

En Profundidad

El problema global de los semiconductores

Autor: Francisco Martínez García, SDG PLATIN.

Palabras clave: semiconductor, chip, Taiwán, UE, EE UU, nodo, China, TSMC, Samsung, Intel, *NextGenerationUE*, plan, transformación, resiliencia, EDT, IPCEI.

Líneas I+D+i ETID relacionadas: subárea 2.1.

Introducción

El pasado 7 de diciembre de 2020 [1], veintidós Estados miembro de la Unión Europea firmaron una declaración conjunta en materia de procesadores y tecnología de semiconductores, incluyendo España. En esta declaración se acuerda reforzar la cadena de valor de la electrónica, especialmente el ecosistema de los semiconductores y expandir la industria en toda la cadena de suministro, con el objetivo de establecer capacidades no solo de diseño de chips sino, también, y este es el matiz importante, de producción avanzada.

Los semiconductores son la piedra angular de la innovación y de la competitividad industrial en un mundo digital y determinan las características de productos como coches, teléfonos móviles y ordenadores, entre otros. Son la columna vertebral de las sociedades modernas y el fundamento de las tecnologías disruptivas emergentes (EDT, por sus siglas en inglés), incluida la inteligencia artificial o la computación cuántica. En resumen, se podría decir que los materiales semiconductores son el componente esencial de los chips que están integrados en los aparatos electrónicos y que les proporcionan la capacidad de procesamiento.

Evolución industrial internacional

Los chips están compuestos principalmente por transistores, dispositivos electrónicos semiconductores utilizados para entregar una señal de salida en respuesta a una señal de entrada. En las últimas décadas ha habido una carrera mundial en la que los fabricantes han tratado de incorporar mayor número de transistores en un mismo espacio de oblea de silicio. Mientras que el procesador de escritorio promedio en 1998 tenía aproximadamente 7 millones de

transistores, los procesadores de teléfonos inteligentes en 2018 integraban 7 mil millones [5].

En la actualidad solo cuatro empresas [3] son capaces de fabricar estos semiconductores de última generación: GlobalFoundries, la taiwanesa TSMC (Taiwan Semiconductor Manufacturing Company), la coreana Samsung y la norteamericana Intel.

Proceso de fabricación

En ocasiones, para mostrar cómo de avanzado es el proceso de fabricación, además de la densidad de transistores se utiliza un sistema de numeración medido en nanómetros. El «nodo» o «tecnología de nodo» designa un proceso específico de fabricación de semiconductores y sus reglas de diseño. Así, por ejemplo, el nodo de 14 nm está menos avanzado que el nodo de 7 nm.

Esta denominación, aunque sencilla, no siempre refleja la realidad de forma correcta, pero permite comparar los diferentes procesos de fabricación alcanzados por los fabricantes. Se estima que el nodo de 7 nm de TSMC es comparable en densidad de transistores al nodo de 10 nm de Intel (en el entorno de

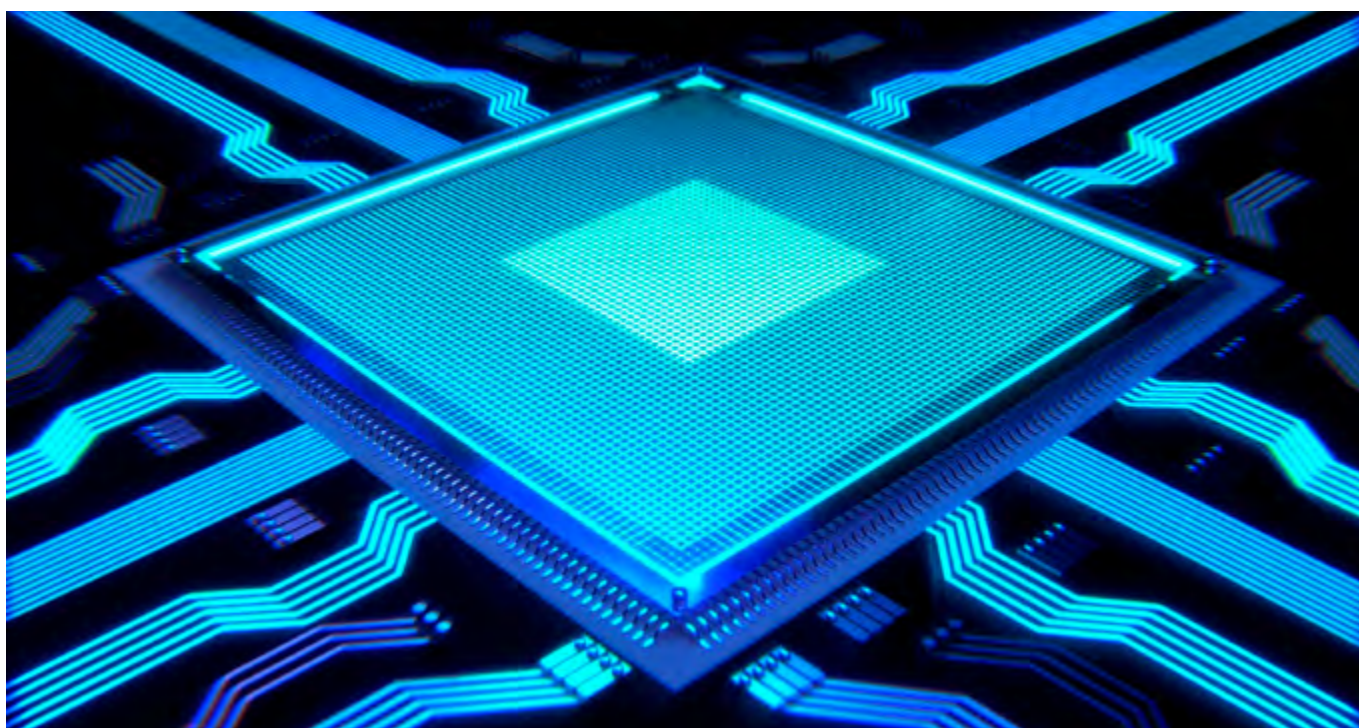


Fig. 1. Superficie de una oblea de silicio de 12 pulgadas. (Fuente: *Wikimedia Commons*).

los 100 millones de transistores por milímetro cuadrado) [7].

La evolución de la tecnología de nodo y su relación con el número de empresas capaces de conseguirlo, muestra la concentración que ha experimentado esta industria en la última década. Mientras que a finales de la década de 1990 más de 20 empresas operaban plantas de fabricación (conocidas como «fabs») de 180 nanómetros (nm), hoy solo TSMC y Samsung tienen la capacidad para ejecutar con éxito fábricas de 5 nm [5]. En este grupo de vanguardia también se encuentra la norteamericana Intel, aunque recientemente ha comunicado ciertos problemas para conseguir bajar a los 7 nm.

La razón fundamental de esta concentración reside en que el proceso de diseño, prueba, fabricación y empaquetado de semiconductores es muy complejo e intensivo en capital, y las inversiones necesarias para conseguirlo no mantienen una relación lineal con la densidad alcanzada [3].

El futuro de la fabricación

Según estimaciones de TSMC, la siguiente generación de fábricas de 5 nm en Taiwán costará más de 24.000 millones de dólares, incluidos los costes de investigación y desarrollo [6]. Solo tres empresas van a

tener posibilidades reales de fabricar por debajo de los 7 nm en un futuro próximo y esto está modificando el tablero de juego.

De estas tres empresas, una destaca sobre las demás. Los procesadores del iPhone 11, así como los últimos procesadores gráficos de Nvidia para inteligencia artificial y conducción autónoma, utilizan la tecnología de TSMC de 7 nm, mientras que los chips Xilinx usados en satélites y en los cazas F-35 usan la tecnología de TSMC de 16 nm [6]. Las compañías norteamericanas de tecnología, algunas de las cuáles son proveedores del gobierno y de defensa, dependen de TSMC y representan el 50% de sus ingresos [3].

Perspectiva geopolítica

La importancia global actual de TSMC como industria, y de Taiwán como país productor de chips, es clara y así seguirá siendo durante los próximos años. Es cierto que no necesariamente para muchas aplicaciones hay que utilizar chips de última generación, pero para aquellas que necesitan menores tamaños y mejores rendimientos normalmente TSMC es el único fabricante viable. Esta circunstancia tiene implicaciones geopolíticas muy relevantes y podría

subyacer en los recientes movimientos militares cerca de Taiwán [4].

Con una economía global en creciente digitalización, un número cada vez mayor de industrias dependen de su acceso al mercado de semiconductores de última generación. Estados Unidos es consciente de su dependencia y también de la de China. Mantener la ventaja tecnológica es un elemento fundamental en defensa y, para retrasar el dominio tecnológico global de China en ciertas áreas, el gobierno norteamericano ha establecido en el último año barreras al comercio de semiconductores hacia este país. Además, para evitar una excesiva dependencia comercial exterior y garantizar la seguridad sobre el proceso de fabricación, está promoviendo que TSMC establezca una fábrica de 5 nm en Arizona, que estará operativa hacia 2024 [5]. Aun así, el ecosistema de negocios de Taiwán propiciará que para esa fecha ya se pueda haber conseguido en ese país la producción en masa de la siguiente generación de chips de 3 nm. Este ecosistema no es fácilmente replicable, a pesar de los esfuerzos en cooperación que puedan hacer los gobiernos. Sin embargo, este factor no debe tampoco desanimar a los gobiernos europeos en la consecución

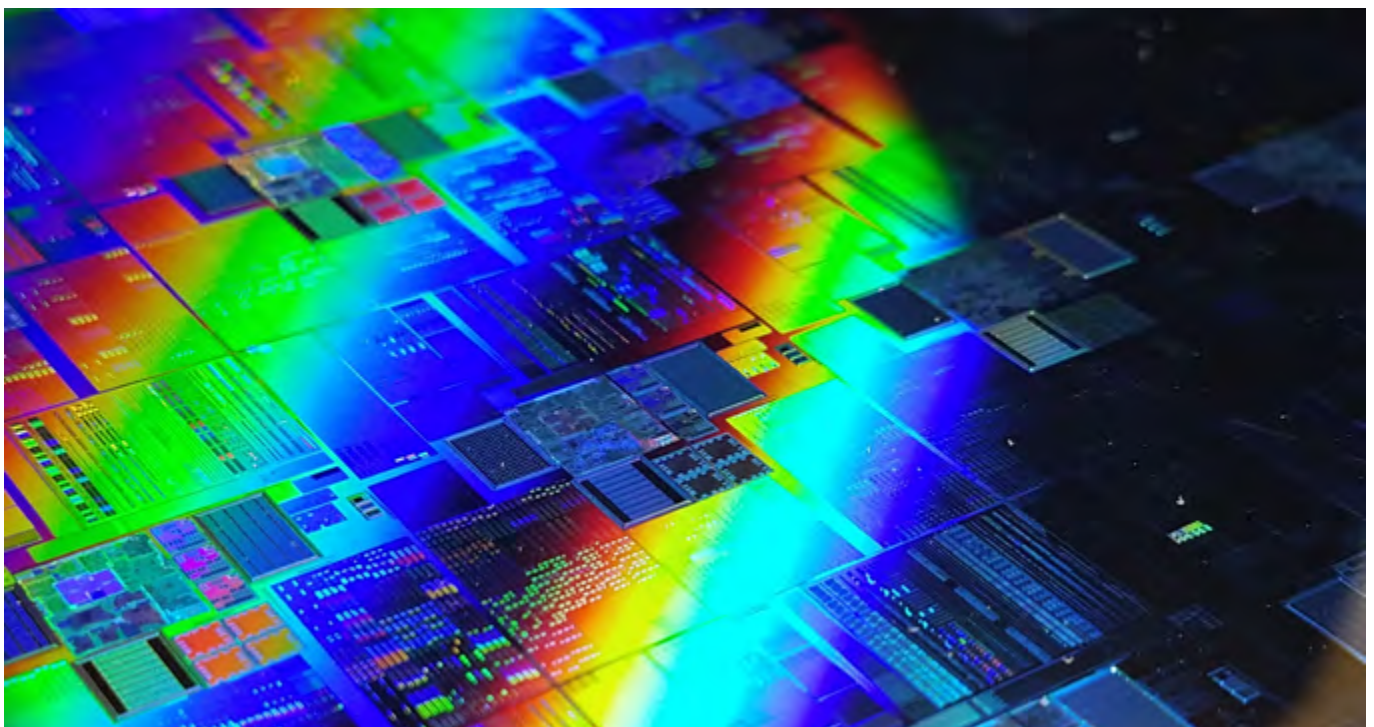


Fig. 2. Fondo de microchip inteligente en un remix de tecnología de primer plano de placa base. (Fuente: www.freepik.es)

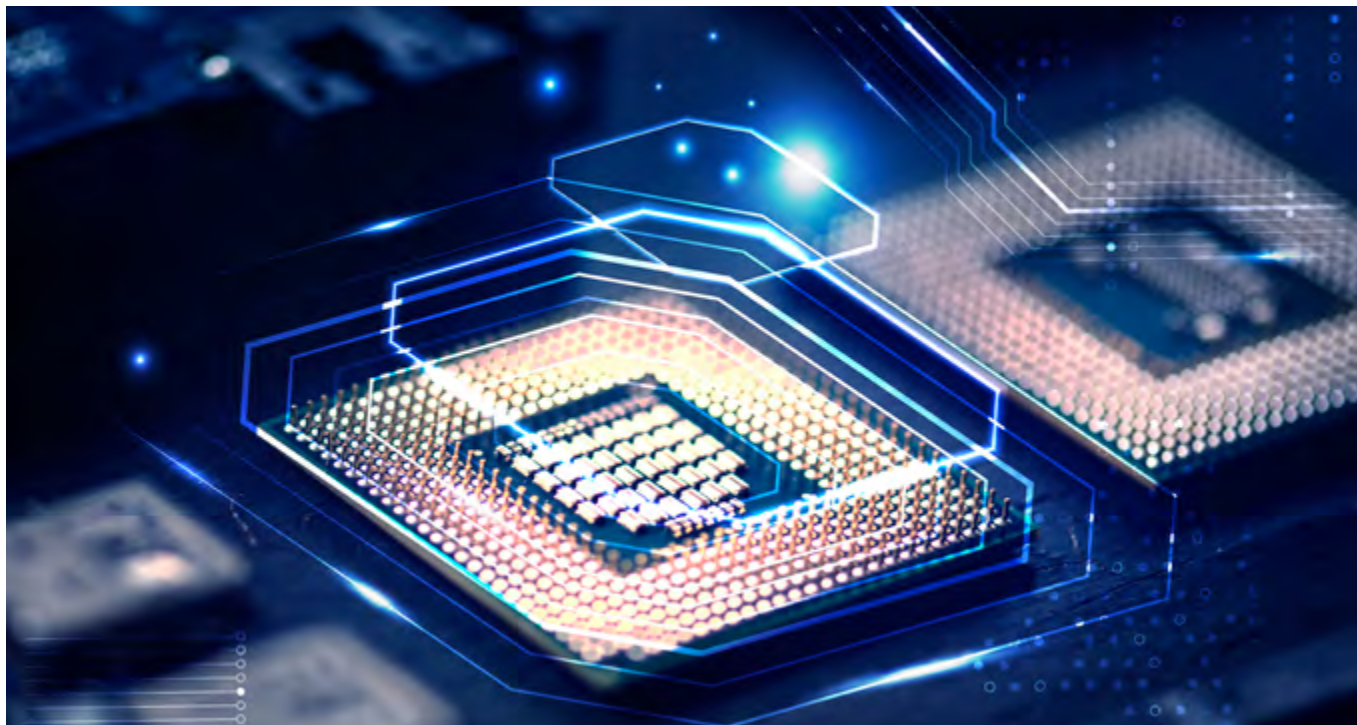


Fig. 3. Imagen de chip. (Fuente: www.pixabay.com)

de los objetivos que se han marcado en la declaración conjunta. El ecosistema es importante, pero las inversiones también lo son.

En este sentido, a pesar de las masivas inversiones del gobierno chino en semiconductores, es poco probable que las empresas chinas puedan posicionarse en la próxima década entre los primeros proveedores del mundo [3], lo que hará que tengan una fuerte dependencia del exterior para obtener chips de última generación que integrar en sus productos. Es una vulnerabilidad estratégica para China y para su principal empresa de tecnología, Huawei, que depende de los semiconductores fabricados en Taiwán para mantener su competitividad mundial y poder luchar por la hegemonía global en la tecnología 5G. A pesar de que la compañía líder china en fabricación de semiconductores, SMIC, ha anunciado su intención de conseguir los 7 nm, para cuando lo consiga los líderes industriales ya habrán conseguido producir en masa con nodos menores. Uno de los cuellos de botella de SMIC es la tecnología de litografía ultravioleta extrema (EUV, por sus siglas en inglés), la tecnología de fabricación necesaria para conseguir nodos menores de 7 nm. TSMC y Samsung

ya la están usando e Intel lo conseguirá pronto para 7 nm y las tres dependerán de ella para los 5 nm.

En este aspecto, la ventaja de Europa es clara. La compañía holandesa ASML es la única del mundo que comercializa los equipos de litografía EUV que utilizan cantidades significativas de tecnología norteamericana [3], circunstancia que está esgrimiendo el gobierno de Estados Unidos para intentar controlar la exportación de estos equipos a China. Sin estos equipos, la industria china no tendrá manera de conseguir nodos menores de 7 nm en un futuro próximo.

El conflicto tecnológico entre China y Estados Unidos está acelerando la ramificación entre los ecosistemas tecnológicos de estos dos países en sectores económicos como el vehículo eléctrico o el 5G, por mencionar algunos; y aunque las restricciones de capital, personal y tecnología en el sector de los semiconductores limitará la potencial obtención de dos sistemas totalmente separados, el acceso a estos recursos generará tensiones geopolíticas.

Conclusiones

En definitiva, el negocio de fabricación de semiconductores, que era un negocio global, está girando

hacia el fortalecimiento por parte de las grandes regiones de sus ecosistemas locales de semiconductores para evitar una excesiva dependencia exterior. La cuota de Europa en el mercado de los semiconductores se sitúa en el 10% [1] y cada vez está dependiendo más de chips producidos en otras regiones del mundo. Para garantizar la soberanía tecnológica de Europa, es necesario fortalecer la capacidad de desarrollar la siguiente generación de procesadores, incluidos chips y sistemas integrados que ofrezcan el mejor rendimiento, así como una capacidad de fabricación que progrese hacia nodos de 2 nm. Que esta capacidad resida en Europa requerirá un esfuerzo colectivo para invertir y coordinar acciones, tanto desde el lado público como del privado.

La declaración de la UE incluye tanto el desarrollo como la fabricación, porque la soberanía no queda garantizada con un modelo de compañía sin fábricas (*fabless*) centrado en el diseño de chips pero que depende para la fabricación de ese número reducido de productores, sino de disponer también de la capacidad de producirlos. Alibaba, Apple o Tesla, diseñan sus propios chips, pero dependen de TSMC para su fabricación.

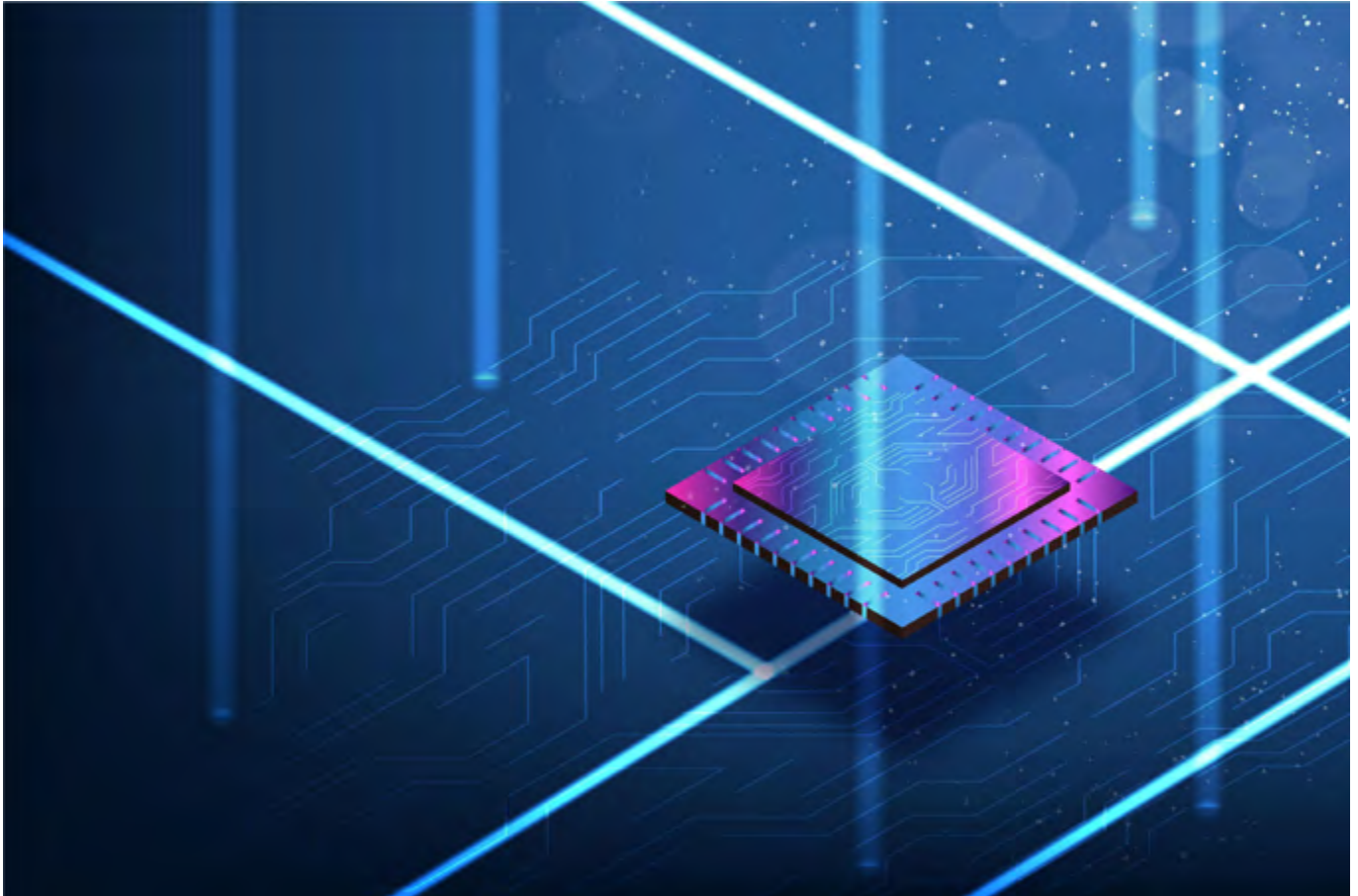


Fig. 4. Fonde de procesador de microchip. (Fuente: www.freepik.es)

La iniciativa conjunta de los Estados miembros tiene como objetivo aumentar la inversión, cuando sea posible, a través de los Fondos de Recuperación y Resiliencia [2]. Este Fondo es el principal instrumento de *NextGenerationEU*. El desarrollo de procesadores más potentes, innovadores y sostenibles está incluido en una de las *flagship areas* (6. *Scale-up*) que la Comisión Europea anima a los Estados miembro a incluir en sus planes de recuperación y resiliencia. Por otra parte, la importancia de los semiconductores, en términos de soberanía tecnológica e industrial, así como de desarrollo económico y competitividad, debe empujar a los Estados miembro a movilizar a las partes interesadas de la industria para diseñar un ambicioso proyecto en forma de «*Important Project of Common European Interest (IPCEI)*»

Referencias

[1] *Joint declaration on processors and semiconductor technologies*. [Internet]. Disponible en <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/joint-declaration-processors-and-semiconductor-technologies>

[2] *Member States join forces for a European initiative on processors and semiconductor technologies*. [Internet]. Disponible en <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/member-states-join-forces-european-initiative-processors-and-semiconductor-technologies>

[3] *The Geopolitics of Semiconductors*. [Internet]. Disponible en <https://www.eurasiagroup.net/files/upload/Geopolitics-Semiconductors.pdf>

[4] China desafía a Occidente con la mayor incursión de aviones militares en Taiwán hasta la fecha. [Internet]. Disponible en www.abc.es

[5] *Taiwan, Chips, and Geopolitics: Part 1*. [Internet]. Disponible en <https://thediplomat.com/2020/12/taiwan-chips-and-geopolitics-part-1/>

[6] *TSMC weighs new US plant to respond to Trump pressure*. [Internet]. Disponible en <https://asia.nikkei.com/Business/Technology/TSMC-weighs-new-US-plant-to-respond-to-Trump-pressure>

[7] No todos los nanómetros son iguales, y por ello Intel podría renombrar los nodos de sus chips. [Internet]. Disponible en www.muy-computer.com/2021/04/02/intel-renombrar-nodos-chips/