

MSP430FE427

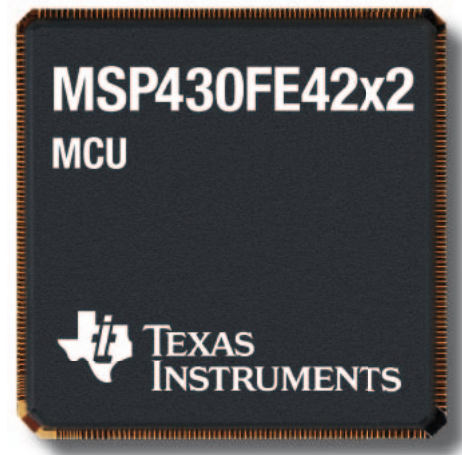
Specjalizowany mikrokontroler do 1-fazowych liczników energii

W ciągu ostatnich kilku lat stare, elektromechaniczne liczniki zużycia energii elektrycznej były systematycznie zastępowane przez elektroniczne odpowiedniki i to nie tylko ze względu na rosnące wymagania związane z nowymi funkcjami, konieczność zachowania integralności systemu, odporność mechaniczną, mniejsze rozmiary i większą dokładność, ale także dlatego, że na znaczeniu straciły używane w przeszłości argumenty, że liczniki elektromechaniczne są znacznie bardziej odporne od swoich elektronicznych odpowiedników. Jakość elektronicznych liczników energii stale wzrasta, a jednocześnie dodawane są coraz nowsze funkcje. Rozwiązania jednoukładowe zastąpiły wcześniejsze czysto analogowe i mieszane, tj. zbudowane z układów analogowych i mikrokontrolerów. Współcześnie oferowane rozwiązania przeznaczone do liczników energii integrują wewnątrz struktury pojedynczego układu scalonego wszystkie wymagane komponenty i funkcje, umożliwiające pomiar sygnału analogowego, wykonywanie obliczeń, zapamiętywanie danych kalibracji i rejestrację wartości zmierzonych, sterowniki wyświetlaczy i interfejsy komunikacyjne.

Gwałtowny rozwój procesorów sygnałowych i mikrokontrolerów pozwolił na stworzenie ogromnej gamy rozwiązań alternatywnych, podczas gdy integracja komponentów cyfrowych i analogowych w jednym kawałku krzemu rozwiązała szereg problemów technicznych, dawniej kojarzonych z elektronicznymi licznikami energii. Już mikrokontrolery ze zintegrowanymi w strukturze przetwornikami analogowo-cyfrowymi pozwalają na dalece posuniętą integrację systemu i w następstwie ograniczenie kosztów jego budowy. Oferowane przez producentów podzespołów standardowe komponenty pozwalające na budowę specyficznych aplikacji (ASSP) mogą pochwalić się nie tylko funkcjami pomiarowymi, ale również możliwością wykonywania wszelkich obliczeń związanych z pomiarami energii (rys. 1). Te nowe mikrokontrolery, jak MSP430FE427 Texas Instruments, umożliwiają realizację o wiele szerszego spektrum aplikacji, ponieważ dzięki uzbrojeniu w specjalne układy peryferyjne pozostawiają CPU czas wolny na wykonywanie innych istotnych zadań.

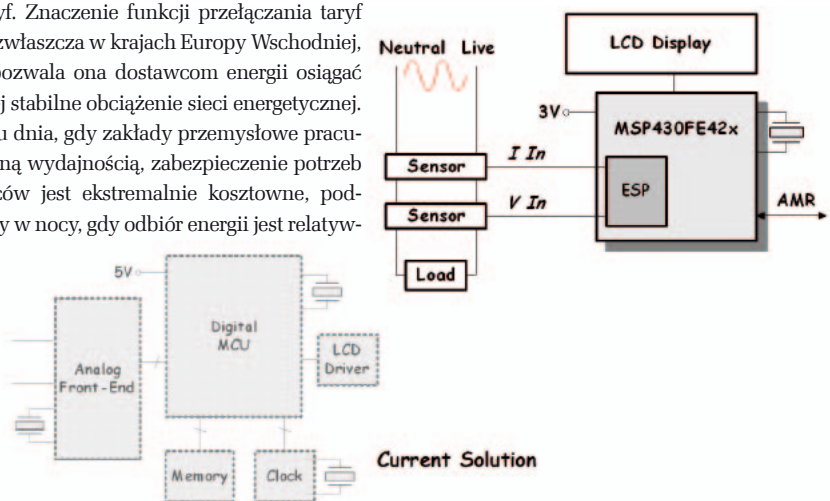
Odkąd wzrosły wymagania odnośnie do funkcjonalności takich specjalnych układów scalonych, konieczne stało się, aby były one realizowane w postaci systemów autonomicznych, mających możliwość lokalnego wykony-

wania wszelkich potrzebnych kalkulacji. Tak rozumiana autonomia wymaga, aby interakcja z głównym systemem była ograniczona tylko do kilku czynności: inicjalizacji parametrów kalibracji, załączenia trybu pracy i podania sygnału startu. Po nich system pomiarowy ma pracować bez nadmiernego angażowania CPU, którego rola powinna się sprowadzać tylko do odczytu oraz rejestracji wyników pomiarów i obliczeń, dzięki czemu CPU ma czas na realizowanie innych zadań, jak na przykład kontroli przełączania taryf. Znaczenie funkcji przełączania taryf rośnie zwłaszcza w krajach Europy Wschodniej, gdzie pozwala ona dostawcom energii osiągać bardziej stabilne obciążenie sieci energetycznej. W ciągu dnia, gdy zakłady przemysłowe pracują z pełną wydajnością, zabezpieczenie potrzeb odbiorców jest ekstremalnie kosztowne, podczas gdy w nocy, gdy odbiór energii jest relatyw-

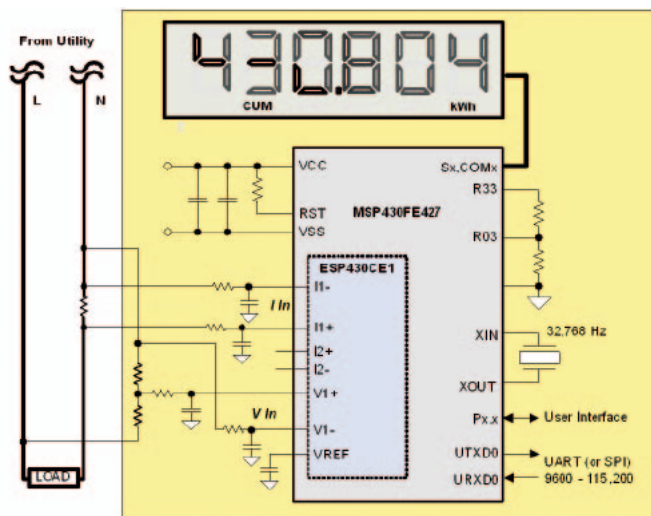


nie niski, niepotrzebne generatory są wyłączane. Taka praktyka jest oczywiście nieefektywna, jak również trudna do kontrolowania. W związku z tym motywowanie gospodarstw domowych do używania pralek i zmywarek nocą zamiast w ciągu dnia może pomóc zniwelować wahania amplitud dystrybuowanej energii.

Kolejną ważną cechą takiego systemu jest możliwość komunikacji poprzez kilka niezależnych kanałów. Standardowy kanał komunikacji w podczerwieni na panelu czołowym licznika, który jest opisany w standardach EN, ma obszerny protokół komunikacyjny i szereg komend, które zwiększyły zapotrzebowanie na moc obliczeniową i dostępne zasoby pamięci mikrokontrolera. Co więcej, coraz bardziej



Rys. 1.



Rys. 2.

atrakcyjna staje się perspektywa komunikacji w obrębie systemu pomiarowego z użyciem protokołu transmisyjnego dostosowanego do przesyłania danych przez linie energetyczne.

Dyskutowanych jest kilka wariantów implementacji, których zakres rozciąga się od bardzo dużych prędkości transmisji, wymagających zastosowania dodatkowego procesora DSP do wolniejszych i prostszych metod opartych o modulację FSK, a przeznaczonych do zastosowania w standardowych licznikach energii. Typowo, odczytują one tylko kilka bajtów danych, które przesyłane są niezbyt często. W takim przypadku szybki mikrokontroler z 16-bitowym rdzeniem, jak MSP430, może dodatkowo obsługiwać taki protokół transmisyjny z użyciem tylko kilku zewnętrznych komponentów.

Oczywiście, zastosowanie nowoczesnych podzespołów elektronicznych oznacza, że cały proces kalibracji może być przeprowadzony

przez oprogramowanie. W związku z tym wymagane są możliwości nastawy i zapamiętania szeregu parametrów, takich jak wzmocnienie (zwłaszcza w kanale prądowym), offset, jak parametrów również kompensacji przesunięcia fazowego. Współczesne mikrokontrolery wyposażone są w pamięć Flash, która przechowuje je w sposób nieulotny oraz umożliwia przesłanie odpowiednich nastaw do układu pomiarowego.

Bolączką elektronicznych systemów do pomiaru energii jest konieczność kompensacji przesunięcia fazowego pomiędzy napięciem a prądem, ponieważ większość systemów pomiarowych używa przekładników tolerujących prąd stały. Mają one tę wadę, że wprowadzają przesunięcie fazowe o około 4° . Jest to całkiem sporo i przy braku kompensacji, gdy przesunięcie w linii zasilającej zmienia się, może być przyczyną powstania błędu pomiaru większego niż 1%. Przesunięcia takie nie są rzadkością, po-

nieważ większość urządzeń obciążających linię zasilającą zawiera w sobie silnik elektryczny lub zasilacz impulsowy.

Jeśli jako czujnik prądu stosowany jest rezystor, to problem kompensacji staje się marginalny, jednakże w tym przypadku konieczne jest, aby licznik miał dodatkowy wzmacniacz, który wzmocni napięcie pobierane z rezystora i dopasuje je tym samym do zakresu napięć wejściowych przetwornika A/C. Przykładowo, na rezystorze o rezystancji $200 \mu\Omega$ przy prądzie 60 A powstaje spadek równy 22 mV_{pp} . Tak niskie napięcie bardzo trudno jest zmierzyć. Wzmocnienie tego sygnału 32 razy daje około 700 mV, co jest odpowiednie dla większości przetworników i zapewnia wymagany zakres dynamiki.

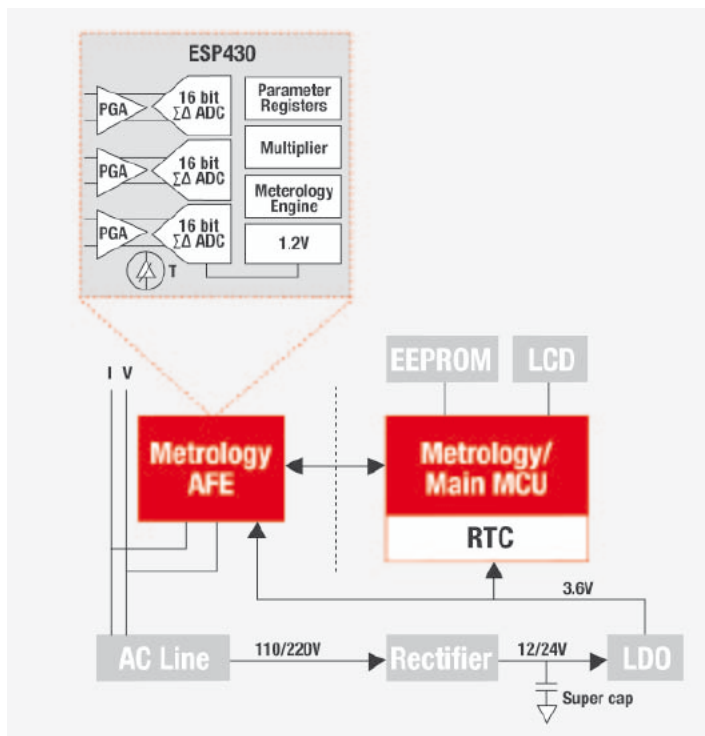
Wszystkie opisane wyżej funkcje muszą być łatwe do implementacji, tak aby pozwolić producentom liczników na nadążanie za trendami generowanymi przez potrzeby rynku.

Mikrokontroler, taki jak MSP430FE42x, z dodatkowym, wbudowanym procesorem sygnałowym ESP430CE1 i układem pomiarowym, przeznaczonymi do zastosowania w jednofazowych miernikach energii elektrycznej, może być z powodzeniem stosowany w wielu różnych typach liczników. Procesor pomiarowy ESP430CE1 automatycznie wykonuje większość pomiarów, nie angażując w to jednostki CPU i pozostawiając jej wolny czas na realizację innych zadań, jak np. obsługa interfejsów komunikacyjnych. Niewątpliwą zaletą ESP430CE1 jest możliwość zastosowania różnych rodzajów sensorów prądu, co pozwala na używanie rezystorów, przekładników prądowych (włączając w to te o dużym przesunięciu fazowym, tolerujące DC) lub cewek Rogowskiego bez żadnego dodatkowego wyposażenia.

Mikrokontroler zawiera również znakomitą pamięć Flash o ogromnej, gwarantowanej liczbie cykli zapisu/odczytu, co pozwala na jej zastosowanie do przechowywania nie tylko programu, ale również danych kalibracji i rejestrowanych wyników pomiarów. Dzięki opisanym wyżej cechom, MSP430FE42x pozwala na budowę prawdziwego, jednocukłowego licznika energii elektrycznej (rys. 2).

Presja na opracowujących aplikacje przeznaczone do zastosowania w pomiarach zużycia energii jest bardzo duża. Z jednej strony użytkownicy wymagają dodatkowych funkcji, a z drugiej żądają obniżania ceny gotowych urządzeń. MSP430FE42x przeznaczony jest właśnie do wypełnienia tak rozumianych potrzeb producentów liczników. Większość wymaganych opcji już zaimplementowano w strukturze układu i dlatego jego zastosowanie pozwala na znacznie szybsze opracowanie gotowego wyrobu. Daje to mocno konkurującym ze sobą przedsiębiorstwom szansę na szybkie reagowanie na potrzeby rynku.

Stefan Schauer
Texas Instruments
Freising, Niemcy



Rys. 3.