

# 8051 na analogowo

## DSiT – nowe interfejsy analogowe w mikrokontrolerach firmy Silicon Labs

Silicon Labs jest producentem szerokiej gamy nowoczesnych mikrokontrolerów wyposażonych w popularny rdzeń '51. Dotychczas największy nacisk, oprócz przyspieszenia rdzenia mikrokontrolera, kładziono na integrowanie w strukturach mikrokontrolerów możliwie dokładnych przetworników A/C i C/A. Było to poważne wyzwanie techniczne i technologiczne, ponieważ charakter pracy szybkich układów cyfrowych jest silnie „szumogenny”, co długie lata uniemożliwiało integrację czułych na takie zakłócenia torów analogowych.

Pierwszymi na rynku mikrokontrolerami wyposażonymi w precyzyjne przetworniki A/C były układy

*Obserwowane w ostatnich latach totalne cyfryzowanie elektroniki sugerowało szybki upadek „analogówki”. Trend ten załamał się, czego owocem są coraz bardziej zaawansowane tory analogowe wbudowywane w mikrokontrolery i układy PLD.*

*W artykule przedstawiamy nowość z oferty firmy Silicon Labs: mikrokontrolery 8051 wyposażone w niezwykle rozbudowany analogowy front-end, noszący tajemniczą nazwę DSiT.*

z rodziny ADuC firmy Analog Devices. W jej ślady poszły z czasem także inne firmy, wśród których warto zwrócić uwagę na opracowania Texas Instruments (rodzina MSC1200) oraz STMicroelectronics (rodziny  $\mu$ PSD3100/3200).

DSiT, czyli *Direct Sensor Interfa- ce Technology*, to nowy pomysł firmy

Silicon Labs, której inżynierowie dostrzegli jeden z najpoważniejszych problemów, na jaki bardzo często napotykają konstruktorzy urządzeń: łączenie różnego rodzaju czujników z obwodami wejściowymi mikrokontrolerów.

Z braku innych możliwości, analogowe obwody wejściowe (*front-endy*) były dotychczas budowane

### 8051Flash MCU High-Performance Mixed-Signals



SILICON LABORATORIES

C8051xxx



DS80C320/390/400

DS89C420/430/440/450

16-bit RISC Flash MCU Ultra Low-Power Low-Cost High-Performance



cyan technology

eCOG1,  $\mu$ COG1



MAXQ1000/2000

**AUTORYZOWANY DYSTRYBUTOR**

WG Electronics Sp. z o.o.

ul. Modzelewskiego 35, 02-679 Warszawa

tel. (22) 847 97 20, fax (22) 647 06 42

www.wg.com.pl

wg@wg.com.pl

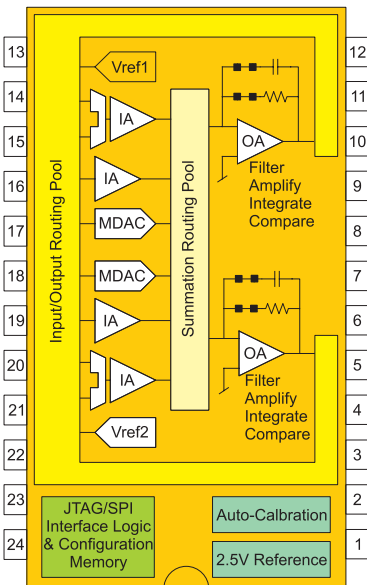


Electronics



Fot. 1. Analogowe układy programowalne produkuje m.in. firma Anadigm

z elementów dyskretnych, w opracowaniach nowocześniejszych stosowano analogowe układy programowalne, np. z rodziny ispPAC (firmy Lattice) lub FPAA (firmy Anadigm, fot. 1) – obydwie rodziny układów były wielokrotnie prezentowane na łamach EP. Rozwiązania oparte na układach programowalnych charakteryzują się możliwością wygodnego i praktycznie beznakładowego modyfikowania parametrów toru wejściowego, którego duże zasoby dostępne dla konstruktora (schemat blokowy układu ispPAC30 pokazano na rys. 2) pozwalają na zbudowanie wzmacniacza wejściowego o prak-

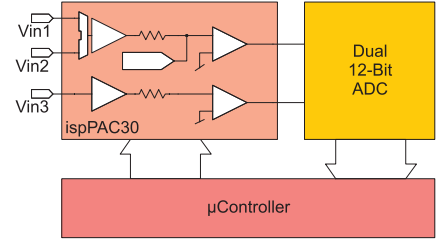


Rys. 2. Schemat blokowy układu ispPAC30

tycznie dowolnych parametrach. Schemat blokowy typowego systemu pomiarowego z zastosowaniem mikrokontrolera, przetwornika A/C oraz układu ispPAC30 pokazano na rys. 3. Niepodważalną zaletą ofert firm Lattice i Anadigm jest dostępność bezpłatnych narzędzi projektowych, za pomocą których można w wygodny sposób przygotowywać projekty, do czego nie jest niezbędna zaawansowana wiedza. Ich dość istotną wadą są natomiast relatywnie wysokie ceny, co ogranicza powszechność ich stosowania.

Wróćmy jednak do DSiT-a, który jest nowoczesnym, a przy tym względnie tanim, pomysłem na budowę toru analogowego o parametrach przystosowanych do współpracy z szeroką gamą popularnych obecnie czujników różnych wielkości.

Co zatem umożliwia DSiT? Schemat blokowy kanału przetwarzania sygnałów analogowych w mikrokontrolerach C8051F350 pokazano na rys. 4. Na wejściu 24-bitowego przetwornika A/C (nie liniowość przetwarzania nie przekracza 0,0015%, maksymalna częstotliwość próbkowania – 1 kHz) ulokowano wzmacniacz o programowanym wzmocnieniu (PGA – Programmable Gain Amplifier), które można zmieniać w zakresie od 1 aż do 128 V/V (z krokiem 2<sup>n</sup>). Sam przetwornik wyposażono w możliwość kalibracji lokalnego offsetu oraz wzmocnienia toru konwersji. Napięcie referencyjne może być wytwarzane przez wbudowane w strukturę źródło napięcia referencyjnego lub pobierane z zewnątrz. Sygnał na wejście przetwornika, w zależności od wymogów projektu, może być pobierany bezpośrednio z wyjścia 8-kanalowego multiplexera analogowego lub za pośrednictwem bufora, zwiększającego impedancję wejściową.



Rys. 3. Schemat blokowy typowego systemu pomiarowego z zastosowaniem układu ispPAC30

Multiplexer może pracować także w konfiguracji 4 wejść różnicowych, co powoduje, że cały analogowy tor przetwarzania A/C jest bardziej odporny na zakłócenia.

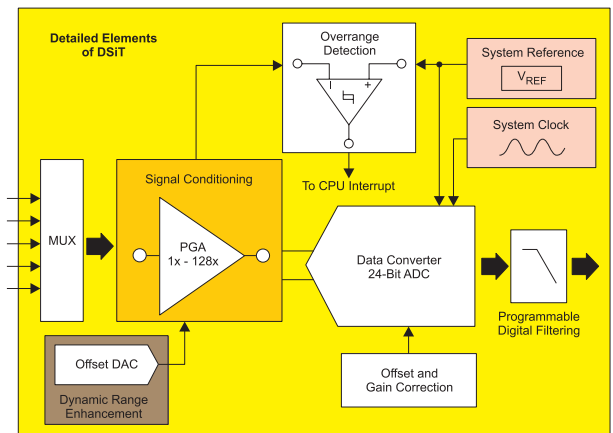
Dodatkowym elementem toru wejściowego są dwie diody krzemowe (oczywiście wbudowane w strukturę mikrokontrolera), które spełniają rolę czujnika temperatury (także otoczenia, ze względu na niewielką moc wydzielaną w strukturze).

Pomiędzy wejściami wzmacniacza PGA i wyjściami buforów znajdują się sumatory napięciowe, które służą do przesuwania składowej stałej przetwarzanych sygnałów. Rolę generatora napięcia offsetu spełnia przetwornik C/A o rozdzielczości 8-bitowej – jest on oczywiście obsługiwany przez jeden z rejestrów SFR mikrokontrolera.

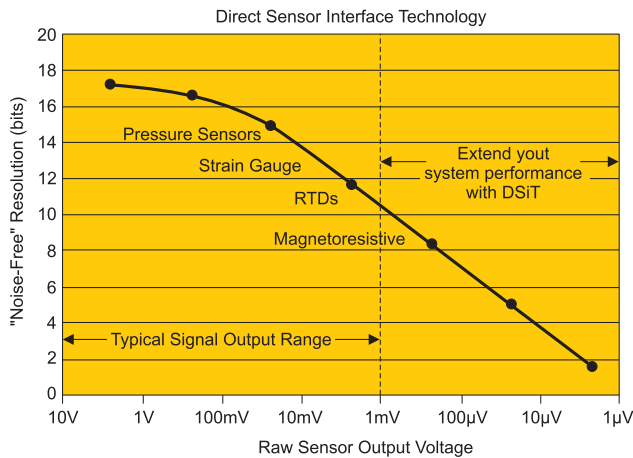
Dodatkowym, interesującym rozwiązaniem zastosowanym przez twórców rodziny C8051F35x jest

**Alternatywa**

„Analogowe” kłopoty konstruktorów dostrzegli także inżynierowie z firmy Cypress. Owoce ich pracy są mikrokontrolery PSoc, które wyposażono m.in. w konfigurowalne analogowe peryferia. Niestety, zastosowany w nich rdzeń M8 nie należy do najbardziej popularnych i to pomimo dostępnych bezpłatnych narzędzi projektowych.



Rys. 4. Schemat blokowy modułu DSiT



Rys. 5. Charakterystyka pomiarowa bloku DSiT

komparator służący do detekcji przekroczenia dopuszczalnego zakresu pomiarowego przez sygnał podawany na wejście. Można go wykorzystać do zgłoszenia przerwania, które może na przykład zostać wykorzystane do przełączenia zakresu pomiarowego w taki sposób, aby sygnał analogowy mógł zostać przetworzony bez zniekształceń. Wykorzystanie komparatora do tego celu wymaga wykonania połączeń odpo-

wiednich (zewnętrznych) wyprowadzeń układu.

O ile od strony wejściowej można doszukać się silnych podobieństw do rozwiązań standardowych, to poważnym atutem toru DSiT jest zastosowany na wyjściu przetwornika zespół programowalnych filtrów cyfrowych (z decymatorem), za pomocą których można przeprowadzić wstępną obróbkę monitorowanych sygnałów.

Przedstawione w artykule zabiegi miały na celu – oprócz zwiększenia komfortu pracy konstruktorów – rozszerzenie dopuszczalnego zakresu pomiarowego w kierunku napięć sięgających pojedynczych mikrowoltów (rys. 5). Jest to więc istotny krok w kierunku zwiększenia precyzji pomiarów sygnałów analogowych, możliwych do wykonania za pomocą pojedynczych mikrokontrolerów. Nie bez znaczenia jest fakt, że szerokie grono użytkowników mikrokontrolerów '51 zyskuje nowe możliwości, które znacznie poszerzają obszary aplikacyjne tych mikrokontrolerów i to w kierunku, w którym niewiele innych jest w stanie samodzielnie spojrzeć...

**Andrzej Gawryluk**

**Dodatkowe informacje...**

...są dostępne na stronie internetowej producenta: [www.silabs.com](http://www.silabs.com), oraz u dystrybutorów firmy SiliconLabs: WG Electronics, tel. (22) 847-97-20, [www.wg.com.pl](http://www.wg.com.pl) WBC, tel. (71) 788-80-12, [www.wbc.com](http://www.wbc.com)

**KONO**

Zakład Obwodów Drukowanych KONO s.j.  
ul. Rolników 185  
44-141 Gliwice  
tel. (0 prefix 32) 2329389  
Marketing wew. 20  
fax (0 prefix 32) 2329459  
office@kono.com.pl  
www.kono.com.pl

**NOWOCZESNA TECHNOLOGIA**

Oferujemy

- produkcję obwodów wielowarstwowych
- produkcję obwodów dwustronnych z metalizacją otworów
- produkcję obwodów jednostronnych
- wiercenie, frezowanie, rylcowanie
- nakładanie soldermaski metodą kurtynową,
- nakładanie powłoki złota lub niklu metodą chemiczną i galwaniczną
- cynowanie selektywne metodą "Hot Air Leveling"
- cynowanie chemiczne w technologii bezołowiowej
- testowanie elektryczne
- wykonywanie obwodów drukowanych zgodnie z wymogami UL

**Jako jedyna firma w Polsce oferujemy bezpłatne testowanie maszyną Camtek AOI 2V50 wszystkich produkowanych w naszym zakładzie obwodów drukowanych**

**TWT**  
**AUTOMATYKA**

- Indukcyjne czujniki zbliżeniowe
- Czujniki optyczne – odbiciowe – refleksyjne – bariery
- Indukcyjne czujniki ruchu
- Sygnalizatory poślizgu

TWT s.c.  
ul. Wafiłowa 1  
02-971 Warszawa  
tel./fax (22) 648 20 89  
Tel. kom. (0) 501 777 938  
E-mail: [twt@twt.com.pl](mailto:twt@twt.com.pl)  
[www.twt.com.pl](http://www.twt.com.pl)

*zainteresowanym wysyłamy bezpłatnie katalogi*