

# Cómo afrontar el reto de las aplicaciones con restricciones al consumo de energía

Por Jason Tollefson de Microchip Technology



www.microchip.com



Jason Tollefson

*La industria ya no puede alcanzar las prestaciones a cualquier coste ya que la reducción de los presupuestos destinados a energía dictan un nuevo planteamiento en el diseño de las aplicaciones portátiles y alimentadas por baterías.*

Un de las ventajas inherentes de la tecnología CMOS es que sólo consume energía cuando cambia su estado, lo que proporciona su estado de 'bajo consumo' frente a otros tipos de tecnología de semiconductor. Se cumple por tanto que a medida que aumentan las frecuencias de reloj también lo hace la energía en activo de los circuitos integrados digitales, y cuanto más tiempo permanezcan inactivos menor será la energía consumida.

Si bien esto es cierto en teoría, la realidad es que cada transistor de un circuito integrado digital contribuye con pequeñas cantidades de corrientes de fuga; energía que se pierde mientras la puerta está inactiva y se supone que los transistores están totalmente conectados (on) o desconectados (off). Dado que cada puerta lógica de un circuito CMOS requiere como mínimo dos transistores que trabajan de forma complementaria entre sí (de ahí su nombre) y el número de puertas aumenta exponencialmente, resulta fácil ver cómo el consumo estático de energía ha ganado importancia con cada generación.

La industria ha convivido con las pérdidas de corriente desde sus inicios, pero por su proporción respecto a la energía en activo se había considerado más una pequeña molestia que una restricción impuesta al diseño; hasta ahora. En la actualidad, con una mayor presión sobre los fabricantes para un menor consumo de energía, así como la creciente demanda de más funciones por parte de los consumidores, la industria no puede seguir ignorando este problema.

Para una clase de dispositivos el problema del consumo estático es cada vez más crucial. La tendencia de la industria hacia dispositivos portátiles y alimentados por baterías es cada vez mayor y el consumo de energía es un aspecto fundamental en muchas aplicaciones, lo cual impone restricciones estrictas sobre el consumo. Esto no se evidencia nunca



tanto como en los dispositivos con restricciones en su consumo, un nuevo tipo de aplicación que generalmente se alimenta mediante baterías y que en muchos casos se han diseñado para una duración igual a la de una sola carga. Entre ellos se incluyen dispositivos herméticos como medidores de productos químicos peligrosos o de gases, alarmas de incendios o detectores de monóxido de carbono. También se incluiría el equipamiento de diagnóstico utilizado en los hogares por pacientes con enfermedades que requieren una monitorización rigurosa, regular y precisa. Se incluyen asimismo cada vez más dispositivos herméticos por razones de seguridad, como llaveros para el coche con bloqueo centralizados o llaves para el coche, así como dispositivos para el seguimiento de objetos. En estas aplicaciones no existe ningún conmutador de encendido/apagado (on/off) y la energía puede estar disponible únicamente en forma de una carga única, si bien el dispositivo debe trabajar durante miles de horas, en algunos casos hasta décadas, para desempeñar las funciones para las que fue diseñado.

Habitualmente para lograr años de funcionamiento con una sola batería los dispositivos gastan la inmensa mayoría del tiempo en modo de espera (standby). Al contrario de aplicaciones dirigidas a la desconexión cuando se están en uso,

estas aplicaciones exigen un arranque instantáneo, a menudo partiendo de un estímulo externo o una actividad programada, sin pérdida de datos vitales.

Es un reto importante de diseño para cualquier ingeniero, que se hace aún más difícil por las restricciones sobre la energía consumida mientras está en modo de espera. Sólo consumiendo una energía casi despreciable en modo de espera es como un circuito electrónico puede aguantar años de funcionamiento con una sola carga.

Los microcontroladores de aplicación general en su mayoría – pese a estar diseñados para un bajo consumo en funcionamiento – no son capaces de alcanzar el consumo extremadamente bajo en espera que requieren estas aplicaciones. Sin embargo, mediante un riguroso desarrollo mediante un proceso de transistores de bajo consumo, junto con innovaciones en la arquitectura para el ahorro de energía, Microchip ha desarrollado con éxito el microcontrolador con el menor consumo en estado de espera existente en el mundo, con un consumo menos de 20nA en modo de espera. Capaz de trabajar a partir de una fuente de alimentación de sólo 1,8V, esto se traduce en hasta 20 años o más de funcionamiento con una sola batería o carga. Esta innovación se denomina tecnología nanoWatt XLP – por eXtreme

Figura 2

TABLE 1: POWER-SAVING OPERATING MODES FOR nanoWatt TECHNOLOGY DEVICES

Operating Mode	Active Clocks	Active Peripherals	Wake-up Sources	Typical Current	Typical Usage
Deep Sleep <sup>(1)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Timer1/SOSC</li> <li>• INTRC/LPRC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RTCC</li> <li>• DSWDT</li> <li>• DSBOR</li> <li>• INT0</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RTCC</li> <li>• DSWDT</li> <li>• DSBOR</li> <li>• INT0</li> <li>• MCLR</li> </ul>	< 50 nA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Long life, battery-based applications</li> <li>• Applications with increased Sleep times<sup>(3)</sup></li> </ul>
Sleep	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Timer1/SOSC</li> <li>• INTRC/LPRC</li> <li>• A/D RC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RTCC</li> <li>• WDT</li> <li>• ADC</li> <li>• Comparators</li> <li>• CVREF</li> <li>• INTx</li> <li>• Timer1</li> <li>• HLVD</li> <li>• BOR</li> </ul>	All device wake-up sources (see device data sheet)	50-100 nA	Most low-power applications
Idle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Timer1/SOSC</li> <li>• INTRC/LPRC</li> <li>• A/D RC</li> </ul>	All Peripherals	All device wake-up sources (see device data sheet)	25% of Run Current	Any time the device is waiting for an event to occur (e.g., external or peripheral interrupts)
Doze <sup>(2)</sup>	All Clocks	All Peripherals	Software or interrupt wake-up	35-75% of Run Current	Applications with high-speed peripherals, but requiring low CPU use
Run	All Clocks	All Peripherals	N/A	See device data sheet	Normal operation

Note 1: Available on PIC18 and PIC24 devices with nanoWatt XLP™ Technology only.

Note 2: Available on PIC24, dsPIC and PIC32 devices only.

Note 3: Refer to "Deciding Between Sleep and Deep Sleep" for guidance on when to use Sleep or Deep Sleep modes.

Low Power – y ha sido incorporada por Microchip a sus últimos modelos dentro de las familias de microcontroladores PIC de 8 bit y 16 bit. Incorpora tres desarrollos importantes: una arquitectura de muy bajo consumo; para productos de mayor complejidad, un modo de espera Profundamente Dormido (Deep Sleep) y varios periféricos de consumo extremadamente bajo despertar periféricos, todos ellos trabajando juntos para proporcionar mayores en aplicaciones con restricciones en su consumo.

La tecnología nanoWatt XLP tiene implicaciones al nivel del transistor, al combinar conocidas técnicas de bajo consumo, como tensiones de umbral variable junto con metodologías de conmutación de potencia, que retiran físicamente la alimentación de grandes partes del circuito integrado cuando no se necesita. Al eliminar físicamente la alimentación, miles de transistores que contribuirían habitualmente a las pérdidas de corriente quedan aislados eléctricamente, reduciendo así enormemente la corriente consumida en modo de espera. Como resultado de ellos se consiguen microcontroladores que consumen menos de 20nA en modo Profundamente Dormido, significativamente inferior al valor logrado por cualquier otro microcontrolador actualmente disponible en el mercado.

Para ajustar aún más el consumo de la tecnología nanoWatt XLP se ha añadido un nuevo modo de espera; el modo Profundamente Dormido. Las investigaciones de Microchip demuestran que hasta el 90% de las aplicaciones que emplean un microcontrolador recurren bien sea a un Temporizador Supervisor (Watchdog Timer, WDT) o un Reloj/Calendario en Tiempo Real (Real Time Clock/Calendar, RTCC) para programar eventos y sacar al microcontrolador del modo dormido. Al implementar estos elementos cruciales de la arquitectura mediante las metodologías de consumo extremadamente bajo antes descritas, los ingenieros de Microchip han realizado en la práctica la mayoría de los elementos importantes del diseño del microcontrolador para lograr la arquitectura de menor consumo de la industria. Tanto el WDT como el RTCC en los microcontroladores PIC de tecnología nanoWatt XLP de Microchip utilizan las técnicas de consumo extremadamente bajo desarrolladas para aplicaciones de consumo restringido, permitiendo así que estos dispositivos trabajen durante decenas de años a partir de una sola carga.

Cuando los dispositivos entran en modo Profundamente Dormido, se elimina la alimentación de casi todos los periféricos del microcontrolador, así como de muchos registros, pero los circuitos RTCC y WDT permanecen activos. Eso significa que, pese a que la salida del modo Profundamente Dormido es una reactivación de la alimentación para la mayor parte del dispositivo, el consumo estático se ha eliminado prácticamente, mientras que aquellos circuitos que permanecen activos se implementan mediante las técnicas de diseño de bajo consumo más avanzadas de la industria. La salida del modo Profundamente Dormido se puede iniciar con el WDT o con el ETCC mediante la programación de rutinas de servicio de interrupción, o con la Reinicialización de Tensión de Línea Baja en Modo Profundamente Dormido (Deep Sleep Brownout Reset) o INT0 en caso de una actividad no programada. El punto a partir del cual resulta eficaz el uso del modo Profundamente Dormido – es decir, aplicando el pequeño aumento de la energía necesario para reinstalar los registros al salir del modo Profundamente Dormido, respecto a la energía ahorrada en modo Profundamente Dormido – puede ser de tan sólo unos cientos de microsegundos. Las aplicaciones habituales gastarán normalmente mucho más de un único segundo inactivo para cualquier período. Probablemente transcurrirán varios minutos entre ráfagas de actividad, aunque el WDT es capaz de trabajar hasta 19 días sin reinicialización y puede configurarse el RTCC para que trabaje durante un año

entero en modo Profundamente Dormido antes de despertar al dispositivo.

Junto con el nuevo modo Profundamente Dormido hay otros modos de espera convencionales. En algunos casos podría ser ventajoso utilizar uno de estos modos dormidos, sacrificando algo de la energía ahorrada para una mayor flexibilidad en cuanto a los recursos para la reactivación. Por ejemplo, si se necesita que un UART se active en recepción actúe como fuente de reactivación, entonces es más apropiado un modo dormido estándar. Si se necesitan otros periféricos, entonces pueden utilizarse el modo Ocio (Idle) o de Cabezada (Doze), como indica la Tabla de la figura 2. Todos los modos dormidos presentes en los microcontroladores PIC de Microchip ofrecen importantes ahorros de energía, pero sólo aquellos que incorporan la tecnología nanoWatt XLP ofrecen actualmente el modo Profundamente Dormido.

Dado que son muchas más las aplicaciones que ven restringido su presupuesto energético aumentará el uso de tecnologías de consumo extremadamente bajo, superando así la necesidad de prestaciones a cualquier coste. Con su avanzada e innovadora tecnología nanoWatt XLP, Microchip responde a la demanda por parte de la industria de soluciones más flexibles para aplicaciones con restricciones en su consumo. A medida que estén disponibles los dispositivos que incorporan la tecnología nanoWatt XLP, Microchip seguirá proporcionando la solución adecuada para aplicaciones emergentes. 