

Alta precisión analógica con MCU Synergy para sensores inteligentes



www.renesas.com

Autor: Óscar Alonso Estradé, Ingeniero Senior de Aplicaciones de Renesas Electronics

El continuo desarrollo y el adelanto del Internet de las cosas Industriales (IIoT), implica, la red de dispositivos conectados que transmiten información a través de las redes relevantes en fábrica. Se necesitan dispositivos de sensado inteligentes de todo tipo y tamaños para generar el origen de los datos que formarán parte de la red IIoT inteligente. La maquinaria industrial y el proceso de fabricación son cada vez más complejos debido al aumento de requisitos de contenido integrado de software y electrónica en sensores inteligentes. La transición a la industria 4.0 se basa en las innovaciones que los fabricantes de semiconductores proporcionan con sensores diseñados altamente integrados en el diseño del microcontrolador, con capacidad analógica de precisión, operabilidad a muy bajo consumo y funciones de seguridad integradas.

Renesas Electronics líder del mercado de semiconductores en soluciones basadas en microcontroladores toma un enfoque innovador en la solución del microcontrolador S1JA que aborda estos desafíos de integración que afrontan los fabricantes de sensores para dar vida a sus productos de sensado listos para el IIoT.

El S1JA es la última incorporación a la robusta plataforma de microcontroladores Synergy de Renesas. Dispone de un microcontrolador de ultra bajo consumo basado en la tecnología de microcontroladores con núcleo Arm® Cortex®-M23 capaces de operar hasta 48 MHz, con una puntuación de coremark de 2.49/ MHz, código hasta de 256 KB de flash y 32 KB de memoria SRAM. Capacidades analógicas superiores de alta precisión, como convertidor Digital análogo (ADC) de 16-bit de registro de aproximaciones sucesivas (SAR), ADC Sigma-Delta de 24-bit, convertidor analógico Digital (DAC) de 12-bit y amplificadores operacionales incorporados que eliminan el uso de componentes analógicos externos, reduciendo el coste de materiales y el tamaño del PCB. Además, con las características de fiabilidad y seguridad permiten a los clientes a implementar un sistema seguro.

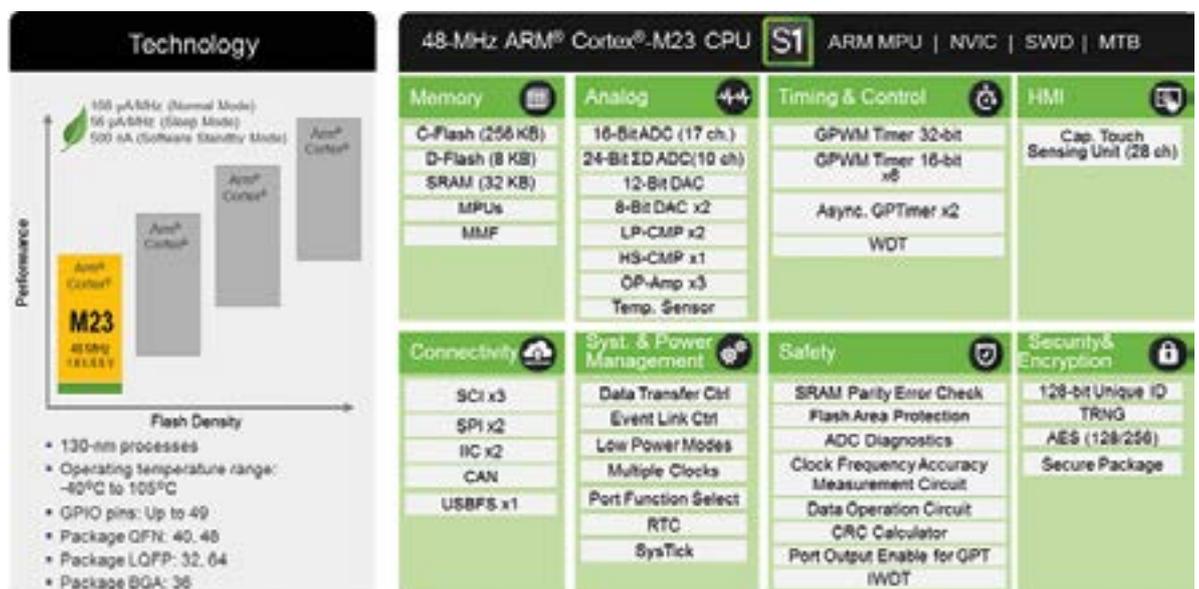
La plataforma Synergy es un ecosistema de plataforma completa de microcontroladores que incluye el paquete de software de Synergy (SSP), específicamente optimizado para la arquitectura de MCU de Synergy. Integra marcos de aplicación de grado comercial para los servicios de nivel

de sistema, librerías funcionales con software especializado, con una capa de controladores de abstracción de hardware muy eficientes (HAL) para todos los periféricos y el paquete de soporte de placas (BSP) incluyendo el código de puesta en marcha de kits y MCU's.

Analog Front End (AFE) altamente configurable

El S1JA integra un panel analógico (AFE) altamente configurable, diseñado desde cero para permitir a los diseñadores superar la complejidad del diseño del circuito analógico asociado con el uso de componentes discretos externos, mientras resuelven los problemas derivados del acondicionamiento de señal para una medición precisa y aparentemente reduciendo el coste del BOM en su aplicación.

El AFE completamente integrado se compone de bloques de funciones analógicas flexibles que se interconectan a través de una matriz de interruptores altamente programables, que permite a los diseñadores volver a diseñar circuitos analógicos de funciones básicas hasta topologías más complejas cuyos requisitos siempre evolucionan en campo sin necesidad



de rediseñar el PCB y además explorando la aplicación con el núcleo de CPU M23 asociado, con funciones inteligentes de calibración automática o algoritmos de compensación automática que pueden maximizar el rendimiento de las aplicaciones de sensado.

Descripción de los bloques con funciones analógicas

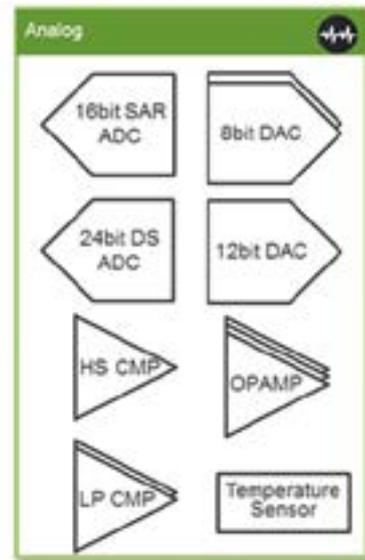
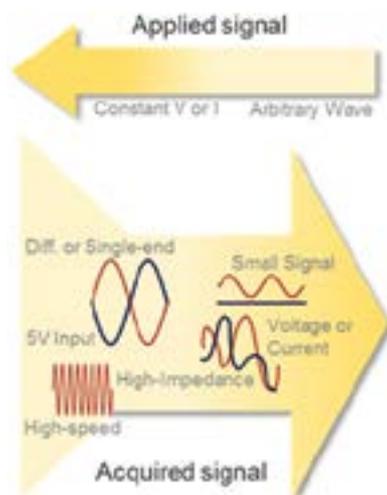
Para maximizar la eficiencia del acondicionamiento de señal ofrecida al usuario y eliminar la necesidad de componentes externos, el S1JA proporciona las mejores capacidades analógicas de su clase como ADCs de alta precisión, Amplificadores operacionales (Op-Amps rail to rail con bajo off-set) y DACs de respuesta rápida.

El MCU ofrece un total de tres unidades de amplificadores operacionales diferenciales, con un producto de ganancia de ancho de banda (GBW) de hasta 4,8 MHz. Pueden configurarse en distintos modos de velocidad para el mejor equilibrio entre velocidad de respuesta y consumo de energía.

Los Op-Amps son independientes y en cascada, permitiendo la implementación de diversas tipologías de circuito tales como instrumentación, seguidor de voltaje, entre otros. Su señal de E/S puede utilizarse como entrada de señales del ADC SAR de 16-bit, el ADC Sigma-Delta de 24 bits, los comparadores de baja potencia o directamente a los pines de salida externa del MCU. Mediante el paquete de software SSP que Renesas proporciona, los módulos de conexión analógica simplifican la configuración de la matriz de interruptores y la interconexión entre los bloques de función, facilitando la implementación de acondicionado analógico de circuitos complejos.

Dos DAC de 8-bit internos permiten ajustar el offset de voltaje de los amplificadores operacionales para reducir la interferencia de conversión entre los circuitos A/D y D/A.

Dos comparadores analógicos de baja potencia (ACMPLP) independientes y un comparador analógico de alta velocidad (ACMPHS), comparan la tensión de referencia con una tensión de entrada analógica. Los



resultados de la comparación se pueden leer por el software o también sacar externamente. Ambos tipos de comparador integran una función de filtro de reducción de ruido. La tensión de referencia puede seleccionarse entre los pines entrada del voltaje de referencia externa, una salida del convertidor interno, o de la tensión de referencia interna (V_{ref}) generada internamente por el MCU. Esta flexibilidad es apreciada por los desarrolladores para realizar comparaciones GO/NO-GO entre señales analógicas sin requerir el uso de la conversión A/D. Además, los desarrolladores tienen una selección de modos de velocidad en el ACMPLP a su disposición para establecer el equilibrio deseado entre el tiempo de demora de la respuesta de comparación y el consumo de corriente, antes de iniciar la operación de comparación.

ADC dual de alta resolución para el mejor rendimiento

S1JA dispone de dos ADC's de alta resolución para un mejor rendimiento en todos los escenarios de adquisición de señales físicas.

Se proporciona un conversor A/D Sigma Delta (SDADC24) de 24-bit con un amplificador de instrumentación con ganancia programable (PGA). Se pueden seleccionar hasta 10 canales single-ended/5 canales diferenciales de entrada analógicas. Dos canales de entrada analógica single-ended/1 canal de entrada diferencial analógica

son entradas de los amplificadores operacionales internos. La entrada analógica multiplexada es entrada al convertidor A/D sigma delta por el amplificador de instrumentación de ganancia programable (PGA). La ganancia del PGA se puede establecer desde $\times 1$ a $\times 32$ para cada canal. La velocidad de datos es programable de 488 sps hasta 15.6 ksp. La conversión A/D es controlada por un secuenciador incorporado capaz de funcionar en tres modos de funcionamiento, modo de escaneo continuo, modo de solo lectura y operación paso a paso, pudiendo iniciar los dos últimos por software o hardware. Una función de ayuda de detección de desconexión es posible en los lados positivos y negativos en el modo de entrada balanceado.

El resultado de la conversión A/D es filtrado por el filtro digital SINC3 y luego almacenado en un registro de salida. Una función de calibración calcula la ganancia del error y el valor de offset de corrección de error, bajo las condiciones de uso para permitir la conversión del A/D de alta precisión. Se puede seleccionar una tasa de sobre muestreo entre 64 y 20448. Se puede activar una fuente de alimentación para sensores (SBIAS) de forma independiente, incluyen un circuito de protección de corriente, que protege el circuito interno si se produce un estado de sobrecarga. La función de ayuda de detección de desconexión detecta desconexión de entrada balanceada antes del inicio de una conversión normal del A/D.

Se proporciona un conversor A/D (ADC16) de 1Mps y 16-bit de aproximaciones sucesivas, que incluye hasta 17 canales analógicos de entrada o 4 entradas analógicas diferenciales. Para la conversión analógica-digital, el usuario puede beneficiarse de una extensa selección de fuentes de entrada incluyendo, el voltaje de referencia del SDADC24, la salida del sensor de temperatura incluido (TSN), el pin de fuente de alimentación de sensor (SBIAS) o el pin de entrada para voltaje de referencia externo VREF para el SDADC24, y la tensión de referencia interna. El ADC16 soporta 3 modos de funcionamiento, escaneo simple, continuo o en grupo. Se enriquece con una función de autodiagnóstico que se realiza una vez, al principio de cada escaneo, una función de calibración que permite la alta precisión de conversión del A/D mediante la obtención de la linealidad del conjunto de condensadores y obtener el valor de corrección de la ganancia de error (offset) en las condiciones de uso y una función de detección de desconexión de entrada analógica entre otros. La condición de inicio para poner en funcionamiento el A/D es por software, solicitud sincrónica desde el controlador de enlace de eventos (ELC), o el inicio asíncrono desde el pin de disparo externo.

S1JA proporciona un convertidor D/A de 12 bits (DAC12) para el usuario, un componente muy útil para proporcionar compatibilidad con versiones anteriores en aplicaciones de sensado inteligente donde hay que enviar una copia analógica del valor de la medida al sistema de control, por ejemplo. La conversión D/A puede iniciarse como entrada de una señal de evento (ELC). Renesas ha diseñado esta IP principalmente para minimizar la interferencia entre módulos analógicos. El tiempo de refresco de la actualización de conversión de datos del D/A se controla habilitando la señal sincrónica de entrada del ADC16, que reduce el efecto de la corriente del DAC12 en la precisión de conversión del A/D.

Esquema de fuente de alimentación analógica flexible

Para las mejores prácticas de diseño y rendimiento, el S1JA ofrece un

esquema de fuente de alimentación flexible, donde la tensión analógica del ADC16 y los otros bloques de función analógicas son independientes de la tensión de alimentación del SDADC24. Del mismo modo, se puede seleccionar una tensión de entrada de referencia externa dedicada para el SDADC24, el ADC16, el DAC12 y los comparadores, además de la referencia generada internamente.

Conclusión

El S1JA ofrece un arsenal de características y capacidades para realizar un completo acondicionamiento de señal en un microcontrolador de ultra bajo consumo, a un precio muy rentable. La combinación única de periféricos analógicos elimina la necesidad de complejos diseños de PCB's y reduce el uso de componentes externos caros. El usuario además puede reducir su BOM haciendo uso de la data-flash interna para sustituir una memoria E²PROM externa, o hacer la fuente de reloj externa redundante, debido a la alta precisión del oscilador incluido (OCO) que tiene una precisión de menos del $\pm 2\%$ en todo el rango de temperatura soportada por la gama ($\pm 1\%$ en el estándar industrial de -20 a 85°C).

Los generosos recursos de Flash/Ram/data-flash ofrecidos, hacen que el S1JA abra la puerta a la integración de software y dar a los diseñadores la libertad de explorar algoritmos de medición que puedan maximizar el rendimiento de la aplicación o interoperabilidad. Los bloques de función de seguridad integrada, acelerador criptográfico AES, generador de números aleatorios y unidades de protección de memoria, permiten una implementación de un sistema seguro, eliminando la necesidad de funciones de seguridad exteriores, extendiendo además la funcionalidad del software en aplicaciones de

protocolos inalámbricos o de comunicaciones. La función de espejo de memoria hace fácil implementar la capacidad de actualización en campo por cambio de una región de memoria a otra con un simple interruptor.

El amplio voltaje de funcionamiento de 1.6V a 5.5V para los bloques analógicos y digitales, y un consumo de $108\mu\text{A}/\text{MHz}$ a 48 MHz, denota que el S1JA tiene capacidades primordiales de ultra bajo consumo para prolongar la vida de la batería en aplicaciones de batería o back-up. Esto incluye el modo de espera de software líder en la industria con un consumo de 500nA, altamente beneficioso en aplicaciones que funcionan con baterías y con largos períodos en reposo.

Otros beneficios, son un gran número de pines que habilitan botones táctiles capacitivos para interfaces HMI, módulo de interfaz CAN, USB de alta velocidad, sensor de temperatura incluido en el chip, los cuales pueden ser configurados para un consumo de energía optimizado, haciéndolo un dispositivo eficiente para la aplicación, tanto en términos de hardware y software.

El S1JA es soportado por el entorno de desarrollo integrado (IDE) de Synergy IAR Embedded Workbench y el e² estudio basado en Eclipse incluido en el paquete de software de Synergy, que se descarga desde la web de Renesas Electronics y completamente de forma gratuita para su uso. Los desarrolladores ahora tienen acceso a un ecosistema expansivo complementado por una galería online donde puede elegir entre una amplia selección de soluciones de los socios de software, herramientas, compilador, RTOS y seguridad. También hay una gran cantidad de recursos de documentación, diseños de referencia, notas de aplicación, videos, junto con el soporte de Q&A y herramientas: kits de evaluación o demos. ■

