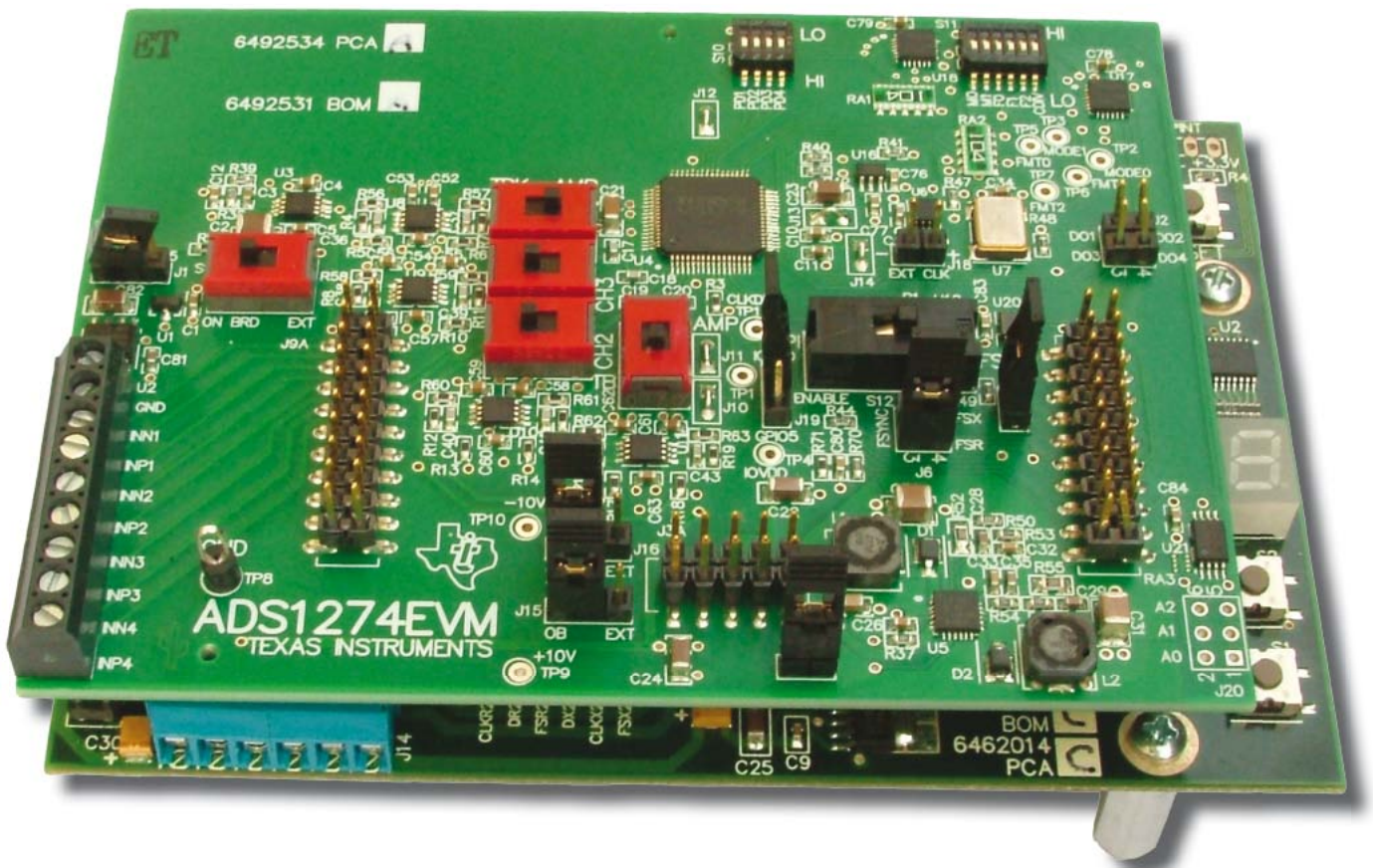


# ADS1274

## 24-bitowe przetwarzanie



*Przetworniki analogowo-cyfrowe dostępne w popularnych mikrokontrolerach znajdują zastosowanie w wielu aplikacjach, jednak tam, gdzie jest wymagana duża rozdzielczość i szybkość przetwarzania, długo jeszcze nie zastąpią specjalizowanych układów.*

Wyprodukowanie wysokiej jakości przetwornika analogowo-cyfrowego to bardzo duże wyzwanie dla producentów, trudno więc dziwić się, że w tym zakresie na rynku liczy się zaledwie kilka firm. Uzyskanie wyrobu końcowego o dobrych parametrach poprzedzone jest długimi i kosztownymi badaniami, a do produkcji są wykorzystywane największe osiągnięcia technologiczne. Przetworniki analogowo-cyfrowe są dobrym przykładem implementacji skomplikowanych teorii w rozwiązaniach praktycznych.

### Przetwornik sigma-delta

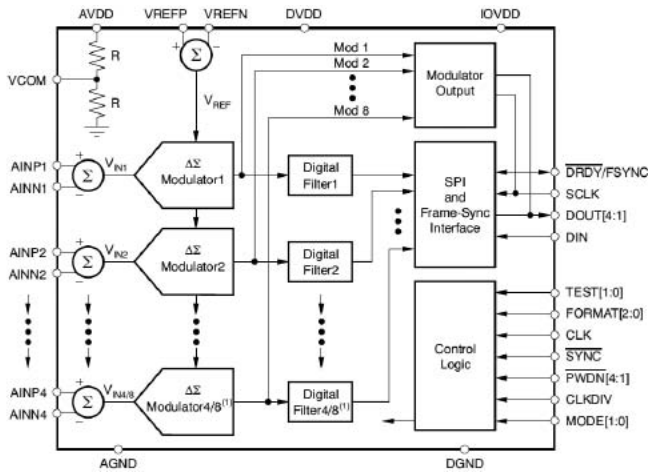
Jedną z firm zajmujących czołowe pozycje wśród producentów półprzewodnikowych podzespołów elektronicznych jest Texas Instruments. Firma ta nie ogranicza się wyłącznie do produkcji układów cyfrowych, z którymi jest zapewne bardziej kojarzona przez dużą część Czytelników. Nie bez znaczenia jest tu historyczna rola, jaką ta firma odegrała w rozwoju techniki cyfrowej. Po wykupieniu udziałów Burr Browna w portfolio TI znalazło się wiele układów analogowych cieszących się uznaniem konstruktorów najnowocześniejszych urządzeń elektronicznych. Kierunek rozwoju układów analogowych jest kontynuowany, czego przykładem jest 24-bitowy przetwornik analogowo-

-cyfrowy sigma-delta ADS1274. Jest to układ, który może jednocześnie próbkować sygnały w czterech niezależnych kanałach z częstotliwością do 128 kSa/s. Uzyskiwane w trybie wysokiej rozdzielczości pasmo analogowe jest równe 62 kHz przy stosunku sygnału do szumu równym 111 dB i zniekształceniach (zawartości harmonicznych) THD równych -108 dB. Układ ten charakteryzuje się małym dryfem offsetu (0,8  $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ ) i wzmacnieniem (1,3 ppm/ $^\circ\text{C}$ ). Może pracować w czterech trybach wybieranych w zależności od potrzeb aplikacji. Są to:

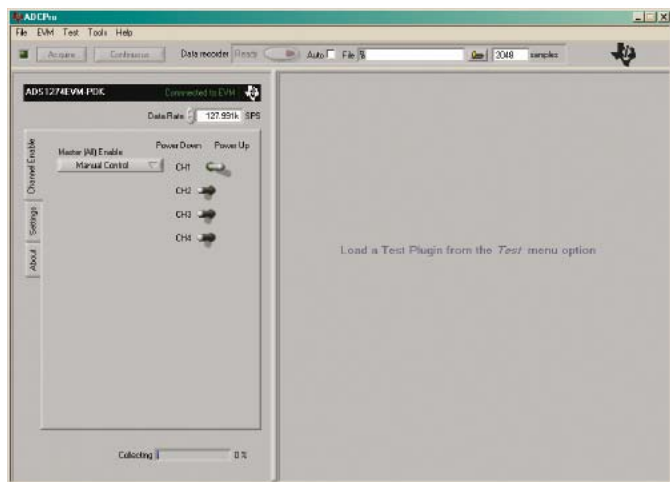
- High Speed (128 kSa/s, SNR=106 dB),
- High-Resolution (52 kSa/s, SNR=111 dB),
- Low Power (52 kSa/s, 31 mW/kanał),
- Low Speed (10 kSa/s, 7 mW/kanał).

Układ jest zasilany trzema napięciami: 5 V dla bloków analogowych, 1,8...3,6 V dla portów I/O i 1,8 V dla rdzenia cyfrowego. Ważne jest zachowanie odpowiedniej sekwencji pojawiania się napięć podczas włączania urządzenia i dlatego w chipie przetwornika uwzględniono odpowiedni układ nadzorujący.

Schemat blokowy układu ADS1274 przedstawiono na rys. 1. Swego rodzaju ciekawostką jest to, że do sterowania pracą przetwornika nie są wykorzystywane żadne rejestry wewnętrzne, a tryby pracy ustala się poprzez podanie odpowiednich poziomów logicznych na wejścia sterujące. Dobre parametry szumowe przetworników analogowo-cyfrowych  $\Sigma\Delta$  są uzyskiwane dzięki zastosowaniu modulacji i wielokrotnego nadpróbkowania (*oversamplingu*). Typowa częstotliwość próbkowania jest 64-krotnie większa od największej częstotliwości sygnału wyjściowego. Szum kwantyzacji przenoszony jest do pasma wysokich częstotliwości, gdzie skutecznie eliminują go filtry cyfrowe. Szumy w paśmie roboczym pozostają na bardzo małym poziomie. Ze



Rys. 1. Schemat blokowy przetwornika analogowo-cyfrowego sigma-delta ADS1274



Rys. 2. Okno wyboru i konfiguracji kanałów

względu na to, że modulatory  $\Sigma\Delta$  układu ADS1274 wymagają symetrycznych sygnałów wejściowych, konieczne jest stosowanie takich sygnałów w aplikacji. W razie potrzeby odpowiednie symetryzatory można zbudować na przykład na układach OPA1632. Za modulatorami znajdują się filtry cyfrowe FIR o liniowej charakterystyce fazowej. Są one wykorzystywane w trybach z wysokim oversamplingiem, ale w innych trybach mogą być pomijane przy tworzeniu sygnału wyjściowego. Wówczas spróbowany sygnał jest podawany bezpośrednio na cyfrowe wyjście układu. Dane są pobierane z przetwornika przez interfejs szeregowy pracujący z protokołami SPI lub Frame-Sync. Jeśli liczba kanałów oferowanych przez przetwornik jest niewystarczająca, to można łączyć w łańcuch kilka układów. Zachowana jest przy tym możliwość zewnętrznego synchronizowania pracy przetworników.

Do poprawnej pracy przetwornika ADS1274 wymagane jest podanie zewnętrznego napięcia referencyjnego. Jest ono wspólne dla wszystkich kanałów przetwornika. Od jakości tego źródła w dużym stopniu zależą końcowe wyniki przetwarzania. Niemniej istotny jest prawidłowy projekt obwodu drukowanego, a także blokowanie zasilania możliwie blisko wyprowadzeń układu z użyciem kondensatorów 0,1  $\mu\text{F}$ .

**Narzędzia ewaluacyjne**

Jak mogliśmy przekonać się z powyższego opisu, zaprojektowanie i uruchomienie urządzenia, w którym jest zastosowany przetwornik ADS1274, wymaga sporego doświadczenia. Do jego zdobycia z pewnością konieczne jest wykonanie wielu eksperymentów sprawdzających zarówno rozwiązania sprzętowe, jak i programowe. Dobrą metodą jest użycie dedykowanego dla danego układu zestawu

ewaluacyjnego. Jeśli ADS1274 jest pierwszym układem Texasa, jakiego używamy, korzystne jest zakupienie zestawu ADS1274EVM-PDK (Performance Demonstration Kit – PDK). W jego skład wchodzi płytka ewaluacyjna przetwornika analogowo-cyfrowego oznaczona symbolem ADS1274EVM współpracująca z płytką bazową MMB0 Modular EVM Motherboard. Płytkę bazową może być wykorzystywana również z innymi płytkami EVM (Evaluation Module). Oprócz elementów sprzętowych, w skład zestawu wchodzi także oprogramowanie ADCPro wykorzystujące runtime LabVIEW. Konieczne jest również zainstalowanie odpowiednich pluginów. Całość oprogramowania można pobrać ze strony internetowej TI (<http://focus.ti.com/docs/tols/folders/print/ads1274evm-pdk.html>) bez żadnych opłat. Software jest przystosowany do pracy w systemie Windows XP. Za pomocą tak skompletowanych narzędzi uruchomieniowych można dokładnie sprawdzić wszystkie konfiguracje i tryby pracy układu ADS1274.

Płytkę bazową jest zasilana pojedynczym napięciem 6 V z zasilacza wtyczkowego, a zawarte na niej przetwornice i stabilizatory wytwarzają wszystkie napięcia, jakie są wymagane do poprawnej pracy przetwornika. Znajdujący się na niej interfejs USB jest wykorzystywany do wymiany danych z komputerem PC. Płytkę ewaluacyjną łączy się z płytką bazową w postaci „kanapki” za pośrednictwem złączy szpilkowych, tak jak to przedstawiono na fotografii.

Przed rozpoczęciem pracy konieczne jest prawidłowe skonfigurowanie zestawu. Do tego celu służą liczne zworki i przełączniki umieszczone na płytce EVM, ale ważne jest również odpowiednie ustawienie opcji w programie. Jak wiemy, płytka bazowa może być wykorzystywana również z innymi płytkami ewaluacyjnymi, należy więc zwrócić uwagę na prawidłowe skonfigurowanie napięć zasilających. Napięcia te mogą być podawane do płytki EVM nie tylko z płytki bazowej, ale również z zasilaczy zewnętrznych. To samo dotyczy źródła sygnału referencyjnego. W większości przypadków będzie jednak wykorzystywane wewnętrzne napięcie referencyjne. Sygnały wejściowe mogą być podawane na złącza szpilkowe lub na zaciski śrubowe. Ważne jest ustawienie przełączników decydujących o tym, czy mają być zastosowane układy symetryzatorów sygnału wejściowego, czy powinny być pominięte. Jest to parametr ustawiany niezależnie dla każdego kanału.

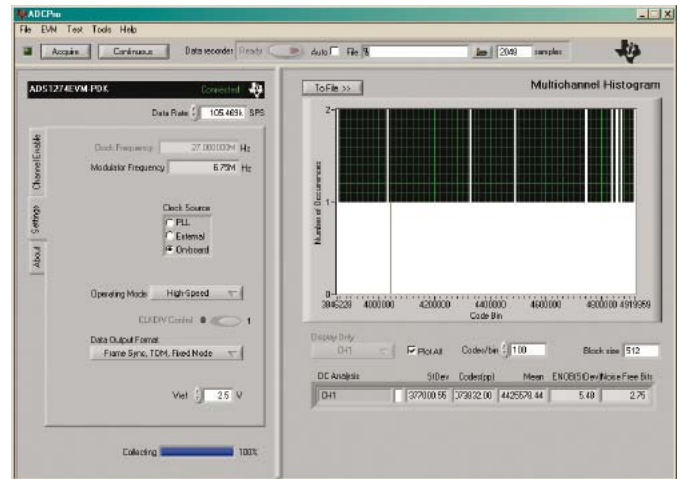
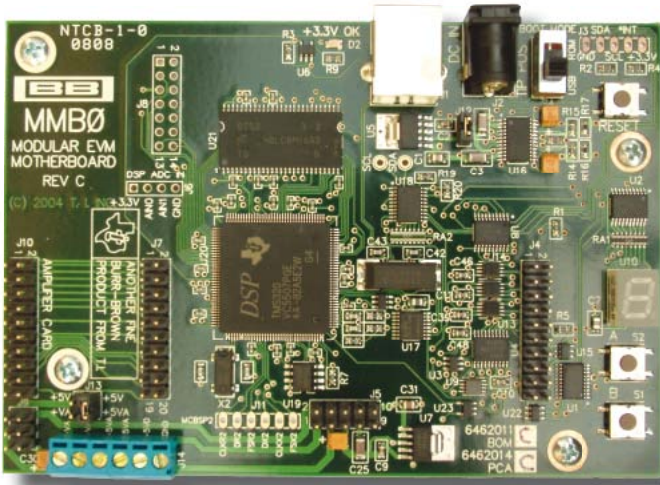
Płytkę ADS1274EVM może być wykorzystywana jako element zestawu PDK przy współpracy z programem ADCPro, ale może również pracować niezależnie. Najczęściej będzie wówczas zastępowała fragment aplikacji użytkownika związany z przetwornikiem analogowo-cyfrowym. Sterowanie będzie w takim przypadku prowadzone nie z programu ADCPro, lecz z oprogramowania aplikacji, np. bezpośrednio z procesora DSP. Ważne jest zatem odpowiednie skonfigurowanie interfejsu cyfrowego i źródeł przebiegu zegarowego. W dalszym opisie ograniczymy się jednak do pracy w zestawie PDK.

**Czas na eksperymenty**

Po prawidłowym zainstalowaniu wszystkich składników software'owych, w tym driverów USB, oraz skonfigurowaniu zestawu, można rozpocząć próby praktyczne. W pierwszym oknie, jakie ukazuje się po uruchomieniu programu ADCPro i skomunikowaniu się komputera z zestawem, należy wirtualnie włączyć kanały, które będą wykorzystywane podczas prób (rys. 2). Ważne jest również wybranie w zakładce „Settings” interesującego nas trybu pracy przetwornika, ewentualnie można dokonać zmian innych parametrów.

Próby będą obejmowały cztery testy, które są udostępnione przez oprogramowanie ADCPro. Pierwszy test polega na zwykłym odczytywaniu wartości liczbowych kolejnych próbek otrzymywanych z przetwornika (rys. 3). Dane mogą być uzyskiwane w pojedynczym cyklu akwizycji, do zapełnienia bufora lub w trybie ciągłego odczytu. Zasada ta dotyczy również pozostałych testów.

Kolejna próba to analiza widma spróbowanego sygnału wejściowego (rys. 4). Jest ona dokonywana oczywiście z użyciem funkcji FFT uruchamianej w programie ADCPro i może być prowadzona jedno-



Rys. 5. Okno analizy statystycznej próbek (histogram)

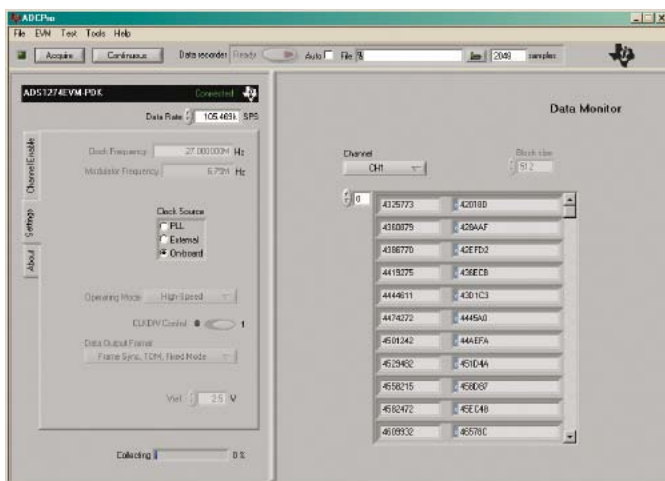
kracza ona założonej wartości. Przykładowy histogram przedstawiono na (rys. 5). I w tym przypadku w dolnej części ekranu są wyświetlane wartości statystyczne związane z prezentowanym wykresem.

Jako ostatni wybieramy test upodabniający działanie programu ADCPro do oscyloskopu cyfrowego. W tym trybie na ekranie są wyświetlane typowe oscylogramy badanego przebiegu wejściowego (rys. 6). Oś czasu nie jest jednak wyskalowana w jednostkach czasu, podaje natomiast numery próbek. Nie ma też pokręteł regulacji czułości pionowej i podstawy czasu. To, ile okresów przebiegu zmieści się na ekranie, zależy od szybkości próbkowania i długości bufora. Oba te parametry można zmieniać. Tak jak w trybie analizy widma, tak i tu można skalować obie osie, korzystać z opcji powiększenia i przesuwania oscylogramu.

**Podsumowanie**

Zestaw ADS1274EVM-PDK, jak przystało na wyrób firmy takiej klasy, jaką reprezentuje Texas Instruments, jest opracowany bardzo starannie i w przemyślny sposób. Z pewnością będzie to narzędzie bardzo przydatne podczas poznawania przetwornika ADS1274, ale i później w trakcie prowadzenia prac konstrukcyjnych. Należy pamiętać, że płytki ADS1274EVM i MMB0 mogą być nabywane oddzielnie. Pozwala to konstruktorom mającym już wystarczające doświadczenie w zakresie projektowania aplikacji dla przetwornika ADS1274 wykorzystywać płytkę EVM w trybie stand-alone. Dzięki temu sprawdzenie koncepcji stosowanych w prowadzonych projektach jest łatwe i nie pociąga za sobą dalszych kosztów.

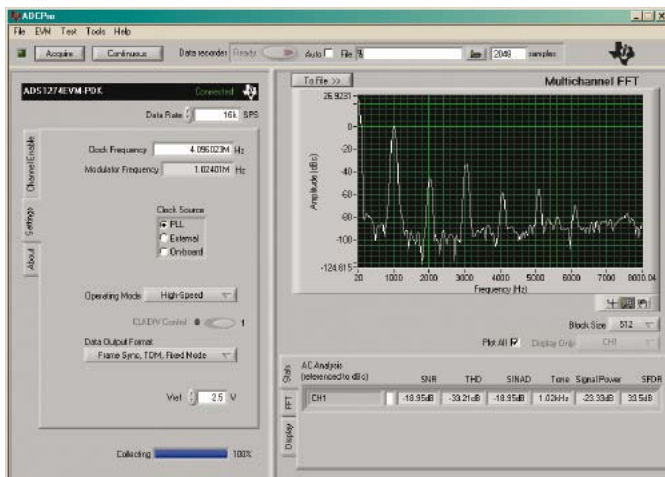
**Jarosław Doliński, EP**  
 jaroslaw.dolinski@ep.com.pl



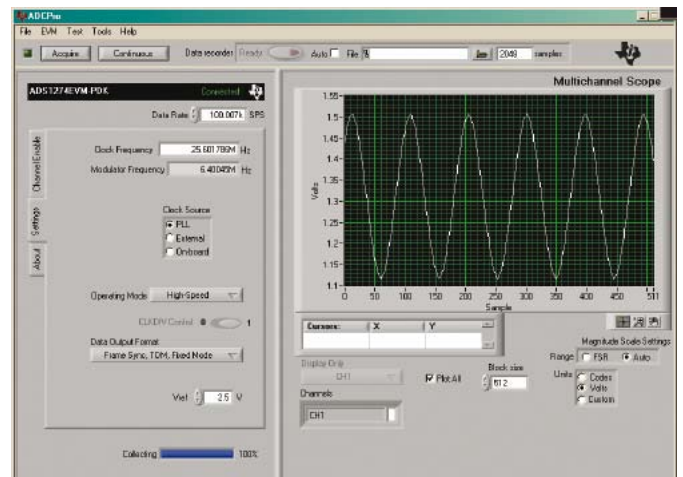
Rys. 3. Okno odczytu wartości liczbowych próbek

cznie dla wszystkich kanałów. W dolnej części ekranu są wyświetlane na bieżąco statystycznie obliczane parametry, takie jak: SNR, THD, SINAD, częstotliwość podstawowa, moc sygnału i SFDR. W zakładce „Display” można dobrać najbardziej odpowiednie opcje wyświetlania widma, np. zdecydować, czy oś czasu ma być liniowa, czy logarymiczna. Wyświetlane na ekranie wykresy mogą być powiększane i dowolnie przesuwane, a skala liczbową każdej z osi może być ustalana według własnych potrzeb.

Test „Histogram” pozwala zorientować się o częstości występowania próbek o poszczególnych wartościach, jakie zostały zebrane w danym cyklu akwizycji. W ten sposób łatwo można zidentyfikować np. dominującą amplitudę w badanym sygnale i sprawdzić, czy nie prze-



Rys. 4. Okno analizy widma sygnału próbkowanego



Rys. 6. Okno wirtualnego oscyloskopu