

Urządzenia definiowane programowo

– nowy trend na rynku Smart Grid

Jednym z najważniejszych elementów Smart Grid, bez którego nie jest możliwe funkcjonowanie systemu, są urządzenia pomiarowe.

W przeciwieństwie do tradycyjnych liczników posiadają one szereg funkcji, m. in. pozwalają na zapisywanie profili danych pomiarowych, umożliwiają zdalne odłączenie abonenta lub ograniczenie pobieranej przez niego mocy oraz wyposażone są w interfejsy służące do integracji z urządzeniami domowymi. Najważniejszą ich funkcją jest jednak możliwość komunikacji w czasie rzeczywistym w celu pobierania danych pomiarowych i/lub sterowania. To dzięki aktualnym danym pomiarowym i wyprowadzanej z nich wiedzy możliwe jest funkcjonowanie sieci Smart Grid.

Opisywane urządzenia często określa się mianem inteligentnego opomiarowania, chociaż na razie trudno doszukać się w nich funkcji, które świadczą o inteligencji, czyli zdolności rozumienia otoczenia i podejmowania właściwych reakcji na jego zmiany, w oparciu o posiadaną wiedzę. Inteligentne opomiarowanie, ze względu na posiadane przez nie cechy i wielość funkcji, wymaga zupełnie nowego podejścia do projektowania, w którym ciężar przeniesiony jest na oprogramowanie. Jeżeli założymy, że w przyszłości liczniki będą miały pewne elementy sztucznej inteligencji, to okaże się, że bez nowego podejścia do projektowania ich realizacja nie będzie możliwa.

Tradycyjne podejście do konstruowania inteligentnych liczników energii

Rynek urządzeń dla Smart Grid zdominowany był do tej pory przez producentów elektroniki, mających doświadczenie w projektowaniu tradycyjnych liczników. Dążono do tego, by urządzenie było jak najtańsze w produkcji masowej i z tego powodu pozbawiano je szeregu zaawansowanych funkcji, ponieważ wiązały się one z komplikacją urządzenia, a przede wszystkim nie były możliwe do realizacji za pomocą dostępnych, produkowanych masowo układów scalonych, służących do komunikacji i pomiaru energii. Oprogramowanie urządzenia sprowadzało się do obsługi wyświetlacza, przycisków, pobierania danych z odpowiednich układów scalonych oraz ich zapisu do pamięci nieulotnej. Najtrudniejszy jego element stanowiła interpretacja protokołu komunikacyjnego, która musiała być napisana w sposób optymalny z punktu widzenia dostępnej mocy obliczeniowej i pamięci.

Przy takim podejściu – w którym za pomiar odpowiada masowo produkowany układ scalony, za komunikację inny układ scalony (tzw. modem), a oprogramowanie działa na oddzielnym od nich mikrokontrolerze – nie jest możliwe łatwe dodawanie nowych funkcji pomiarowych ani zmiana sposobu komunikacji. Wprowadzenie integracji z urządzeniami po stronie użytkownika, wykorzystującej bardziej skomplikowany, niż znany od roku 1962 i popularny interfejs RS-232, przekracza niekiedy możliwości całej konstrukcji i wymaga stosowania kolejnych układów scalonych (konwerterów).

Zatem jak efektywnie sprostać nowym wymaganiom w zakresie urządzeń pomiarowych? Możliwe są dwa scenariusze. Można starać się walczyć z nowymi wymaganiami, dążąc do wprowadzenia ustawodawstwa zbliżonego do konstytucji „nihil novi”, lub podejść zupełnie inaczej do konstrukcji układu pomiarowego, czyniąc ją podobną do komputera i przyjazną oprogramowaniu.

Licznik jako komputer

Obserwowany w ostatnich latach postęp w rozwoju mikrokontrolerów 32-bitowych, polegający na wykładniczym wzroście dostępnej mocy obliczeniowej i pamięci, otwiera możliwość skonstruowania licznika energii jako urządzenia wyposażonego w pojedynczy mikrokontroler (jedno- lub wielordzeniowy) i podłączone do niego urządzenia peryferyjne, takie jak przetworniki analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe oraz sprzęgi do komunikacji przewodowej i/lub bezprzewodowej. Ze względu na ciągłe zmniejszanie odległości charakterystycznej układów scalonych (technologie 20–40 nm), mikrokontrolery o stosunkowo dużej częstotliwości taktowania (np. 500 MHz) zużywają obecnie pojedyncze dziesiątki watów mocy, co sprawia, że spełniają stosowne wymagania dyrektyw dla urządzeń pomiarowych.

Licznik o opisanej wyżej architekturze sprzętowej staje się właściwie komputerem, na którym mogą działać różne aplikacje. Jedną z tych aplikacji jest aplikacja pomiarowa, inną – aplikacja odpowiadająca za komunikację i gromadzenie danych, a kolejną może być aplikacja sterująca odbiorem użytkownika, np. procesem ładowania samochodu elektrycznego dostosowanym do aktualnych możliwości sieci. W celu spełnienia wymagań dyrektywy dla urządzeń pomiarowych konieczne jest oczywiście zapewnienie separacji pomiędzy aplikacjami tak, by błędy np. w aplikacji sterującej ładowaniem nie wpływały na działanie aplikacji pomiarowej. Biorąc pod uwagę cechy współczesnych mikrokontrolerów i dotychczasowy rozwój informatyki, jest to oczywiście możliwe do zrealizowania.

Na pierwszy rzut oka opisana architektura wydaje się dość prosta do realizacji i wdrożenia. Tworzymy zespół złożony z kilku zdolnych

inżynierów elektroników i inżynierów oprogramowania i część z nich opracowuje opisany, uniwersalny sprzęt, a druga część pisze odpowiednie oprogramowanie. Niestety, praktyka takiego projektu szybko pokazuje, że napisanie odpowiedniego oprogramowania nie jest tak łatwe, jak w przypadku konstrukcji tradycyjnej.

Do działania takiego licznika wymagane jest bowiem stworzenie środowiska do współbieżnego działania wielu aplikacji, pozwalającego na współdzielenie przez nie procesora oraz na ich separację, komunikację pomiędzy nimi, a przede wszystkim ułatwiającego ich tworzenie poprzez udostępnienie odpowiednich funkcji dla programisty. Okazuje się, że konieczne jest wykorzystanie systemu operacyjnego lub przynajmniej jego namiastki. Drugie rozwiązanie jest jednak pozbawione większego sensu ze względu na koszt i czasochłonność takiego projektu – systemy operacyjne powstają w cyklach co najmniej pięcioletnich i wymagają odpowiednio wykwalifikowanych programistów.

Stosując gotowy system operacyjny jako podstawę, można efektywnie zrealizować licznik o funkcjach definiowanych programowo.

Phoenix-RTOS – polski system operacyjny

W ostatnich latach obserwowany jest intensywny rozwój w dziedzinie systemów operacyjnych dla urządzeń. W przeciwieństwie do rozwoju systemów ogólnego przeznaczenia, który odbywał się w poprzednich dekadach, Polska odgrywa tu dość istotną rolę ze względu na rozwój systemu operacyjnego Phoenix-RTOS, ułatwiającego tworzenie definiowanych programowo urządzeń dla Internetu Rzeczy.

Historia systemu Phoenix-RTOS sięga roku 1999, kiedy to na Politechnice Warszawskiej stworzono prototyp systemu do zastosowań wbudowanych, o nazwie Phoenix. Realizacja prototypu pozwoliła empirycznie stwierdzić, że bazując na dotychczasowych, kilkudziesięcioletnich osiągnięciach z dziedziny systemów operacyjnych można stworzyć pełnowartościowy system operacyjny o cechach systemu ogólnego przeznaczenia, dla urządzeń o bardzo ograniczonych zasobach sprzętowych (np. bazujących na mikrokontrolerach). W następnych latach w firmie Phoenix Systems opracowano nowe jądro systemu o nazwie Phoenix-RTOS i sukcesywnie rozwijano kolejne komponenty systemu, przemieniając go stopniowo w system czasu rzeczywistego o cechach systemu UN*X.

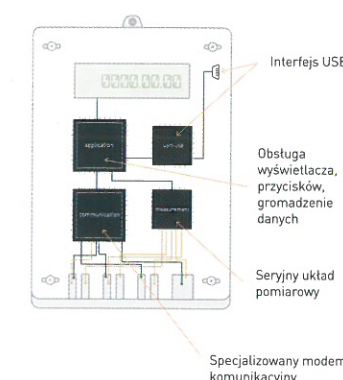
Obecnie trwają prace nad wersją 3 systemu, opartą na mikrojądrze, która pozwala zarówno na tworzenie aplikacji o niskim poborze mocy i wymaganiach na zasoby sprzętowe, aplikacji bazujących na interfejsie UN*X oraz aplikacji zgodnych z ARINC 653 (interfejs stosowany w lotnictwie).

Rozwijający się rynek mikrokontrolerów i ich stosowanie w coraz bardziej skomplikowanych urządzeniach sprawia, że system operacyjny staje się niezbędny do realizacji oprogramowania, a to buduje rynek dla systemu Phoenix-RTOS.

Przykłady wdrożeń

System Phoenix-RTOS został z powodzeniem zastosowany w wielu urządzeniach dla Smart Grid o architekturze definiowa-

Tradycyjny licznik energii



Licznik energii IoT



nej programowo. Jednym z pierwszych urządzeń wykorzystujących Phoenix-RTOS był koncentrator danych zintegrowany z licznikiem bilansującym, opracowany wspólnie przez firmy Andra i Atende Software i wdrożony w sieci Energa-Operator w liczbie blisko 10 tys. egzemplarzy. Poza granicami Polski system wdrożono w inteligentnych licznikach energii produkowanych przez firmę Saiman (Kazachstan). Trwają także wspólne prace nad koncentratorami danych i licznikiem bilansującym z największym producentem takich urządzeń w Rosji. Innym niż licznik energii urządzeniem wykorzystującym Phoenix-RTOS jest inteligentny licznik gazu firmy Apator-Metrix, przeznaczony na rynki zagraniczne, m.in. rynek włoski. Należy podkreślić, że w przypadku gazomierza udało się „zmieścić” system i aplikację w 48 kB pamięci i zapewnić niski pobór mocy, pozwalający na działanie urządzenia przez 10 lat na zasilaniu baterijnym.

Grupa Atende promotorem innowacji

Firmy Phoenix Systems i Atende Software są częścią Grupy Kapitałowej Atende. Od ponad 25 lat Atende uczestniczy w innowacyjnych projektach IT we wszystkich najważniejszych sektorach gospodarki, działając na rzecz rozwoju zastosowań informatyki w Polsce. Długoletnie doświadczenie ułatwia dostrzeganie nie tylko innowacyjnych trendów IT, ale także tych technologii, które staną się czynnikami rozwoju gospodarczego. Takimi trendami są m.in.: rozwój sieci 5G, cloud computing, elektromobilność, magazyny energii czy Smart Grid. Do technologii niezbędnych dla sukcesu tych trendów należy niewątpliwie zaliczyć rozwiązania definiowane programowo. Powodują one, że istotne fragmenty środowiska fizycznego mogą być kontrolowane przez oprogramowanie, przez co pozwalają na większą automatyzację i są znacznie prostsze w zarządzaniu. Stanowią rozwiązania przyszłości przede wszystkim dlatego, że pozwalają na łatwe dostosowywanie do szybko zmieniających się warunków technicznych i biznesowych.