



## Precision Analog의 즐거움 : 진정한 System-on-Chip 성능

By: Aaron GL Podbelski, Senior Product Marketing Engineer, Cypress Semiconductor Corp.

시스템의 복잡성이 증가함에 따라 엔지니어들은 디자인의 통합은 유지하면서 단일 디바이스로 아날로그 및 디지털 모두에 더 많은 구성 요소들을 통합하는 것이 필요하게 되었다. 이로 인해 이전 세대의 아날로그 구성요소들 보다 더욱 정밀한 아날로그 구성요소들을 통합하는 새로운 혼합-시그널 마이크로컨트롤러 (mixed-signal microcontrollers)가 부상하고 있다. 이러한 차세대 혼합-시그널 마이크로컨트롤러를 활용하면 설계 과정을 통해 BOM 비용 절감, 보드 면적 절약, IP 보호 및 변경을 위한 보다 큰 유연성을 제공하는 설계가 가능해 진다. 이제 혼합-시그널 마이크로컨트롤러는 20-bits 이상의 정밀도를 가진 ADC와 낮은 오프셋 전압과 0.1%의 전압 레퍼런스를 가진 증폭기를 가진다.

이전 세대의 혼합-시그널 마이크로컨트롤러는 설계에서 향상된 차원의 통합기능을 가능하게 하지만 이러한 특징의 아날로그 구성요소들은 종종 많은 설계 작업을 위한 충분한 정밀함을 가지고 있지 않다. Low-end 아날로그 설계는 통합으로 인한 이점을 가지고 있지만 mid-end와 high-end 설계는 여전히 외부 아날로그 구성요소를 필요로 한다. 새로운 세대의 혼합-시그널 마이크로컨트롤러는 그들의 아날로그 구성요소를 향상시켰으며, 그로 인해 mid-end 및 일부 high-end 설계는 디지털 및 아날로그 시그널 모두를 통합하는 디바이스의 이점을 이용할 수 있게 되었다.

혼합-시그널 마이크로컨트롤러가 더 많은 기능을 가지고 있으면 있을수록 설계는 진정한 system-on-a-chip이 될 가능성이 많아진다. ADC, DAC, comparators, mixers, amplifiers, filters, voltage references를 통합함으로써 단일 혼합-시그널 마이크로컨트롤러는 설계와 컨트롤 시스템의 완전한 아날로그 front end가 될 수 있다. 설계는 2개 센서의 input을 가질 수 있으며 시그널을 증폭하고 조정할 수 있다. 그로 인해 디바이스에 의해 직접 구동되는 LCD에 표시되도록 계량한다. 이러한 한 사례는 완전한 system-on-a-chip 설계인 temperature compensated gas meter일 것이다.

혼합-시그널 마이크로컨트롤러를 이용하는 주요 장점들 중 하나는 아날로그 IP 보호이다. 개별 적인 구성요소를 이용하는 복잡한 아날로그 설계는 경쟁업체들에 의해 역으로 설계될 수 있다. 이용된 구성요소 리스트는 쉽게 결정될 수 있으며, 시그널은 레퍼런스 디자인으로 아날로그 front end를 효과적으로 변하게 하여 oscilloscope로 읽을 수 있다. 만일 이 디자인이 아날로그 시그널을 조정하기 위해 혼합-시그널 마이크로컨트롤러를 효과적으로 이용한다면 디자인을 블랙 박스 상태로 되게 한다.

아날로그 시그널이 어떻게 처리되고 있는지를 결정하고자 하는 경쟁업체는 디바이스로의 입력 만을 볼 수 있으며 사용된 구성요소들과 그들이 어떻게 서로 연결되어 있는지 또는 그들의 세팅이 어떤 것인지에 대한 통찰은 가지고 있지 않다. 좋은 디자인은 이러한 문제들을 해결하기 위한 새로운 방법들을 활용한다: 우수한 디자인은 그들의 IP를 보호하기 위해 독창적인 방식을 채택한다.

싸이프레스의 PSoC 3과 PSoC 5 디바이스와 같은 확실한 혼합-시그널 마이크로컨트롤러의 또 다른 혜택은 이들 디바이스가 시그널 라우팅 (routing)에 대한 우려를 해결한다는 것이다. PCB 상에 traces를 펼칠 때 설계자들은 노이즈-유도 시그널을 주의 깊게 고려하고 적절하게 그러한 것들을 민감히 보호할 필요가 있다. 이들 디바이스를 프로그램 하기 위해 사용된 소프트웨어 툴들은 아날로그 시그널을 위한 최적의 통합성 제공을 위해 자동으로 내부 시그널 모두의 루트를 정한다. 그로 인해 시스템 설계자들은 프로젝트의 다른 부분에 초점을 맞출 더 많은 시간을 가지게 된다.

보통 혼합-시그널 마이크로컨트롤러는 설계에서 비용 절감을 가능하게 해 준다. ADCs, DACs, comparators, amplifiers, mixers, voltage references, analog MUXs 등의 통합은 BOM의 감소를 가능하게 한다. 디바이스가 보다 범용의 아날로그 구성요소를 통합함으로써 외부 구성요소는 분명 필요치 않으며 비용 또한 절약된다. 같은 측면에서 이러한 구성요소들이 더 이상 보드상에 존재하지 않음으로써 PCB의 크기가 줄어들 수 있으며 더 많은 비용도 절약된다. 이와 함께, 보드상의 더 적은 구성요소들은 설계자가 traces와 함께하는 노이즈 문제를 염려할 필요가 없으며 설계 시간을 더 적게 소모하게 하면서 경로 지정이 간편해진다. 혼합-시그널 마이크로 컨트롤러가 포함된 아날로그 구성요소들의 정밀도와 정확성을 향상시키기 시작함으로써 더 많은 설계가 systems-on-chips으로써 이러한 디바이스들을 이용하여 비용 절감 효과를 활용할 수 있다.

디지털 요리 온도계는 새로운 고-정밀 혼합-시그널 마이크로컨트롤러가 어떻게 이전 세대의 간결한 솔루션을 제공할 수 있는지를 보여주는 하나의 좋은 사례이다. 이 사례에서 K 타입의 온도센서는  $\sim 40\mu V/^{\circ}C$ 의 output을 제공하는 temperature probe를 위해 사용될 것이다. Output이 필요한 범위용으로 작은 관계로 시그널을 정확하게 잡기 위해 아주 정밀한 레퍼런스가 필요하다. Thermocouple output은 절대적으로 측정되며 따라서 thermistor에 의해 (thermistor가 ratiometric measurement를 제공함에 따라) 구현되는 신중한 junction reading 이 또한 요구된다.

이전 세대의 혼합-시그널 마이크로컨트롤러는 열전대 (thermocouple)를 적절히 측정하기 위해 일부 외부 구성요소를 사용하는 것이 필요하다. 이전 혼합-시그널 마이크로컨트롤러의 내부 전압 레퍼런스 인사이드가 평균 3%로 정확하기 때문에 외부 정밀 레퍼런스가 요구된다. 0.1%의 정확 한 전압 레퍼런스는 보통 이런 목적으로 사용된다. 전압 레퍼런스는 scale reference point로서 사용되며, thermocouple input으로 뿐만 아니라 컨트롤러의 ADC로도 공급된다. ADC는 따라서 적절한 읽기 기능을 제공하기 위해 열전대와 전압 레퍼런스 읽기 사이를 교차한다. 열전대의 output이 작기 때문에 amplifier는 ADC의 해상도에 따라 시그널을 향상시키기 위해 사용될 수도 있다. Thermistor의 output은 thermal reference로 읽히며, 열전대의 output은 이러한 측정에 더해진다. 아래 그림 1은 이러한 설정을 보여주고 있다.

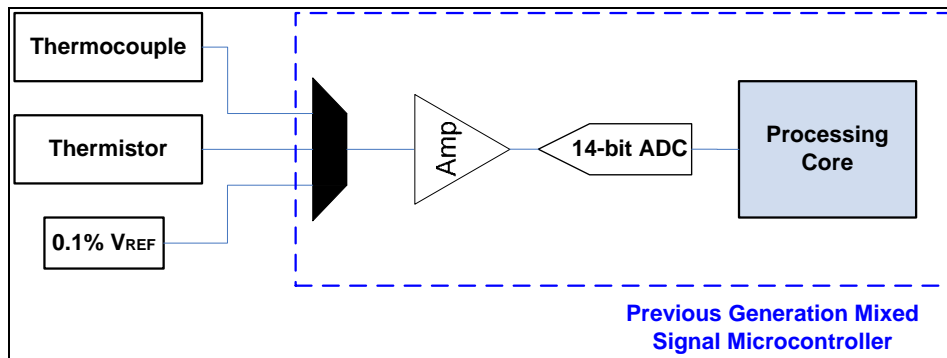


그림 1 : 정밀하지 못한 혼합-시그널 마이크로컨트롤러를 기반으로 한 열전대 읽기의 블록 다이어그램

새로운 혼합-시그널 마이크로컨트롤러를 위한 열전대 output을 측정하기 위한 설정은 아주 간단하다. 이러한 혼합-시그널 마이크로컨트롤러의 일부는 0.1%의 전압 레퍼런스를 가지고 있는 싸이프레스의 PSoC 3과 같은 아주 정밀한 전압 레퍼런스를 가지고 있다. 이 경우 외부 레퍼런스는 필요 없다. ADC는 측정을 위해 내부 레퍼런스를 이용할 수 있으며, 따라서 설계자는 열전대를 정확하게 읽기 위한 추가 설정을 염려할 필요가 없다. 이는 아래 그림 2에서 보여주고 있다. 만일 사용되고 있는 디바이스가 고 해상도의 ADC를 또한 가지고 있다면 전환이 충분한 신호 단위를 제공할 것이기 때문에 증폭 단계는 제거될 수 있다. 싸이프레스의 PSoC 3 디바이스는  $1\mu V$  아래로 1.0V 범위의 시그널을 측정할 수 있는 20-bit Delta-Sigma ADC를 가지고 있다. 고-정밀 혼합-시그널 마이크로컨트롤러의 사용은 설계가 덜 복잡하게 됨으로써 설계자들이 그들의 설계에 보다 적은 시간을 소모하게 한다. 이는 결국 보드 면적과 비용을 절약 시켜 준다.

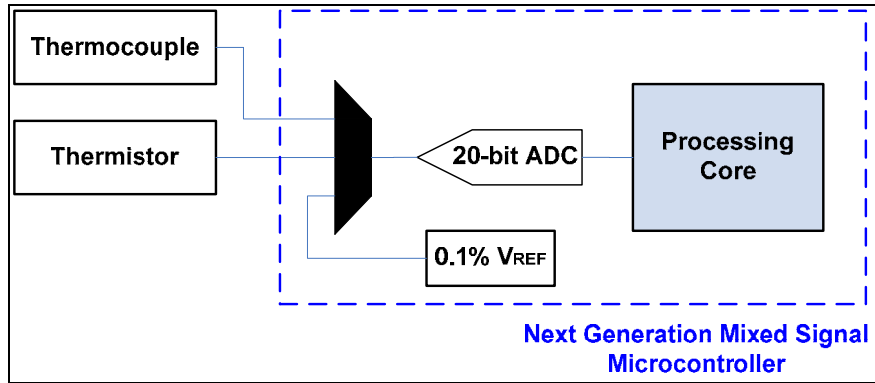


그림 2 : 새로운 고 정밀 혼합-시그널 마이크로컨트롤러를 기반으로 한 열전대 읽기의 블록 다이어그램

결론적으로 새로운 세대의 혼합-시그널 마이크로컨트롤러는 설계자들이 그들의 설계를 간단하게 하고 IP를 보호하며, 외부 구성요소의 필요성을 줄이고 그들이 디바이스로부터 수신하는 value의 양을 증가시킬 수 있도록 해 준다. 이러한 디바이스에서 아날로그 구성요소의 향상된 품질은 설계자들에게 그들의 설계를 어떻게 수행할 수 있을 것인지에 대한 더 많은 선택권을 제공할 뿐만 아니라 문제 해결을 위해 고유한 방식을 가능하게 해 준다. 앞서 논의한 열전대 (thermocouple)의 사례는 혼합-시그널 마이크로컨트롤러의 다양한 레벨이 어떻게 문제를 해결할 수 있는지, 그리고 최신 세대의 혼합-시그널 마이크로컨트롤러가 어떻게 디자인을 보다 더 간편하게 할 수 있는지를 보여주고 있다. 혼합-시그널 마이크로컨트롤러는 광범위한 디자인 분야에서 더욱 확산되고 있으며, 보다 향상된 아날로그 성능을 가진 이들 디바이스의 최신 세대는 이러한 성장을 확인시켜주고 있다.

Cypress Semiconductor  
 198 Champion Court  
 San Jose, CA 95134-1709  
 Phone: 408-943-2600  
 Fax: 408-943-4730  
<http://www.cypress.com>

© Cypress Semiconductor Corporation, 2007. The information contained herein is subject to change without notice. Cypress Semiconductor Corporation assumes no responsibility for the use of any circuitry other than circuitry embodied in a Cypress product. Nor does it convey or imply any license under patent or other rights. Cypress products are not warranted nor intended to be used for medical, life support, life saving, critical control or safety applications, unless pursuant to an express written agreement with Cypress. Furthermore, Cypress does not authorize its products for use as critical components in life-support systems where a malfunction or failure may reasonably be expected to result in significant injury to the user. The inclusion of Cypress products in life-support systems application implies that the manufacturer assumes all risk of such use and in doing so indemnifies Cypress against all charges.

PSoC Designer™, Programmable System-on-Chip™, and PSoC Express™ are trademarks and PSoC® is a registered trademark of Cypress Semiconductor Corp. All other trademarks or registered trademarks referenced herein are property of the respective corporations.

This Source Code (software and/or firmware) is owned by Cypress Semiconductor Corporation (Cypress) and is protected by and subject to worldwide patent protection (United States and foreign), United States copyright laws and international treaty provisions. Cypress hereby grants to licensee a personal, non-exclusive, non-transferable license to copy, use, modify, create derivative works of, and compile the Cypress Source Code and derivative works for the sole purpose of creating custom software and or firmware in support of licensee product to be used only in conjunction with a Cypress integrated circuit as specified in the applicable agreement. Any reproduction, modification, translation, compilation, or representation of this Source Code except as specified above is prohibited without the express written permission of Cypress.

Disclaimer: CYPRESS MAKES NO WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, WITH REGARD TO THIS MATERIAL, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. Cypress reserves the right to make changes without further notice to the materials described herein. Cypress does not assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit described herein. Cypress does not authorize its products for use as critical components in life-support systems where a malfunction or failure may reasonably be expected to result in significant injury to the user. The inclusion of Cypress' product in a life-support systems application implies that the manufacturer assumes all risk of such use and in doing so indemnifies Cypress against all charges.

Use may be limited by and subject to the applicable Cypress software license agreement.