tecnologías facilitadoras, así como de equipos para diseñar, desarrollar, producir, someter a ensayo e inspeccionar componentes electrónicos avanzados.