

# Intelligent Display Module

## Referencyjny inteligentny moduł wyświetlacza

*Opracowanie od podstaw układu z nowym elementem jest żmudnym i pracochłonnym zadaniem. Znacznie lepiej jest podpatrzeć gotowe i sprawdzone rozwiązanie zastosowane w przykładowym zestawie referencyjnym. Firma Luminary Micro (obecnie należąca do Texas Instruments) opracowała zestawy ewaluacyjne, które mogą być użyte w projektowanych urządzeniach. W artykule opisano inteligentny moduł wyświetlacza z dotykowym ekranem oraz możliwością pracy w sieci Ethernet sterowany przez mikrokontroler Stellaris z rdzeniem Cortex-M3.*

### Intelligent Display Module

Intelligent Display Module (IDM) jest zestawem ewaluacyjnym, który może posłużyć jako przykładowy projekt inteligentnego modułu wyświetlacza. Jest to jeden z przykładowych zestawów RDK (Reference Design Kits), które prezentują gotowe do użycia rozwiązania sprzętowo-programowe użycia zastosowanych elementów. Opiswany zestaw ma kolorowy wyświetlacz QVGA o rozdzielczości 240×320 pikseli z panelem dotykowym oraz mikrokontroler Stellaris

z rdzeniem Cortex-M3 firmy Texas Instruments (wcześniej Luminary Micro). Moduł wyświetlacza jest przeznaczony do użycia w systemach automatyki, kontroli i sterowania. Z tego względu, dzięki technologii Power over Ethernet (PoE) ma możliwość zasilania z sieci Ethernet przez kabel CAT5. Dostępny jest też moduł oznaczony symbolem IDM28, który jest pozbawiony PoE.

W pudełku z zestawem (**fotografia 1**) znajdują się moduł wyświetlacza IDM, zasilacz sieciowy, zwijany kabel Ethernet,

adapter kompaktowego 10-pinowego złącza JTAG na pełne 20-końcówkowe, oraz płyta z dokumentacją i przykładami kodu programu.

Na płytce modułu, oprócz mikrokontrolera Stellaris LM3S6918, znajdują się: buzzer, złącze kart microSD, przekaźnik, konwerter poziomów napięć RS232 oraz złącze dla sygnałów analogowych. Na **rysunku 2** przedstawiono schemat blokowy zestawu IDM.

### Ethernet ze Stellaris'a

W zestawie zastosowano mikrokontroler Stellaris LM3S6918 firmy Texas Instruments (**rysunek 3**), z rdzeniem Cortex-M3. Należy on do rodziny LM3S6000, w której zastosowano zintegrowany interfejs 10/100 Mb/s Ethernet. Zaimplementowano w nich zarówno w warstwę MAC, jak i warstwę fizyczną PHY, więc w celu zapewnienia łączności z siecią Ethernet wystarczy dodać do mikrokontrolera LM3S6918 złącze RJ-45 z trans-



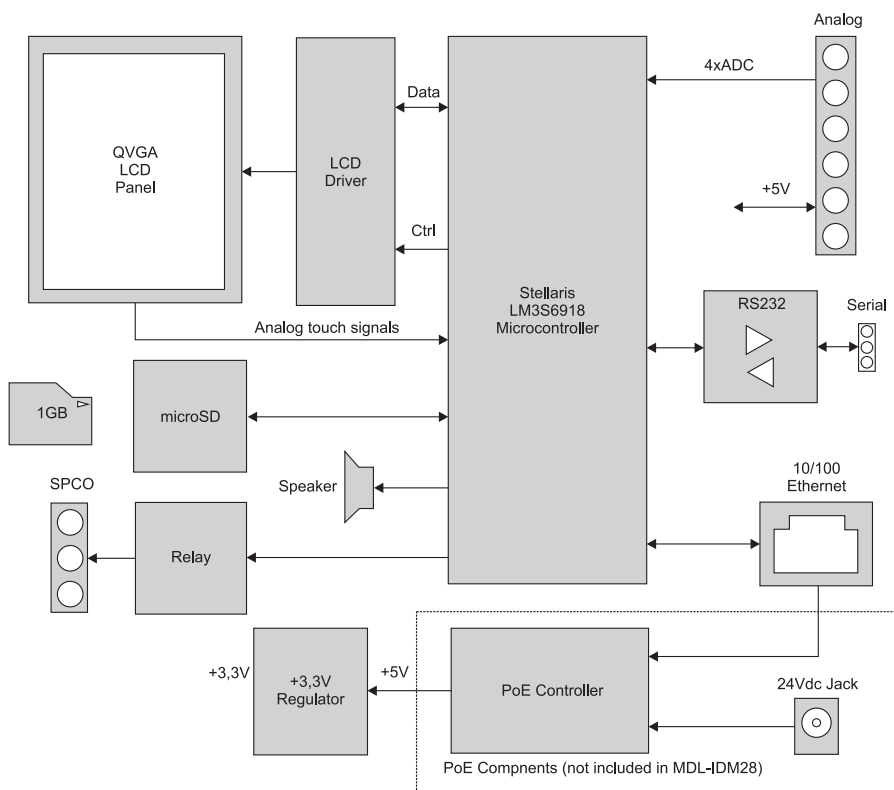
Fotografia 1. Zawartość zestawu IDM

formatorami. Należy zwrócić uwagę, że sterowniki MAC w tych mikrokontrolerach nie mają przypisanego, fabrycznie adresu MAC. O ile w sieci prywatnej nie stanowi to problemu (o unikalność adresu MAC należy zadbać samemu), to przy dołączeniu urządzenia z tym mikrokontrolerem do Internetu należy mu przypisać adres MAC używając zarejestrowanego identyfikatora OUI. Rejestracją identyfikatorów OUI, czyli 3 pierwszych oktetów adresu MAC, zarządza stowarzyszenie IEEE.

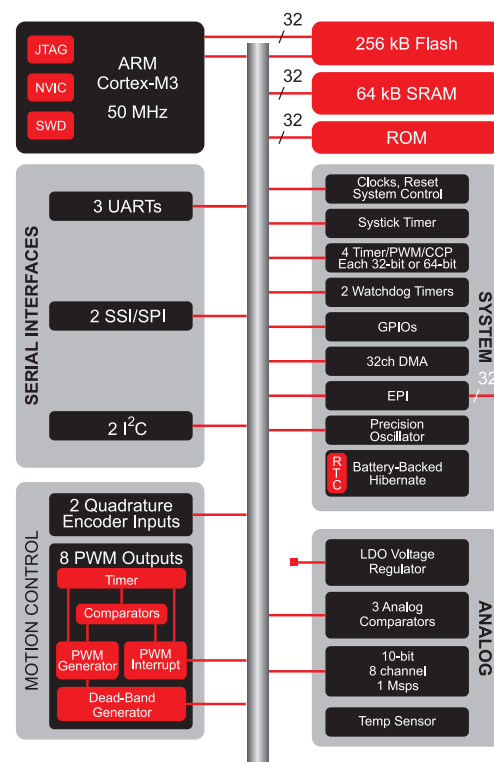
Mikrokontroler LM3S6818 ma 256 kB pamięci Flash oraz 64 kB pamięci SRAM. Jest on taktowany sygnałem zegarowym o częstotliwości do 50 MHz. Wśród wbudowanych peryferiów znajdują się:

- cztery 32-bitowe liczniki/timery z możliwością konfiguracji każdego jako dwa liczniki 16-bitowe oraz pracą w funkcji zegara RTC albo modulatora PWM,
- 24-bitowy licznik przeznaczony dla systemu operacyjnego (SysTick),
- 32-bitowy *watchdog*,

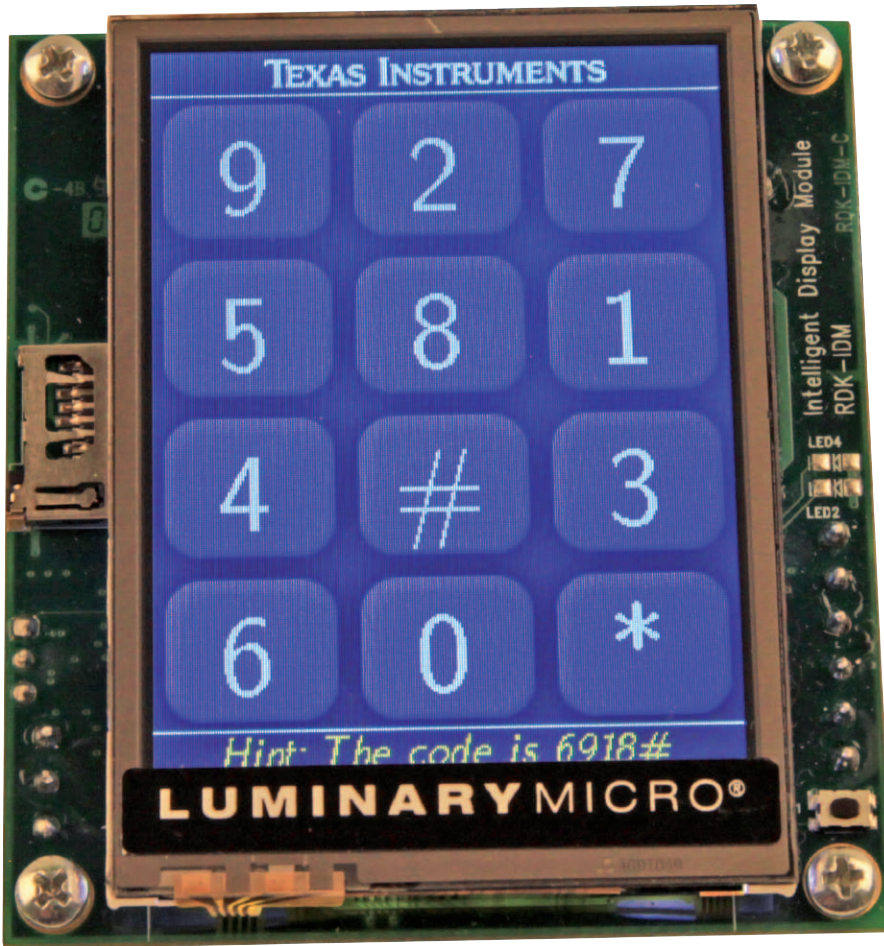
- synchroniczne interfejsy szeregowe (SSI) z możliwością pracy w trybie SPI lub Microwire, z oddzielnymi buforami FIFO,
- dwa interfejsy I<sup>2</sup>C (master lub slave) zgodne z trybem pracy Fast Mode (400 kb/s),
- dwa interfejsy UART z możliwością pracy w trybie IrDA oraz oddzielnymi buforami FIFO (Tx: 16x8, Rx: 16x12),
- 8-kanałowy, 10-bitowy przetwornik A/C o częstotliwości próbkowania 500 kS/s,



Rysunek 2. Schemat blokowy zestawu Intelligent Display Module



Rysunek 3. Schemat blokowy mikrokontrolera LM3S6818



Fotografia 4. Przykładowa aplikacja zamka szyfrowego

www adresu IP zestawu IDM wyświetlany jest formularz do zmiany hasła (rysunek 5). Gdy w module znajduje się karta microSD, kod dostępu przechowywany jest na niej w pliku key.txt. Przy każdej zmianie kodu przez serwer www, plik ten jest nadpisywany nowym kodem dostępu. Przy włączeniu zasilania program odczytuje ten plik. Jeżeli w module nie ma karty microSD lub nie ma pliku z kodem, to domyślnym kodem jest 6918.

Drugą przykładową aplikacją jest demonstracja możliwości biblioteki graficznej zawartej w pakiecie StellarisWare (fotografia 6). Program uruchamiany jest po dwukrotnym wybraniu przycisku oznaczonego symbolem ,\*’.

Kod źródłowy opisywanych aplikacji przykładowych jest dołączany wraz z biblioteką programistyczną StellarisWare.

**Biblioteka programistyczna StellarisWare**

Dla mikrokontrolerów Stellaris jest dostępna bezpłatna biblioteka programistyczna StellarisWare. Jest to biblioteka do obsługi peryferiów mikrokontrolerów Stellaris. Została opracowana, aby umożliwić programistom szybkie rozpoczęcie pracy z tymi mikrokontrolerami. Biblioteka StellarisWare, wraz z przykładowymi programami, może być skompilowana przy użyciu dowolnego środowiska programistycznego, np.: Keil Microcontroller Development Toolkit for ARM, IAR Embedded Workbench, Code Red Technologies’ RedSuite, Code Sourcery SourceryG++ oraz na kompilatorze GNU.

Główną biblioteką jest Peripheral Driver Library, w której zawarto funkcje obsługi peryferiów mikrokontrolerów Stellaris. Zajmuje się ona zarówno inicjalizacją jak i obsługą peryferiów. Programista może wybrać czy chce obsługiwać peryferia poprzez przerwanie, czy poprzez cykliczne sprawdzanie stanu peryferiów (polling).

- komparatory analogowe,
- do 38 końcówek GPIO (akceptują napięcie 5 V).

Zastosowany sterownik Ethernetu jest w pełni zgodny ze specyfikacją IEEE802.3-2002 10BASE-T/100BASE-TX. Może pracować w trybie full- i half-duplex oraz obsługuje proces autonegocjacji parametrów łącza. Jak już wspomniano, adres MAC jest przypisywany programowo. Interesującą funkcjonalnością sterownika jest automatyczna konfiguracja par sygnałów MDI/MDI-X, dzięki czemu nie ma potrzeby stosowania kabla typu cross przy dołączaniu do innego urządzenia.

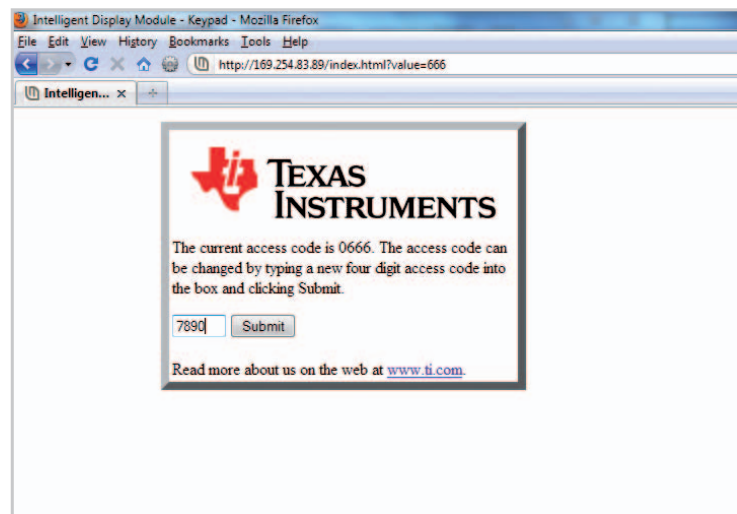
**Zamek szyfrowy**

Zestaw jest dostarczany z zaprogramowaną przykładową aplikacją. Po dołączeniu zasilania uruchamiany jest program zamka szyfrowego. Ma on zezwolić na dostęp do zabezpieczonego pomieszczenia po wpisaniu kodu dostępu. Wbudowany w module przekaźnik jest uruchamiany po wprowadzeniu prawidłowego kodu dostępu z wirtualnej klawiatury.

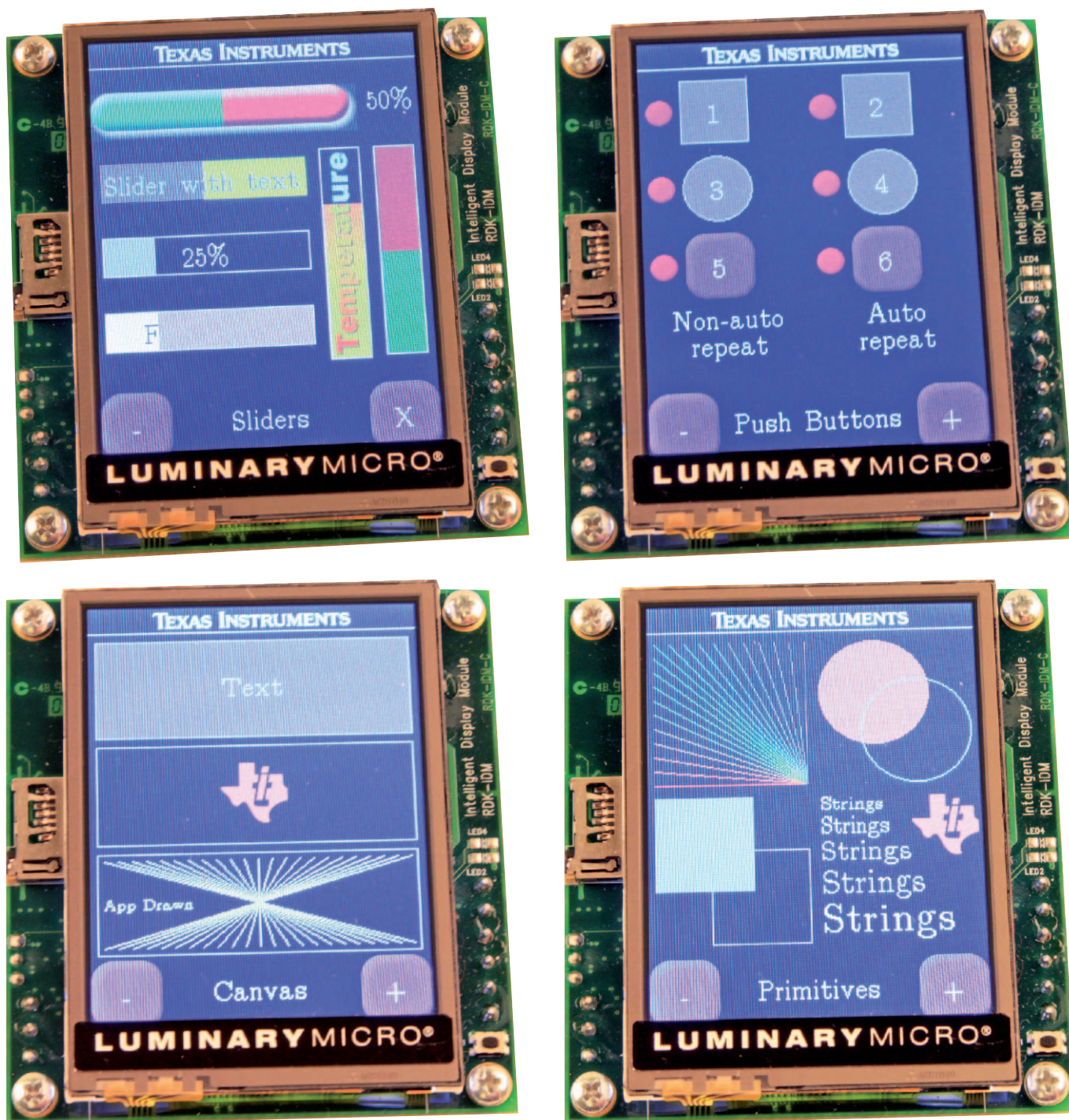
W domyślnym stanie pracy na ekranie wyświetlana jest komunikat: aby zacząć dotknij ekranu. Gdy użytkownik dotknie ekranu wyświetlana jest wirtualna klawiatura, której rozkład przycisków jest przypadkowy (fotografia 4). Losowe rozmieszczenie przy-

cisków ma utrudnić osobom postronnym podejrzenie wprowadzanego kodu. Po wpisaniu kodu dostępu (w przykładowej aplikacji jest on wyświetlany u dołu ekranu) i potwierdzeniu znakiem ,#’ uruchamiany jest przekaźnik.

Kod dostępu może być zmieniony zdalnie poprzez sieć Ethernet. Adres IP pobierany jest z serwera DHCP lub ustawiany jest domyślny adres autokonfiguracji. Przykładowa aplikacja uruchamia serwer www, który umożliwia podanie nowego kodu dostępu. Po wpisaniu w przeglądarce



Rysunek 5. Formularz do zmiany kodu dostępu



Fotografia 6. Demonstracja możliwości biblioteki graficznej StellarisWare

Drugą z bibliotek jest Stellaris Graphics Library – bezpłatny zbiór podstawowych funkcji graficznych, takich jak rysowanie punktu, linii, okręgu, czy wyświetlanie tekstów, jak również funkcjonalnych modułów graficznych – np. przycisków, suwaków, itp.

Do pakietu StellarisWare dołączana jest również biblioteka obsługi interfejsu USB. Umożliwia ona implementację sterowników USB device, USB host oraz USB On-the-Go (OTG).

Wszystkie mikrokontrolery Stellaris mają zaimplementowaną w pamięci nieulotnej programator pamięci Flash (Stellaris Flash Loader) oraz bootloader,

dzięki którym możliwe jest zaprogramowanie pamięci mikrokontrolera w systemie. Programator pamięci Flash służy do ich programowania poprzez interfejs szeregowy SSI lub UART. Wraz z biblioteką StellarisWare dostarczany jest program dla komputera PC do obsługi programatora Flash.

Bardziej rozbudowany jest Stellaris Boot Loader, który umożliwia pobranie kodu programu poprzez interfejsy SII, UART, I<sup>2</sup>C lub Ethernet i zapisanie go w pamięci Flash. Dostępny jest kod źródłowy programu Stellaris Boot Loader, dzięki czemu można go dostosować do własnej aplikacji.

Należy zwrócić uwagę na dołączane do StellarisWare kody źródłowe przykładowych programów korzystających z tej biblioteki. Do opisywanego zestawu RDK IDM dołączono 10 przykładów (każdy wraz z plikami konfiguracyjnymi dla sześciu środowisk programistycznych). Wśród nich znajdują się kody źródłowe programów: obsługi karty SD, kalibracji panelu dotykowego, bootloader z obsługą interfejsu Ethernet oraz aplikacji demonstracyjnej opisaną w artykule.

**Maciej Gołaszewski, EP**  
[maciej.golaszewski@ep.com.pl](mailto:maciej.golaszewski@ep.com.pl)