



AFE: sposób na sensory

Jednym z trudniejszych zadań w projektowaniu układów pomiarowych są analogowe obwody wejściowe, odpowiadające za „kondycjonowanie” sygnałów z czujników pomiarowych. Szczególnie trudne jest zbudowanie toru wejściowego potrafiącego współpracować z wieloma typami czujników jednocześnie, dzięki czemu można jednocześnie mierzyć wiele parametrów fizycznych monitorowanego procesu.

Nowoczesne rozwiązanie tego problemu zaproponowała firma National Semiconductor, wprowadzając do produkcji konfigurowalne układy analogowe AFE (*Analog Front End*) oraz oprogramowanie narzędziowe umożliwiające ich dostosowanie do wymogów aplikacji. Pomysł, który prezentujemy w artykule, jest dość nowy (ostatnie miesiące 2010 roku), dlatego w ofercie producenta znajdują się dwa układy scalone należące do rodziny AFE, ale ich budowa i wynikające z niej możliwości spełniają większość spodziewanych wymogów.

LMP90100: uniwersalny układ wejściowy

Układ LMP90100 pojawił się na rynku jako pierwszy w rodzinie AFE, jego budowę pokazano na **rysunku 1**. Jednym z najważniejszych bloków wewnętrznych tego układu jest 24-bitowy przetwornik A/C (sigma-delta) o częstotliwości próbkowania

programowanej w zakresie od 1,7 do niemal 215 próbek na sekundę. Przetwornik wyposażono w system autokalibracji oraz filtr służący do minimalizowania wpływu zakłóceń sieciowych (50 lub 60 Hz) na wyniki pomiarów.

Sygnał podawany na wejście przetwornika A/C może być wzmacniany za pomocą dwustopniowego wzmacniacza o programowanym wzmocnieniu (od 1 do 128 V/V), przy czym wzmacniacz oraz bufor wejściowy mogą pracować w konfiguracji różnicowej lub symetrycznej, w zależności od rodzaju sensora dołączonego do wejść układu. W torze wejściowym producent zastosował 8-kanałowy multiplexer analogowy, który umożliwia wykonywanie pomiarów w 4 kanałach różnicowych lub 7 asymetrycznych.

W przypadku wykorzystywania czujników zasilanych prądowo (np. mostków), konstruktorzy urządzeń pomiarowych bazujących na układzie LMP90100 mają

Dodatkowe informacje...
...są dostępne pod adresem:
www.national.com/sensor_afe

uproszczone zadanie, bowiem wyposażono go w dwa programowane źródła prądowe o wydajności do 1 mA. Dzięki wyposażeniu torów wejściowych w analogowy system diagnostyczny prezentowany układ może samodzielnie wykryć fakt zwarcia wyprowadzeń czujnika lub przerwę w jego obwodzie, co minimalizuje ryzyko wykonania błędnych pomiarów. System ochrony jakości pomiarów wprowadzono także „po stronie” cyfrowej; dane przesyłane z układu LMP90100 za pomocą interfejsu SPI do mikrokontrolera są zabezpieczane sumą kontrolną CRC, co ogranicza ryzyko powstania błędnych odczytów.

Duża liczba kanałów wejściowych pozwala dołączać do układu LMP90100 kilka czujników jednocześnie, dzięki czemu pojedynczy układ AFE spełnia zadanie kompletnego interfejsu mierzącego np. temperaturę, wilgotność i ciśnienie. Żeby ułatwić odczyt danych z kilku czujników, konstruktorzy układu wyposażyli go w programowany sekwencer odczytu, który może pracować w kilku trybach, począwszy od zewnętrznego wyzwalania, aż po samoczynne odczyty kanałów w ustalonej kolejności.

http://avt.pl

Prezentowany układ wyposażono także w 7-bitowy, cyfrowy port I/O (dostępny poprzez SPI), który można wykorzystać do sterowania LED, przekaźników lub kluczy ustalających zakres w dzielniku wejściowym lub w dowolny inny, wygodny w aplikacji sposób. Port cyfrowy można wykorzystać także do odczytu stanu styków klawiatury lub monitorowania dowolnych stanów cyfrowych.

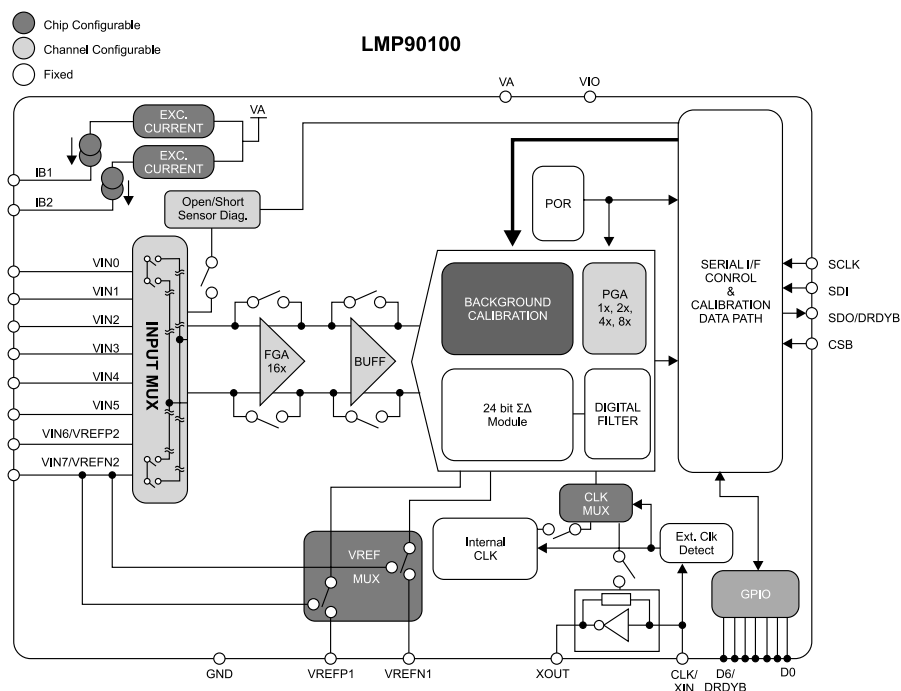
Pomimo niewielkiego poboru mocy, układ LMP90100 wyposażono w system oszczędzania energii, który pozwala go programowo deaktywować (dostępne są tryby: *stand-by* oraz *power-down*).

Prostotę aplikacyjną prezentowanego układu dopełnia fakt dostarczania go w łatwej do montażu obudowie SOIC28, przystosowanej do pracy w zakresie temperatur od -40 do $+105^{\circ}\text{C}$.

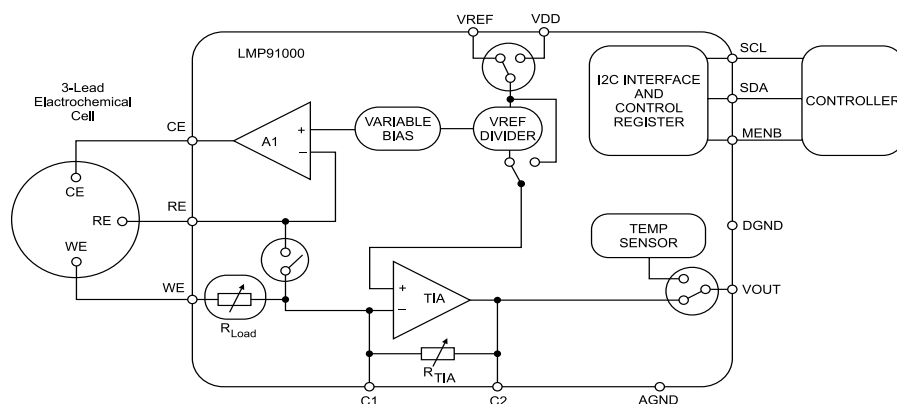
LMP91000: AFE dla chemików

Zupełnie inaczej jest zbudowany drugi z układów z serii AFE – LMP91000 (schemat blokowy pokazano na **rysunku 2**) – przeznaczony do współpracy z sensorami czynników chemicznych, przede wszystkim gazów. Zadaniem tego układu jest wytworzenie analogowego napięcia, proporcjonalnego (w zadanej przez użytkownika skali) do prądu płynącego przez 2- lub 3-przewodowy czujnik dołączony do jego wejścia. Układ wyposażono także w analogowy czujnik temperatury, którego wyjście może być dołączane do wyjścia pomiarowego przemiennie z wyjściem wzmacniacza TIA (*TransImpedance Amplifier*), który odgrywa rolę konwertera prąd-napięcie.

Prezentowany układ wyposażono w interfejs I²C, ale służy on wyłącznie do konfiguracji wzmacniacza TIA, który jest jego mózgiem. Wykorzystanie jego możliwości w systemie cyfrowym wymaga zastosowania zewnętrznego przetwornika A/C.



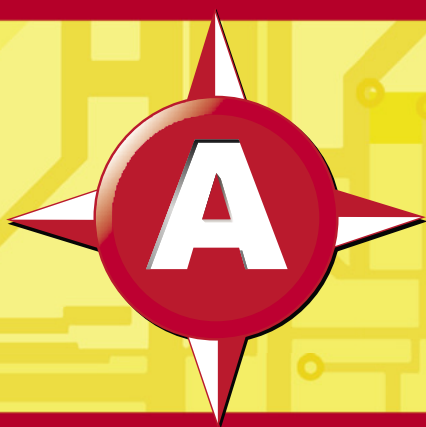
Rys. 1. Schemat blokowy układu LMP90100 z zaznaczonymi blokami konfigurowalnymi



Rys. 2. Schemat blokowy układu LMP91000

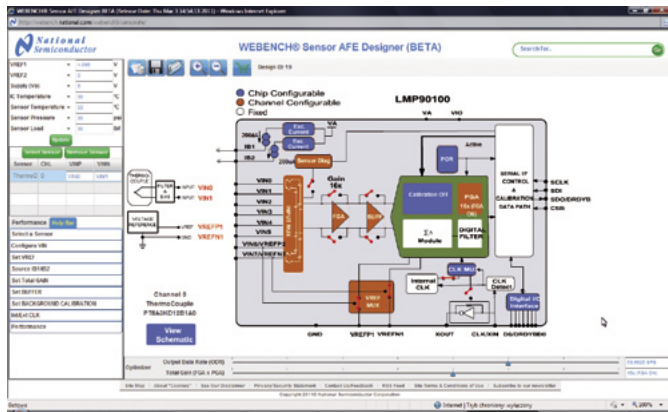
Układy LMP91000 są oferowane pracować w zakresie temperatur od -40 do $+85^{\circ}\text{C}$ w 14-pinowych obudowach QFN, mogą

REKLAMA

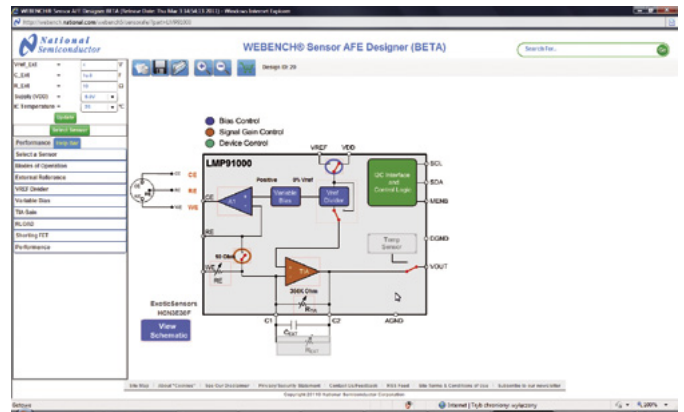


www.automatykaonline.pl

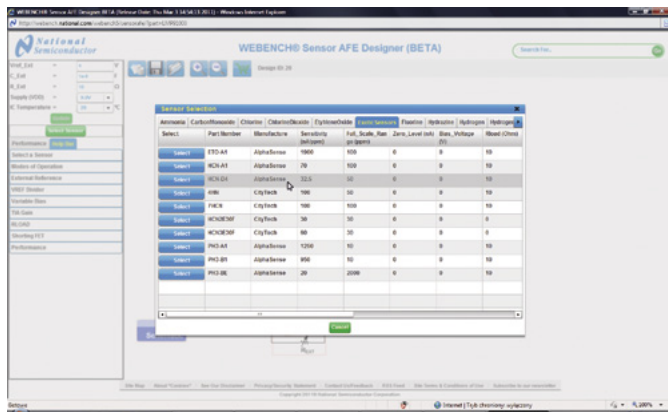
POMAGAMY
WYNALAZCOM!



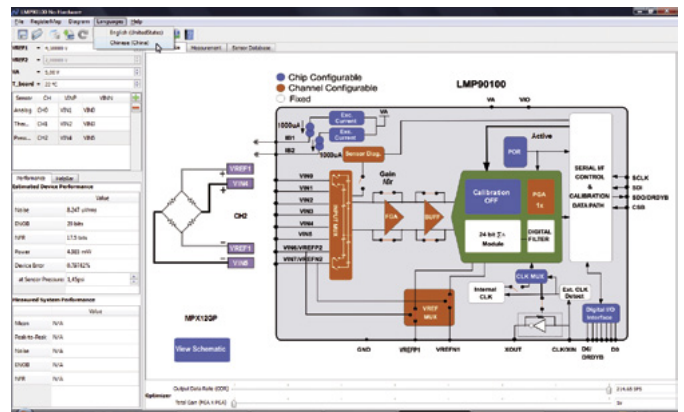
Rys. 3. Okno internetowej aplikacji Webench służącej do konfiguracji układu LMP9100



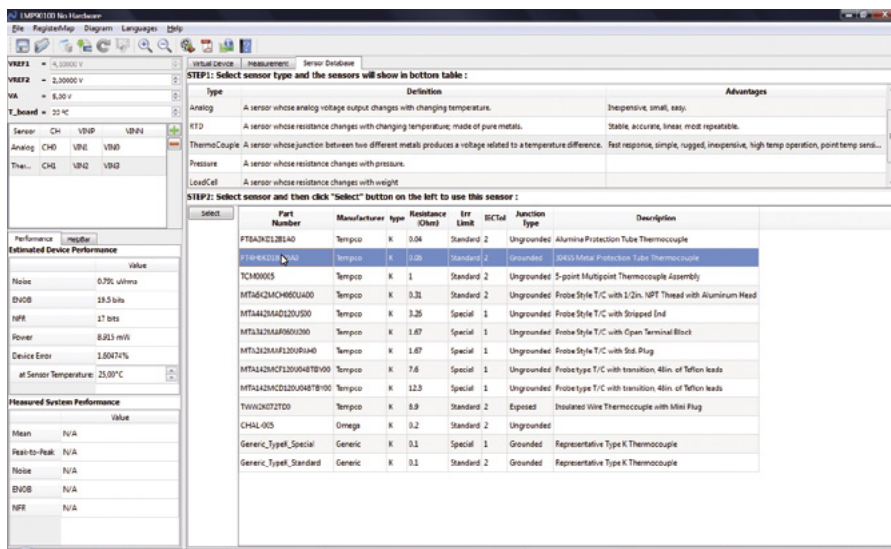
Rys. 4. Okno internetowej aplikacji Webench służącej do konfiguracji układu LMP9100



Rys. 5. Przykładowe okno wyboru czujnika współpracującego z układem LMP9100



Rys. 6. Okno stacjonarnego programu do konfiguracji układów LMP9100



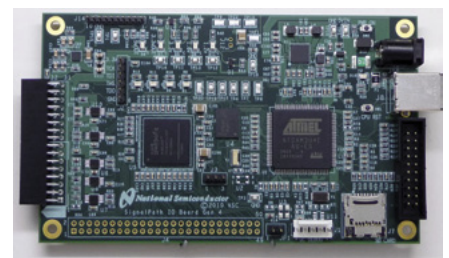
Rys. 7. Biblioteka predefiniowanych czujników współpracujących z układem LMP9100 jest poważnym atutem stacjonarnej wersji programu

Dla ułatwienia konfiguracji układów...

...producent przygotował na swojej stronie internetowej interaktywne programy narzędziowe, które umożliwiają wygodne skonfigurowanie torów pomiarowych i ich charakterystyk. Dla prezentowanych układów dostępne są niezależne aplikacje (rysunek 3 i 4), z których korzystanie jest bezpłatne, wymaga jedynie rejestracji. Oby-

dwa programy wyposażono w biblioteki sensorów o predefiniowanych parametrach (bazujące na ofertach czołowych producentów – rysunek 5), co znacznie ułatwia szybkie przygotowanie pliku konfiguracyjnego dla układu AFE.

Dla konstruktorów stroniących od zdalnych aplikacji narzędziowych firma National Semiconductor przygotowała wersję programu dla Windows (do pobrania), przy



Fot. 8. Wygląd interfejsu SPIO-4

czym w chwili pisania artykułu była dostępna wyłącznie wersja obsługująca układ LMP9100 (rysunek 6). Prezentowany program także wyposażono w bibliotekę przykładowych czujników (rysunek 7), a wynikiem jego pracy jest plik CSV zawierający dane konfiguracyjne przeznaczone do wpisania do rejestrów układu LMP9100.

Stacjonarna wersja programu konfiguracyjnego jest przystosowana ponadto do bezpośredniej obsługi układów AFE, co wymaga zakupu specjalnego interfejsu oferowanego przez National Semiconductor – płytki o nazwie SPIO-4 (fotografia 8). Bogate wyposażenie sprzętowe tego interfejsu (poza mikrokontrolerem z rodziny SAM3U Atmela znajduje się na niej także FPGA z rodziny Spartan 6 firmy Xilinx) pozwala sądzić, że National Semiconductor ma bogate plany rozwojowe w stosunku do rodziny AFE.

Piotr Zbysiński, EP