

Diseño con la fuerza de un limón

Artículo cedido por Renesas Electronics

RENESAS

www.renesas.eu

Autor: David Parsons
– Consultor para Renesas Electronics (Europe) GmbH.

Traducción: Óscar Alonso Estradé – Ingeniero de aplicaciones de Renesas Electronics (Europe) GmbH.

Resumen

Para aquellos que no estuvieron en el Embedded World 2012 o que no han visto alguno de los artículos y videos, el título se refiere a la demostración de un microcontrolador de Renesas, el RL78, con LCD, que fue alimentado con un sólo limón durante todo el evento (¡tres días!), para demostrar realmente, que el RL78 fue y sigue siendo, una de las familias de microcontroladores con más bajo consumo.

Aunque pudiera parecer un truco y cuando no, sugiere utilizar una fruta como alternativa a las baterías, para demostrar que en aplicaciones alimentadas por baterías, como medidores de gas, de agua, controladores HVAC, herramientas de pruebas portátiles, equipos médicos portátiles y muchos otros pueden aumentar significativamente la duración de la batería y en algunos casos durar ésta, hasta el final de la vida del producto.

Para aquellos que no lo han visto antes, existen muchos videos y artículos, que pueden encontrar visitando la web de Renesas o buscar "Renesas lemon demonstration" en la web. En la figura 1, se muestra una imagen del sistema que se presentó en la Embedded World.

La necesidad de funcionar a bajo consumo, está impulsada por las

demandas del mercado para entornos más verdes y un mejor uso de los recursos, haciendo que las baterías tengan que durar más y que el coste total de los equipos basados en baterías, sea mayor (los costes de producto más la disposición), que un sistema equivalente alimentado desde la línea.

Regulaciones gubernamentales a nivel mundial se focalizan en las reducciones de potencia en funcionamiento y espera, haciendo más fuertes las demandas sobre el consumo total de energía de equipos electrónicos. Un número creciente de productos, funcionan hoy o funcionarán con pilas o incluirán una batería de respaldo que impone más exigencias en el diseño y sobre todo en el microcontrolador. Reducir el consumo de energía es vital para que los equipos de se ajusten a los objetivos de potencia y cumplan las regulaciones.

Introducción

Éste es el primero de una serie de cuatro documentos, que examinan muchas de las técnicas que permite a los diseñadores, combinar ambas, prestaciones y bajo consumo en sus aplicaciones.

Para éste propósito se referencian dos familias de microcontroladores de Renesas, el RL78, con

altas prestaciones y bajo consumo ($63 \mu\text{W}/\text{MHz}$) en una familia de 16 bits, ya mencionado anteriormente y el RX100, con altas prestaciones y bajo consumo ($100 \mu\text{W}/\text{MHz}$) y familia de 32 bits, ofreciendo más prestaciones pero manteniendo buenas cualidades también en el bajo consumo.

Mientras que estos productos específicos (RL78/L12 y RX111) son los que usamos para referencia y comparación, los principios y las técnicas, se aplican por igual a todos los demás productos de las familias del RL78 y RX.

Además de éste documento centrarse principalmente en la demostración del "limón con LCD" y su configuración, también proporciona una introducción a una serie de documentos que definen los principios comunes necesarios para los diseños de bajo consumo. Los otros tres documentos (listados a continuación), analizan con más detalle muchas de las especificaciones del bajo consumo y su diseño.

Documento 2: Reglas de diseño de bajo consumo con MCU. Análisis de varias técnicas para proporcionar el menor consumo posible.

Documento 3: Reducir el reloj frente al modo de espera del MCU, para diseños de bajo consumo.

Reducir la velocidad del reloj del microcontrolador durante el funcionamiento y el tiempo ocioso y los efectos de combinarlos con tiempos de espera.

Documento 4: Maximiza la duración de tu batería.

Análisis de sistemas, diseñados para pasar largos periodos de funcionamiento en espera.

Sería ideal leer todos estos documentos conjuntamente, incluyendo éste, haciendo un repaso completo del uso del bajo consumo con microcontroladores.

Operación de bajo consumo

Con tantos productos funcionando durante toda su vida con alimentación sólo desde una batería, sin ninguna recarga o cambio

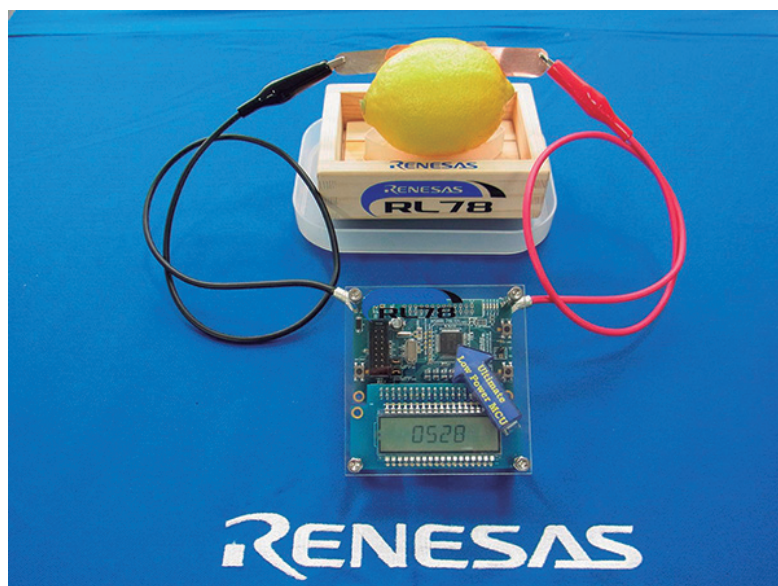


Figura 1. Demostrador de Renesas RL78/L12 LCD.

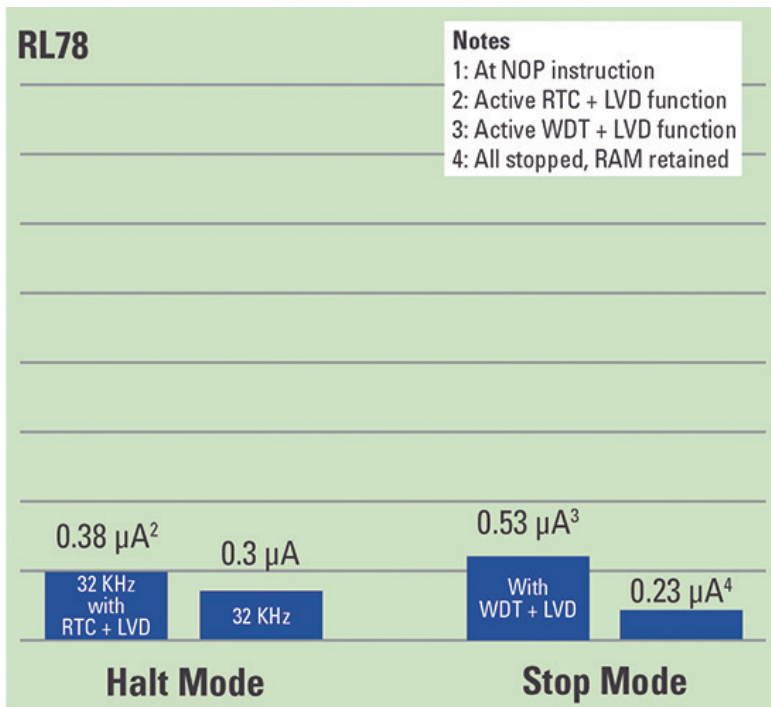


Figura 2. RL78, Consumo de corriente en modo de espera.

de batería, es fundamental tener la posibilidad de tener tiempos de espera con consumos muy bajos y luego poder despertar usando la mínima corriente posible.

Por lo tanto los microprocesadores modernos no sólo deben tener un bajo consumo con una variedad de frecuencias de funcionamiento, sino que también deben soportar funciones flexibles de bajo consumo en modo de tiempo de espera, que permita al diseñador optimizar la selección de la velocidad del reloj frente al consumo de energía en tiempo de ejecución y el uso de modos de espera, para satisfacer los requerimientos del sistema y la vida de la batería. Sin embargo, aunque el microprocesador sea un factor importante, no es la única área a considerar en el diseño, cuando se minimiza el consumo de energía.

El siguiente conjunto de temas comunes, se examinan como parte de esta serie de documentos técnicos:

1. Tiempos de espera del MCU
2. Velocidad de operación del reloj del MCU
3. Fuente de selección del reloj del MCU
4. Operación de periféricos del MCU

5. Uso de pines de entrada /salida del MCU
6. Integración del sistema
7. Opciones de fuentes de alimentación

Estos temas son abordados con detalles en otros documentos.

Para nuestros productos de referencia, el RL78 incluye dos modos de tiempos de espera, "HALT" donde principalmente sólo el reloj de la CPU se detiene y "STOP" donde casi todo el MCU está parado. Ambos se pueden usar para reducir drásticamente el consumo de corriente como muestra en la figura 2 de la derecha. Sin embargo el RL78 incluye un avanzado modo de bajo consumo enlazado con la parada que se llama "SNOOZE".

Cuando se usa este modo en conjunto con los periféricos ADC, UART o CSI (en cualquier combinación), éste permite al reloj principal y a los periféricos, despertarse desde el modo STOP, y procesar el evento (rango válido en el ADC ó recepción válida en UART/CSI) y bien despertar a la CPU para procesar el evento válido o que el MCU vuelva al modo STOP. Esto puede reducir drásticamente las veces que la CPU necesita estar activa hasta que se despierte por un evento válido del sistema.

Esto se combina con muchas de las funciones especiales que existen en muchos productos de los RL78, como el Event Link Controller" (ELC), que se usa para activar secuencias de eventos, usando otros periféricos sin intervención de la CPU. Esto permite un procesamiento de los resultados del ADC o traspaso de datos recibidos por la UART/SPI, a memoria, sin usar la CPU permitiendo a la CPU procesar tareas de la aplicación en paralelo a estos eventos "enlazados", ahorrando tiempo de ejecución.

El RX100, incluye tres niveles de espera, "SLEEP", "DEEP SLEEP", que son similares al modo hardware "HALT" en el RL78 y "SOFTWARE STANDBY" que es básicamente equivalente al modo "STOP" del RL78. Éstos ofrecen los mismos beneficios de ahorro de energía que el RL78, como puede verse en la figura 3 y combinado con unos tiempos rápidos de despertarse, hacen del RX100 uno de los MCU de 32 bits de más bajo consumo disponible.

El RX100 también incluye periféricos como el "Event Link Controller" de nuevo, permitiendo a la CPU procesar tareas de la aplicación en paralelo a estos eventos "enlazados", ahorrando tiempo de ejecución.

Demostración del limón

Una vez fijada la escena para el diseño y operación de bajo descrita arriba, volvemos al tema principal de éste artículo y el ejemplo de la demostración del limón. La gran pregunta es ¿Cómo pudo el demostrador del RL78 durar tres días? Hubo una serie de factores que se tuvieron en cuenta cuando se configuró la demostración:

1. Utilizar el modo de espera tanto como fuera posible, despertando al dispositivo para procesar eventos, lo menos posible.
2. Reducir la velocidad del reloj del sistema a la mínima posible.
3. Configurar el sistema, para que funcione al más amplio rango de tensión de alimentación posible.

Usando estos criterios, el RL78/L12 se configuró para funcionar con un oscilador externo de 32KHz,

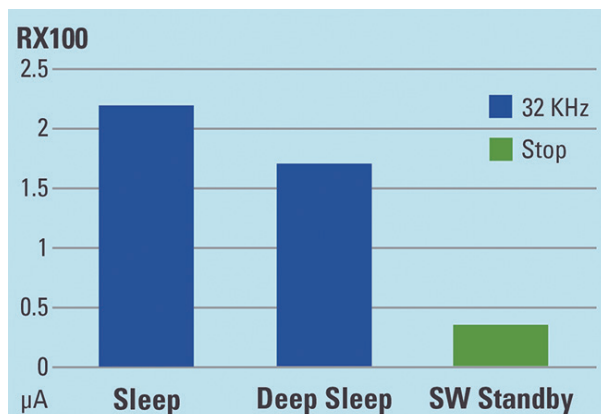


Figura 3. RX100, Consumo de corriente en modo de espera.

usando la opción de oscilador de ultra-bajo consumo (ULP), que activa, después de la inicialización, la CPU, el RTC y el controlador de LCD.

La demostración comenzaba usando el oscilador interno de 1MHz, el cual una vez inicializado el sistema, el reloj principal se cambiaba al de 32 KHz y el oscilador interno se apagaba.

El sistema pasaba más del 90% del tiempo en modo HALT, despertando a la CPU con el RTC cada 1/2 segundo para actualizar los datos del display LCD.

Todas las demás funciones periféricas fueron desactivadas. La "batería" del limón, se hizo con un solo limón, con una placa de magnesio para el terminal -Ve y una placa de cobre para el terminal +Ve. Las dos placas fueron cuidadosamente separadas, para maximizar el efecto dieléctrico, el voltaje y la corriente generados. Todo el sistema daba unos 2.4 μ A a un voltaje nominal de 1.8 V.

Mientras que el limón fue capaz de suministrar un voltaje nominal de 1.8 V, el RL78/L12 funcionaba hasta 1.6 V, el display de LCD requería voltajes más altos, así el controlador de LCD se configuró en modo "boost" para mantener funcionando el voltaje de LCD el mayor tiempo posible.

Conclusión

Este documento establece muchos de los factores claves que se aplican al diseño de funcionamiento y bajo consumo, ya que usando el ejemplo del "limón" muestran que es posible aumentar la vida útil de su batería (¡o limón!).

Aunque cada aplicación tiene sus propias especificaciones y objetivos, poniendo cuidado en el diseño y operación del mantenimiento de bajo consumo, puede hacerse que cualquier aplicación alimentada por baterías, dure más tiempo, alcanzando la meta de aumentar el tiempo de vida de la batería.

Nuestro ejemplo del "limón" es relativamente sencillo, no es muy diferente de un sensor o de una aplicación de medición, donde un evento es procesado periódicamente, y gran parte del tiempo restante pasa inactivo, demostrando que la vida de la batería se puede incrementar cuando se usa en aplicaciones reales.

Como comentario final de nuestra demostración del limón, fue un hecho que el LCD dejó de funcionar debido a que finalmente, la tensión de alimentación fue muy baja para que funcionaran correctamente, la CPU, timers... seguían funcionando, aunque después de tres días el limón mostraba graves signos de deterioro, que no es algo que generalmente ocurra con las baterías. 🍋