

Alternativas a la ley de Moore

La ley de Moore está basada en duplicar el número de transistores de un procesador cada dos años, al tiempo que se va reduciendo también exponencialmente el tamaño. Pero cuando esas estructuras se acercan al nivel atómico, las leyes de la física le dibujan un final cercano, por lo menos en esta línea tecnológica.

XAVIER ALCOBER, COLABORADOR DE infoPLC++

Intel es una compañía que diseña, fabrica y comercializa sus productos, pero esta integración vertical del negocio ha dejado de ser lo más habitual en la industria de los semiconductores. Hay un gran número de organizaciones *fabless* (sin fábrica), que diseñan y comercializan, subcontratando la fabricación de sus circuitos integrados a compañías más especializadas en este ámbito (*foundries*), tanto si se trata de un procesador o un componente 5G. Esas *fabless* existen gracias a las *foundries*, que muchas veces son las grandes desconocidas. Un caso representativo es el de la empresa TSMC (Taiwan Semiconductor Manufacturing Company), una de las primeras 30 compañías más valiosas del mundo cotizadas en bolsa.

Se vislumbra una era post-Moore: utilizar el estado del arte de la tecnología de integración, pero aumentando la superficie de silicio hasta conseguir un determinado nivel de potencia y funcionalidad

La firma TSMC es el líder indiscutible de las *foundries*, dentro de la categoría de chips avanzados. Tiene varias plantas en Taiwán y China, pero actualmente está finalizando un proyecto muy especial: Fab 18. Esta planta va a ser clave para su futuro y el de sus principales clientes, ya que es la primera que tendrá tecnología de tan sólo 5 nm: **sin esta planta, los chips 5G y los procesadores más avanzados no podrán alcanzar el mercado en el tiempo establecido.** Allí se fabricarán circuitos integrados con hasta 170 millones de transistores por mm², con estructuras de silicio de 5nm (1.000 veces menor que un glóbulo rojo). Su coste también representa un record para las fábricas de semiconductores: 17.000 millones de dólares, lo que supone el 7,5% del valor en bolsa de TSMC.

La ley de Moore está basada en duplicar el número de transistores de un procesador cada dos años, una apuesta clara por ir reduciendo reiteradamente el tamaño. Pero

cuando esas estructuras se acercan al nivel atómico, las leyes de la física le dibujan un final cercano, por lo menos en esta línea tecnológica. Es cierto que se prevé que en 2023 se alcancen los 3 nm, pero el intento de llegar a producir estructuras de 1 nm podría disparar las necesidades de inversión más allá de lo razonable (en relación al valor agregado de prestaciones). Aún y así, **Intel ha anunciado recientemente un roadmap que le permitirá llegar hasta 1,4 nm en el 2030.**

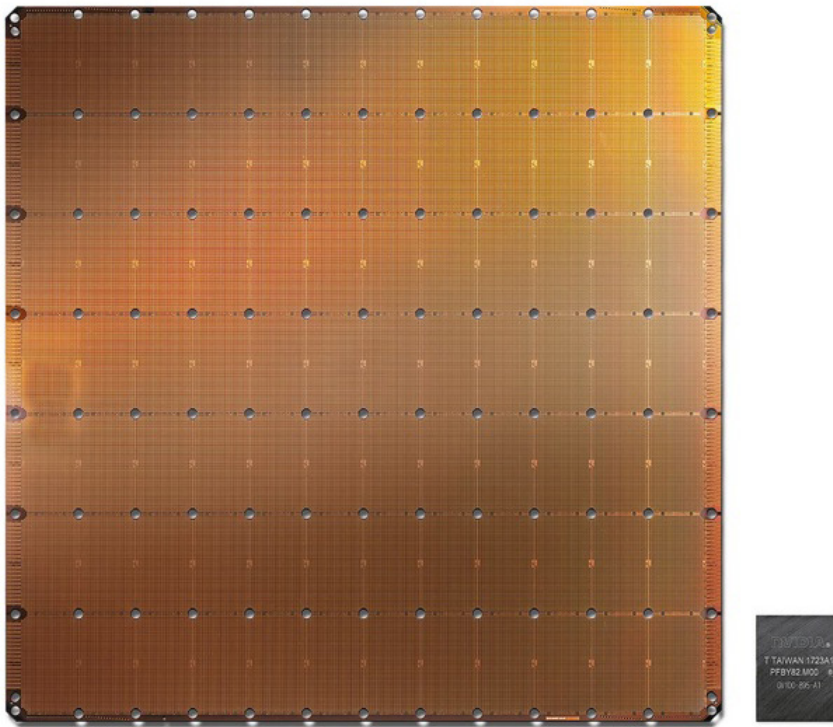
En cualquier caso, todo indica que la tecnología litográfica de silicio está cerrando su exitosa historia, por lo que ya se está trabajando en otras opciones y seguir avanzando, quizá con tecnología de estructuras de siliceno, nanotubos de silicio o distintas combinaciones en base al grafeno.

No obstante, hay otras alternativas interesantes que explorar. **Una consiste en fabricar chips tridimensionales, integrando verticalmente varias capas de dispositivos.** La idea es atractiva, pero estos diseños son complejos de reproducir, debido a la diversidad de los componentes electrónicos, la crítica disipación de calor entre capas y la propia fiabilidad de fabricación.

Otra posibilidad interesante consiste en innovar, que no inventar. Se trata de aumentar sensiblemente el tamaño de la placa de silicio, de forma que el chip se acerque más a lo que sería un circuito impreso, pero de dimensiones ínfimas. Esta idea no es nueva y se ha intentado en el pasado sin éxito: la ley de Moore se encargaba de volver obsoletos los diseños al poco tiempo de su aparición.

Pero quizá ahora le ha llegado su momento, aunque sea como tecnología de transición hacia un futuro post-Moore. Hay firmas que apuestan decididamente por esta alternativa.

Un buen representante de esta corriente es **la empresa californiana Cerebras, que ya ofrece un macro-chip denominado Wafer-Scale-Engine (WSE).** Este concepto se basa en utilizar el estado del arte de la tecnología de integración, pero aumentando la superficie de silicio hasta conseguir un determinado nivel



Comparación del tamaño del WSE con una GPU (Cerebras)

de potencia y funcionalidad atractivo. Hablamos del equivalente de una oblea de silicio de 21,5 x 21,5 cm (46.225 mm²), con 1,2 billones de transistores, 400.000 núcleos de proceso y 18 GB de memoria interna (accesible con un solo ciclo de reloj). El ancho de banda es descomunal, con velocidades de transferencia de hasta 9 PB/s (9x10¹⁵ Byte/s), ya que opera con buses internos que enlazan nodos de dispositivos muy cercanos entre sí, en contra de utilizar buses con backplane o cables externos de conexión. Si se compara el WSE con la potente GPU Volta de Nvidia, que tiene 815 mm² y 21,1 billones de transistores, pueden apreciarse las diferencias.

Cerebras visualiza distintas aplicaciones para su propuesta, pero especialmente **resalta la inteligencia artificial como uno de los mejores escenarios de operación para su WSE**. En este sentido, ofrece lo que afirman que es el ordenador AI más potente del mercado, denominado CS-1 y basado en el WSE, con un bastidor que integra 15 unidades de rack. Aseguran que es ideal para data servers, ya que tan sólo consume 20 kW, un parámetro crítico y muy valorado en estas infraestructuras IT intensivas en consumo de energía.

En cualquier caso, hay varias iniciativas en marcha para seguir avanzando hacia un futuro post-Moore, aunque habrá que esperar para conocer si a la particular propuesta de transición tecnológica de Cerebras le ha llegado su momento. ●

Integrar electrónica en piezas de fabricación 3D

La empresa finlandesa TactoTek, creadora de la tecnología IMSE (Injection Molded Structural Electronics), y la japonesa Kyocera han anunciado un acuerdo de cooperación dirigida a ampliar el alcance de las aplicaciones de esta tecnología así como ampliar la base de usuarios de la misma.

La tecnología IMSE de TactoTek permite la integración de componentes electrónicos en estructuras moldeadas por inyección 3D. En particular, TactoTek vende licencias de su tecnología a fabricantes que la utilizan para diseñar y producir piezas para sus propios clientes.

Con el acuerdo, TactoTek se beneficiará de la implantación de Kyocera en una amplia variedad de campos (industrial, automotriz, comunicaciones, energía, electrónica de consumo, etc.). "La integración de la tecnología IMSE en la oferta de Kyocera debería impulsar su adopción geográficamente, en términos de sectores de aplicación y en términos de productos", señaló Masafumi Ikeuchi, gerente general de Display Group de Kyocera, corporación con presencia a nivel global.