



# **ZigBeeNet™ Software 1.0**

## **Nota de Aplicación**

### Estimación de la duración de la batería

---

**Resumen**

---

Este documento describe cómo evaluar la duración de la batería en los dispositivos basados en la plataforma hardware ZigBit de MeshNetics.

**Intención del documento**

---

Este documento está dirigido a los diseñadores y desarrolladores de hardware para evaluar el consumo de energía y los requerimientos de batería de los módulos ZigBee de MeshNetics.

**Documentos relacionados**

---

[1] Módulo OEM ZigBit™. Ficha técnica. Next-For. Doc. MN\_DS01.

---

### Visión general de la red ZigBee

---

Las redes ZigBee diferencian tres roles para los dispositivos (o nodos). No resulta sorprendente que los requisitos sobre consumo de energía dependan del tipo de dispositivo por las restricciones fundamentales impuestas por la especificación ZigBee, y del modo en que sea alimentado en una aplicación en particular (batería o red). Se omite la discusión sobre estrategias de recopilación de energía por no entrar dentro de los propósitos de esta nota.

Hay tres tipos de dispositivos en una red ZigBee:

- **Coordinador:** Es el nodo central de toda la red ZigBee, responsable de iniciar la red y mantenerla hasta cierto punto. Normalmente, el coordinador se alimenta por la línea general, porque genera y recibe un montón de datos de radio y tráfico, y debe permanecer siempre encendido para mantener el funcionamiento de la red entera.
- **Router:** Estos nodos son los responsables de redirigir los datos a través de múltiples saltos, extendiendo la cobertura y la flexibilidad de la red. Como también hacen un uso activo del chip de radio, los routers se alimentan por red en la mayoría de los escenarios.
- **Dispositivo final:** Éste es la “bestia de carga” de la red, recopila los datos en intervalos de tiempo regulares y/o según la demanda. Estos nodos pueden ser (y, en la mayoría de los casos, lo son) alimentados por baterías; la mayor parte del tiempo se encuentran en modo *sleep*, despiertan por el temporizador o por un evento externo (interrupción) al recibir datos de una fuente externa (sensores,...), y envían los datos al nodo recolector (router o coordinador). Los mensajes de control dirigidos a un dispositivo final dormido pueden quedarse en cola en el nodo más cercano y ser recibidos en el intervalo en el que el dispositivo esté despierto. El escenario típico para dispositivos finales es el que sigue:
  - a) El nodo se encuentra en modo de ahorro de energía (*sleep*) hasta que ocurre un evento de despertar o se recibe una interrupción externa.
  - b) El nodo vuelve al estado de consumo completo, opcionalmente restablece la conexión a la red si se perdió durante el tiempo dormido, recibe los datos, y los envía por radio al nodo padre (si la red está todavía disponible).
  - c) El nodo apaga la circuitería de la radio y vuelve a modo de ahorro energía.
  - d) Repite (a)-(c).

---

### Ciclo de trabajo

---

Las etapas típicas en el funcionamiento de un dispositivo final determinan lo comúnmente conocido como ciclo de trabajo. Ciclo de trabajo es la fracción de tiempo durante la que actúa un componente, dispositivo o sistema; se calcula por la proporción entre el tiempo transcurrido en el estado (b) y el total de tiempo en los estados (a) y (b). La especificación ZigBee establece un tiempo máximo en modo *sleep* de 4 horas para todos los dispositivos finales. El tiempo mínimo está vinculado al tiempo de respuesta tras la llegada, entendido como el tiempo que necesita un dispositivo final para enviar un paquete al router más cercano y esperar un reconocimiento.

---

### Estimación de la duración de la batería

---

Las fórmulas definidas a continuación no tienen en cuenta varios parámetros importantes, ej. autodescarga de la batería y escapes internos, que afectan al consumo real y la duración de la batería. Así, las fórmulas deben utilizarse como una guía aproximada en estimar una capacidad apropiada de batería para la aplicación objetivo. Además, las fórmulas calculan la duración de la batería basándose únicamente en el consumo de un módulo ZigBit. En la aplicación real, la energía consumida por el propio ZigBit es pequeña en comparación con los periféricos conectados, así que, cualquier diseño debe tener en cuenta la energía total consumida por todos los componentes en estados de dormido y activo.

El cálculo siguiente muestra cómo calcular la duración de la batería para una capacidad y un ciclo de trabajo determinados.

**Caso supuesto:**

Capacidad de la batería: **W=2000mAh**.

Por los requerimientos de voltaje que indica la ficha técnica, el diseño real puede requerir más de una batería conectada en serie. Por ejemplo, para alcanzar el voltaje mínimo permitido de 1,8V, se requiere utilizar dos pilas AA de 1,25V. A medida que se gastan las pilas, su voltaje decrece, de modo que una batería de 1,8V durará menos que dos pilas de 1,25V cada una.

Periodo de estimación: **T<sub>period</sub> = 3,6s**

Consumo en modo activo (sólo el módulo ZigBit, sin circuitería externa o periféricos, ver [1]):

$$I_{\text{awake}} = 19\text{mA}$$

Consumo en modo *sleep* (sólo el módulo ZigBit, sin circuitería externa o periféricos, ver [1]):

$$I_{\text{sleep}} = 0,006\text{mA}$$

**Definiciones:**

Duración total de la batería: **T<sub>work</sub>** (segundos).

Tiempo pasado en modo activo: **T<sub>awake</sub>** (segundos).

Tiempo dormido: **T<sub>sleep</sub>** (segundos).

**T<sub>work</sub>** se calcula:

**T<sub>work</sub> = W / I<sub>av</sub>**, donde **I<sub>av</sub>** es el promedio del consumo en el tiempo.

$$I_{\text{av}} = (I_{\text{sleep}} \cdot T_{\text{sleep}} + I_{\text{awake}} \cdot T_{\text{awake}}) / T_{\text{period}}$$

$$T_{\text{sleep}} = T_{\text{period}} - T_{\text{awake}}$$

Puede observar que el factor más importante es **T<sub>awake</sub>** (longitud del ciclo activo, cuando el consumo es máximo). **T<sub>sleep</sub>** está sujeto a cambios más pequeños; de hecho, es casi constante en la mayoría de los casos. Para ilustrar esto, la tabla calcula el tiempo de trabajo para los dos valores de **T<sub>awake</sub>** 20ms y 200ms.

**Para T<sub>awake</sub> = 200ms**

T <sub>awake</sub> S	T <sub>sleep</sub> S	I <sub>av</sub> mA	T <sub>work</sub>
0,2	3,4	1,061	1884 horas (78 días)

**Para T<sub>awake</sub> = 20ms**

T <sub>awake</sub> S	T <sub>sleep</sub> S	I <sub>av</sub> mA	T <sub>work</sub>
0,02	3,58	0,121	16521 horas (688 días)

**Conclusión**

Las fórmulas pueden ser utilizadas por los diseñadores de sistemas y desarrolladores hardware para estimar los requerimientos de capacidad y duración esperada de la batería para nodos basados en ZigBee en una red ZigBee. El cálculo proporciona una guía aproximada que debería ser refinada considerando la tecnología de la batería, periféricos conectados, y ciclos de trabajo requeridos para coa aplicación particular.