

## Introducción

Actualmente, la eficiencia energética se encuentra en el centro del desarrollo de la electrónica y de las tecnologías de la información. En efecto, para los tres niveles de tecnologías de la información y la comunicación (servidores y ordenadores de alto rendimiento, sistemas portátiles y objetos conectados), el objetivo es mejorar la eficiencia energética, es decir, calcular más y consumir menos. Es necesario limitar los costos de refrigeración en los centros de datos, aumentar la autonomía de los sistemas portátiles y diseñar objetos autónomos capaces de funcionar solo con la energía que puede ser recuperada.

En estos tres casos, las potencias implicadas son muy diferentes: kilovatios para los servidores, vatios para los sistemas móviles y microvatios para los objetos conectados. Sin embargo, el mecanismo de creación de calor es el mismo en los tres casos y se debe al efecto Joule. Se identifican dos fuentes de disipación: la primera es la energía disipada en las operaciones de carga y descarga de los condensadores de un circuito electrónico activo, y la segunda es la energía disipada por las corrientes que circulan continuamente desde la fuente de alimentación hasta tierra cuando los circuitos están activos. Por lo tanto, es necesario comprender plenamente estos dos fenómenos para identificar las causas de la generación de calor y las posibles vías de mejora. Los dos primeros capítulos persiguen este objetivo, en los cuales se analizan las familias lógicas y los principios físicos utilizados en las operaciones de cálculo. Aparecen entonces vínculos entre la creación del calor y la pérdida (o no) de información en las operaciones lógicas. El capítulo 3 proporciona la base física para comprender cómo funcionan los componentes de la tecnología CMOS actualmente en uso.

La electrónica se ha enfrentado a este problema crucial desde la primera década del 2000, puesto que, en contra de las previsiones iniciales, ya no es posible acompañar la disminución del tamaño de los transistores con una disminución de la tensión de

alimentación. De hecho, la densidad de la potencia disipada no cesa de crecer en un circuito integrado. Las técnicas de optimización cada vez más sofisticadas descritas en los capítulos 4 y 5 pueden limitar más o menos la creación de calor y el consumo de energía, pero ninguna solución parece verdaderamente capaz de ofrecer los beneficios esperados. El análisis de este libro muestra que, para las arquitecturas de circuitos actuales, el límite es intrínseco a la tecnología de los semiconductores y que sólo se pueden lograr ganancias significativas si se desafían tanto las arquitecturas de los circuitos, como la tecnología de los componentes utilizados. Para lograr este objetivo, en los capítulos 7 y 8 se proponen y describen estas nuevas soluciones (computación adiabática y tecnología de nanorelé). El capítulo 6 está dedicado a la computación reversible, considerado por algunos como la única solución para lograr niveles extremadamente bajos de disipación. También es una introducción a la computación cuántica, la cual puede considerarse como una extensión de la computación reversible.

En resumen, este libro es una introducción a los posibles nuevos caminos en la evolución de los sistemas electrónicos e informáticos. Las nuevas formas permitirán que estos sistemas pasen de conceptos impulsados principalmente por la búsqueda de la velocidad, lo que fundamentó la evolución de la electrónica entre los años 1950 y 2000, a conceptos inspirados en la búsqueda de una excelente eficiencia energética.