

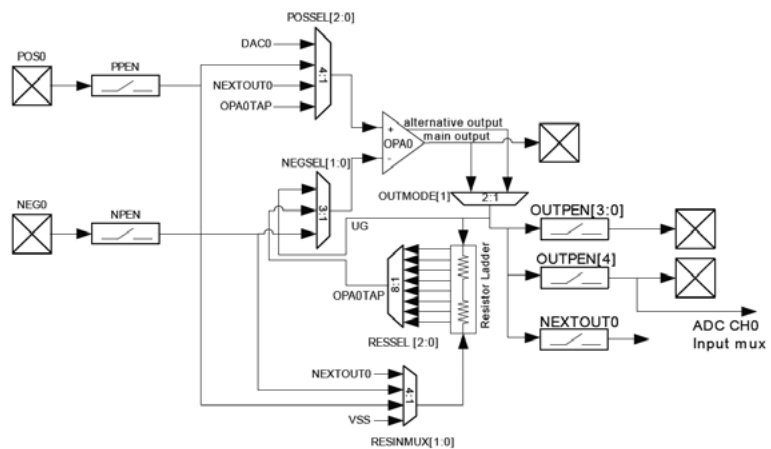
Interfejs Lesense

Niskoenergetyczna obsługa czujników pojemnościowych, indukcyjnych i oporowych

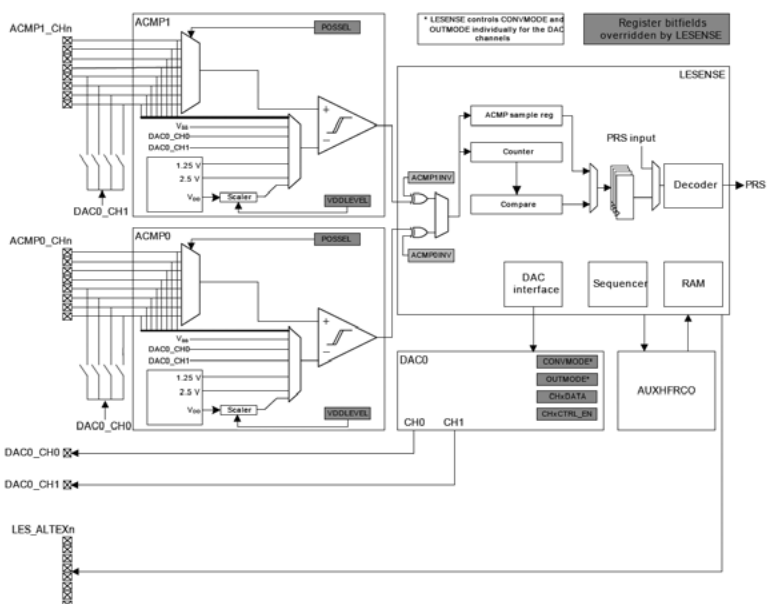
Projektując urządzenia mobilne uwagę należy zwracać na każdą, nawet najmniejszą część systemu, dzięki której będzie możliwe ograniczenie zużycia energii. Większość systemów elektronicznych ma interfejs użytkownika w postaci przycisków, klawiatury czy panelu dotykowego. Przedstawiając niskoenergetyczny interfejs Lesense, firma Energy Micro pokazała, że można zmniejszyć zużycie energii również poprzez przemyślane pobudzenie i odczytywanie czujników indukcyjnych, rezystancyjnych oraz pojemnościowych, które wykorzystywane są m.in. w interfejsach użytkownika. W nowy interfejs Lesense wyposażono rodziny mikrokontrolerów EFM32 Tiny i Giant Gecko.

Firma Energy Micro zdążyła już utworzyć pokaźne portfolio swoich produktów. Wszystkie układy cechuje bardzo niski pobór prądu oraz wyszukane tryby uśpienia. W tym roku światło dzienne mają ujrzyć niskoenergetyczne mikrokontrolery oparte na rdzeniu ARM Cortex-M0 (seria EFM32 Zero Gecko) oraz mikrokontrolery z wbudowanym modułem radiowym (seria EFR4D Draco). Jednak już dziś dostępne są układy serii EFM32 Tiny Gecko w kilku obudowach i z pamięciami o różnych pojemnościach. Te mikrokontrolery zostały zaprojektowane z przeznaczeniem dla urządzeń, w których ważna jest oszczędność energetyczna oraz wymiary obudowy, a jednocześnie nie jest wymagana duża liczba peryferii czy duża wielka pamięć Flash lub RAM. Dzięki temu układy są tańsze, co ma ogromne znaczenie dla wielkoseryjnej produkcji urządzeń. Dodatkowo, ciekawym i użytecznym rozwiązaniem okazało się zaimplementowanie trzech wzmacniaczy operacyjnych o programowalnym wzmocnieniu (rysunek 1). Wzmacniacze można konfigurować jako odwracające, nieodwracające, wtórniki, kaskady, etc.

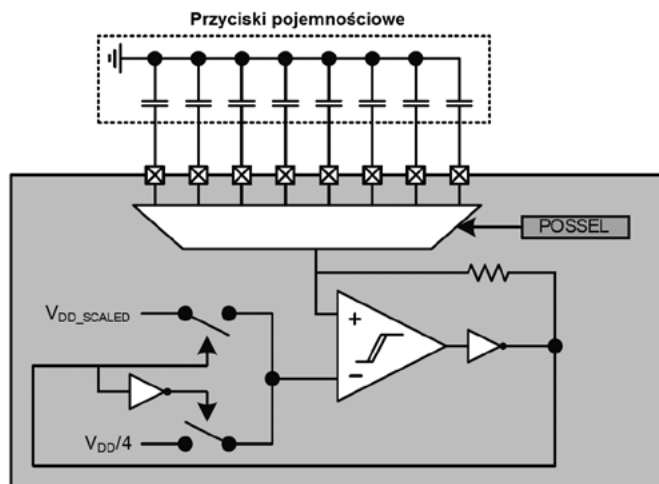
Nowością wbudowaną w małe gekony jest interfejs do obsługi czujników – Lesense (Low Energy Sensor Interface) – przeznaczony dla sensorów analogowych. Dzięki niemu bez udziału rdzenia, a zatem przy niższym wydatku energetycznym, można monitorować działanie czujników używanych m.in. w miernikach przepływu wody lub gazu czy przycisków pojemnościowych. Należy zaznaczyć, że zarówno wzmacniacze operacyjne, jak i interfejs Lesense, są także wbudowane w serię mikrokontrolerów EFM32 Giant Gecko.



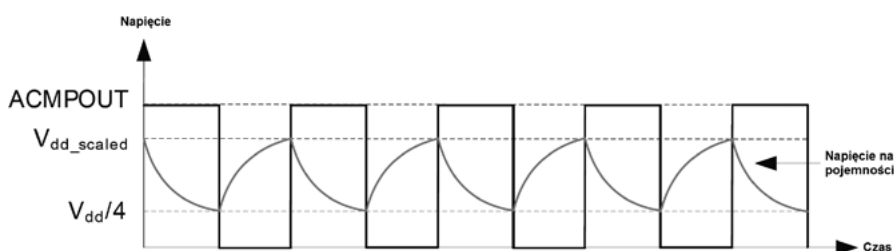
Rysunek 1. Schemat blokowy wbudowanych, programowalnych wzmacniaczy operacyjnych



Rysunek 2. Schemat blokowy interfejsu LESENSE



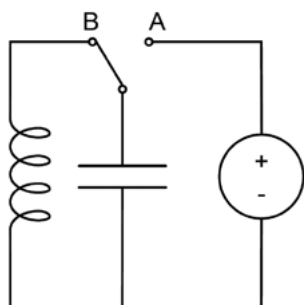
Rysunek 3. Schemat obsługi przycisków pojemnościowych przez interfejs Lesense



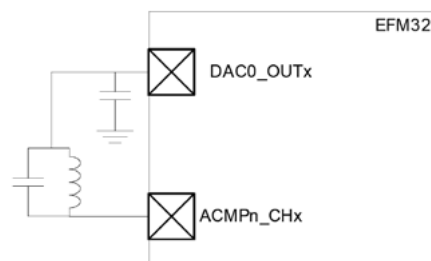
Rysunek 4. Przebieg napięcia na wyjściu komparatora (kolor czarny) oraz napięcia na kondensatorze (kolor szary)

Lesense – Low Energy Sensor Interface

Dzięki umożliwieniu współpracy interfejsu *Lesense* z pozostałymi peryferiami mikrokontrolera, jak na przykład z *Peripheral Reflex System*, analogowym komparatorem czy pamięcią *RAM*, możliwa jest ciągła, wzbogacona funkcjonalnie praca z czujnikami podczas przebywania w trybie uśpienia *EM2*. Pozwala to na znaczną oszczędność energii.



Rysunek 5. Kluczowy układ LC



Rysunek 6. Schemat obsługi czujników indukcyjnych przez interfejs Lesense

Schemat blokowy interfejsu *Lesense* przedstawiono na **rysunku 2**. Składa się on z sekwencera, dekodera, bloku pamięci *RAM* oraz bloku liczącego i porównującego. Sekwencer zapewnia współpracę z innymi peryferiami oraz czuwa nad czasem pomiędzy odczytami sensorów. Dzięki dekoderoowi istnieje możliwość zaprogramowania działania interfejsu zgodnie z 16-pozycyjnym diagramem stanów. Pozwala to na wykonywanie automatycznych, określonych działań zgodnie z zaplanowanym zachowaniem się układu. Pamięć *RAM* umożliwia buforowanie odczytanych danych z czujników oraz zapamiętanie konfiguracji. Ostatni funkcjonalny blok zlicza impulsy na wyjściu analogowego komparatora, a następnie dokonuje porównania z zadaną wartością. Maksymalna ilość monitorowanych czujników to 16. Ograniczenie to spowodowane jest użyciem 16 kanałów dwóch analogowych komparatorów zawartych w układach *EFM32 Tiny Gecko* jako wejść interfejsu *Lesense*. Dodatkowo, istnieje możliwość użycia wewnętrznego przetwornika C/A do ustalania napięć referencyjnych potrzebnych przy porównywaniu analogowego sygnału z czujników z pewnym poziomem napięcia.

Po zarejestrowaniu określonej odpowiedzi z sensorów, rdzeń mikrokontrolera może zostać obudzony z niskiego stanu uśpienia w celu przetworzenia danych lub jeżeli jest taka możliwość, to dane mogą zostać obsłużone przez moduł *DMA*, aby oszczędzić energię.

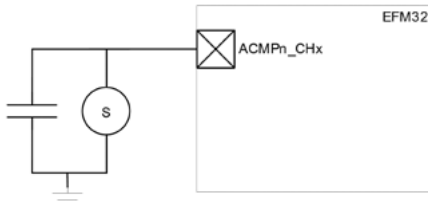


Rysunek 7. Oscylacje pojawiające się podczas odczytu czujnika indukcyjnego w otoczeniu bez obiektu metalowego oraz z obiektem metalowym

Czujniki pojemnościowe

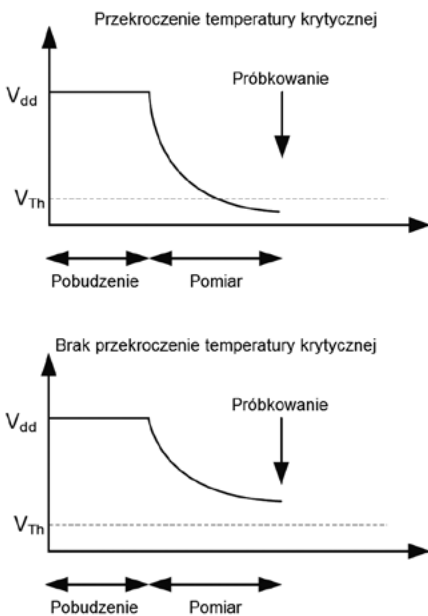
Tematem przewodnim Elektroniki Praktycznej 2/2011 były panele dotykowe. Coraz częściej stosuje się je nie tylko w smartphonach, ale również w innych urządzeniach elektronicznych. Dodatkowo, ze względu na wolniejsze zużywanie się dotykowych przełączników pojemnościowych w porównaniu z ich mechanicznymi odpowiednikami, producenci urządzeń coraz częściej sięgają po rozwiązania tego typu podczas projektowania interfejsów użytkownika. Korzystając z czujników pojemnościowych w aplikacjach mobilnych niezbędne jest monitorowanie oraz sterowanie tymi czujnikami ze zużyciem przy tym jak najmniejszej ilości energii z uwagi na jej ograniczone zasoby.

Uproszczony schemat interfejsu *LESENSE* w konfiguracji do obsługi przycisków pojemnościowych pokazano na **rysunku 3**. Napięcie odniesienia, z którym porównywana jest wartość napięcia na kondensatorze, wynosi $V_{DD}/4$ lub V_{DD_SCALED} (konfigurowalne) i zmienia się przy osiągnięciu przez kondensator tego napięcia. Przebieg napięcia na wyj-

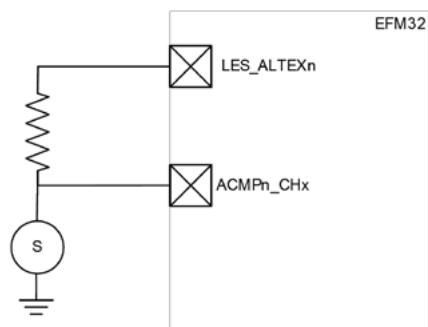


Rysunek 8. Schemat obsługi czujników rezystancyjnych przez interfejs Lesense w konfiguracji jednopinowej

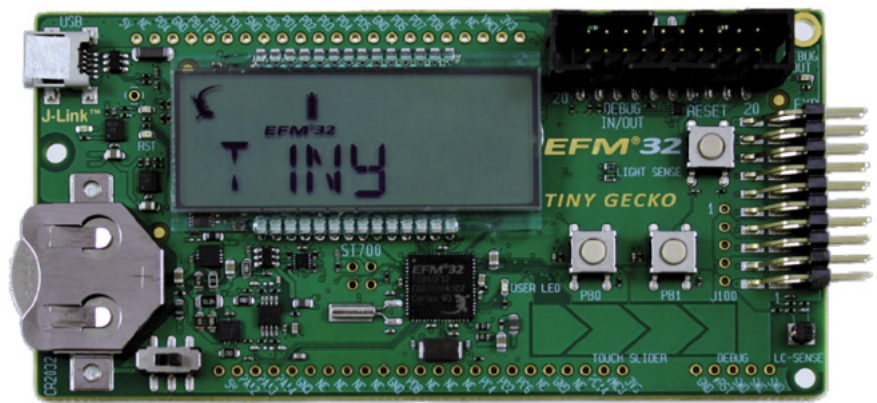
ściu komparatora oraz napięcia na kondensatorze zostały przedstawione na **rysunku 4**. Częstotliwość ładowania i rozładowywania pojemności w przyciskach będzie zatem stała, zależna od wartości pojemności oraz rezystancji w sprzężeniu zwrotnym (określającej wartość prądu ładowania-rozładowywania), napięcia zasilania V_{DD} i napięcia V_{DD_SCALED} . Częstotliwość ta jest monitorowana przez interfejs *Lesense*. Przy naciśnięciu przycisku pojemność palca jest dodawana do pojemności przycisku (połączenie równoległe) co w następstwie zmniejszy opisaną wcześniej częstotliwość, a interfejs zasygnalizuje zaistniałą zmianę.



Rysunek 9. Przebiegi czasowe podczas odczytów czujników rezystancyjnych



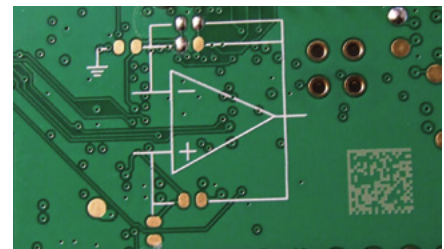
Rysunek 10. Schemat obsługi czujników rezystancyjnych przez interfejs Lesense w konfiguracji dzielnika napięcia



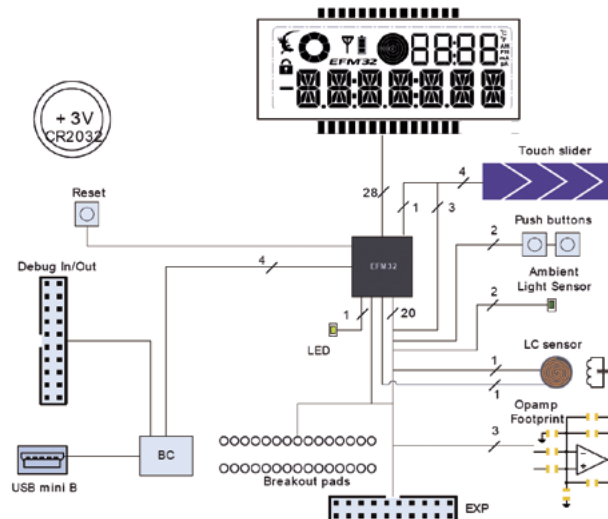
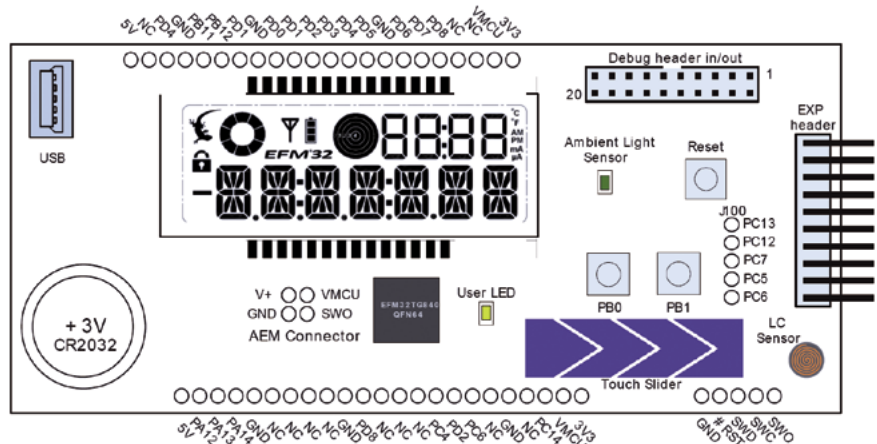
Fotografia 11. Wygląd płytki prototypowej EFM32TG-STK3300

Czujniki indukcyjne

Czujniki indukcyjne są stosowane między innymi do wykrywania obecności materiałów przewodzących (na przykład metali) w pewnym obszarze. Z uwagi na to, że detekcja odbywa się bezstykowo, czujniki te można używać w strefach o niesprzyjających warunkach środowiskowych (obecność wody, duże stężenie pyłów), gdzie czujniki zamknięte są w specjalnych, szczelnych obudowach. Popularnym zastosowaniem tych czujników są wykrywacze metali.



Fotografia 13. Możliwość użycia wbudowanych wzmacniaczy operacyjnych w różnych konfiguracjach dzięki padom lutowniczym na elementy SMD



Rysunek 12. Schemat funkcjonalny płytki prototypowej EFM32TG-STK3300

Zasada działania prostego czujnika indukcyjnego może zostać wyjaśniona na podstawie przełączanego układu *LC* (rysunek 5). Jeżeli przełącznik znajduje się w pozycji *A*, następuje ładowanie kondensatora ze źródła. Po naładowaniu kondensatora przełącznik jest przełączany w pozycję *B*. Kondensator przechowuje energię w postaci pola elektrycznego, która zostaje rozładowywana poprzez cewkę. Po pewnym czasie kondensator rozładuje się, a cała energia w układzie będzie zgromadzona w cewce w postaci pola magnetycznego. Bez obecności dodatkowego źródła energii, energia zgromadzona w cewce ponownie naładuje kondensator – jednak tym razem polaryzacja zostanie zmieniona. Następnie cykl powtarza się. Ponieważ elementy nie są idealne, przy wymianie energii pomiędzy kondensatorem a cewką można zaobserwować charakterystyczne tłumienie oscylacji na skutek strat energii. Jeżeli podczas tego procesu w polu magnetycznym pojawi się metalowy obiekt, to tłumienie oscylacji będzie większe z uwagi na indukowanie się prądu w przewodniku.

Przykładową konfigurację mikrokontrolera serii *EFM32* z zastosowaniem czujnika indukcyjnego przedstawiono na rysunku 6. Podczas tłumienia oscylacji zliczane są impulsy na wyjściu komparatora,

dzięki którym interfejs *Lesense* wykrywa obecność przewodnika w polu magnetycznym. Przykładowe wykresy oscylacji wraz z zaznaczonym poziomem referencyjnym oraz impulsami na wyjściu komparatora dla otoczenia z metalem oraz bez niego zostały przedstawione na rysunku 7.

Czujniki rezystancyjne

Większość elektroników-praktyków miała kiedyś do czynienia z czujnikami rezystancyjnymi. Przykładem takiego czujnika jest termistor. Zależność oporu od temperatury pozwala na zastosowanie termistorów w układzie dzielnika napięcia, a następnie odczytywanie temperatury poprzez przetwornik A/C.

Podczas korzystania z dzielnika napięcia dużym minusem jest stale przepływający przez niego prąd. Choć przeważnie jest on niewielki, to ciągła utrata energii jest zjawiskiem niepożądanym. Jednym z rozwiązań tego problemu jest użycie interfejsu *Lesense*. W wypadku, gdy istnieje potrzeba zastosowania czujnika rezystancyjnego do wykrycia przekroczenia pewnej temperatury granicznej można to zrobić za pomocą tylko jednego pinu mikrokontrolera *EFM32*. W tej sytuacji niezbędne jest użycie dodatkowego kondensatora połączonego równolegle z czujnikiem (rysunek 8). W pierwszej fazie kondensator

zostanie naładowany do wartości napięcia V_{dd} . Następnie, gdy napięcie będzie stabilne interfejs *LESENSE* przystąpi do pomiaru rezystancji czujnika podczas rozładowywania kondensatora przez ten czujnik. Jeżeli w określonym czasie napięcie spadnie poniżej zadanej wartości V_{th} , odpowiadającej progowej wartości rezystancji (temperatury), oznaczać to będzie, że mierzona temperatura przekroczyła ustaloną wartość krytyczną (rysunek 9). Jest możliwe również użycie czujnika w konfiguracji dzielnika napięcia (rysunek 10), który jest zasilany ze specjalnego pinu mikrokontrolera *EFM32*, dzięki czemu prąd pobierany jest tylko wtedy, gdy jest to konieczne do poprawnego działania czujnika.

Płytki prototypowa EFM32TG-STK3300

Firma *Energy Micro* postanowiła zaprojektować tanią płytkę testową dla nowej serii mikrokontrolerów *EFM32 Tiny Gecko* (fotografia 11). Podobnie jak jej siostrzana płytki – której sercem jest układ *EFM32 Gecko* – również zawiera wbudowany debugger *J-Link* oraz możliwość monitorowania poboru prądu w czasie rzeczywistym za pomocą modułu *AEM* (*Advanced Energy Monitoring*) i aplikacji *energyAware Profiler*.

REKLAMA

WESOŁYCH ŚWIĄT!

...Naszym Klientom oraz Czytelnikom magazynów
Elektronika Praktyczna i Elektronik najserdeczniejsze
życzenia z okazji Świąt Bożego Narodzenia

a także wszelkiej pomyślności w Nowym Roku 2012
życzy zarząd i pracownicy firmy

CONTRANS TI

oficjalny partner handlowy firm:

TEXAS INSTRUMENTS, SUPERTEX, FERROXCUBE, MONOLITHIC POWER SYSTEMS,
WEISSER, ADELS CONTACT, ACP, SAURIS, ILME, ERNI, UCHIYA, CINCH, ENFORA

...a na przedświąteczne
zakupy online zapraszamy do
Contrans PRESTO

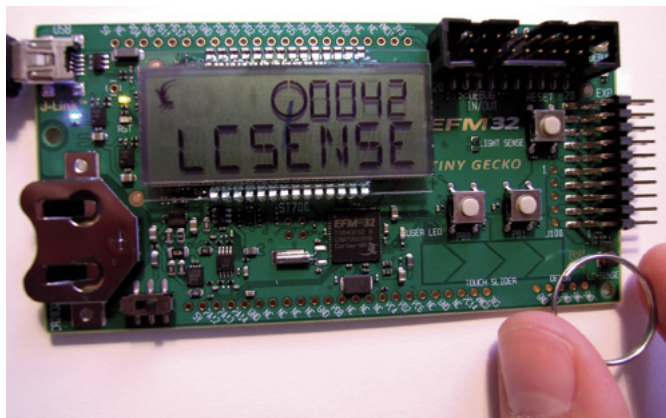


CONTRANS TI Sp. z o.o.

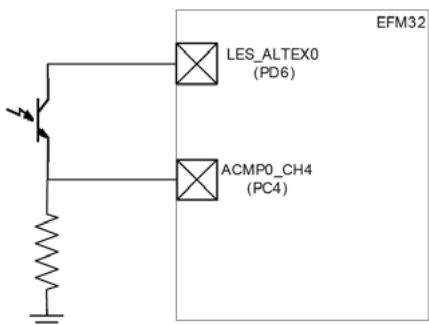
ul. Polanowicka 66, 51-180 Wrocław,
tel. 071/325-26-21...24, fax 071/325-44-39,
e-mail: contrans@contrans.pl http://www.contrans.pl



Fotografia 14. Użycie przycisków pojemnościowych jako touch slider'a



Fotografia 15. Użycie czujnika indukcyjnego jako wykrywacza metalu



Rysunek 16. Schemat obsługi fototranzystora przez interfejs Lesense

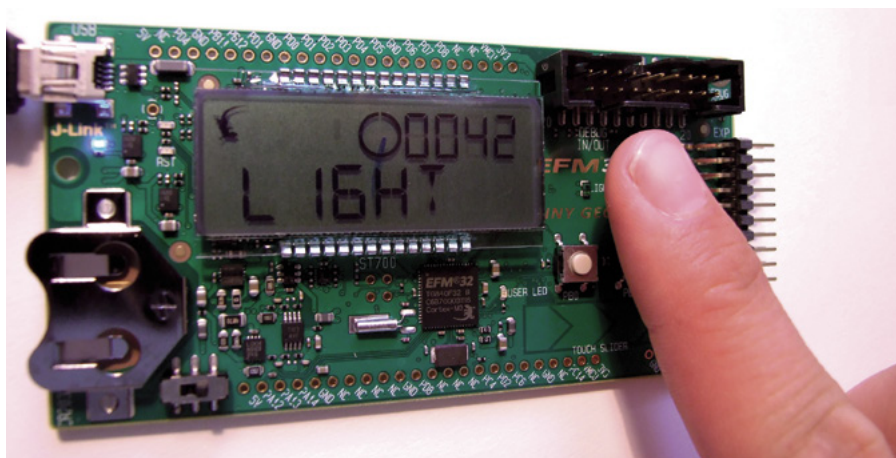
Oprócz standardowych składników płytki ewaluacyjnej jak przyciski czy złącza, zadbano o dołączenie elementów pozwalających przetestowanie unikalnych możliwości mikrokontrolerów serii EFM32 Tiny Gecko (rysunek 12), a w szczególności interfejsu Lesense. Do dyspozycji jest czujnik oświetlenia, układ LC pełniący rolę wykrywacza przewodników w niedalekiej odległości oraz przyciski pojemnościowe (touch slider). Dodatkowo, na odwrocie płytki PCB dostępne są wolne pola lutownicze (fotografia 13) pozwalające, po przyłutowaniu elementów SMD, na testowanie różnych konfiguracji wzmacniacza operacyjnego zaimplementowanego we wnętrzu układów Tiny Gecko.

Dla płytki ewaluacyjnej EFM32TG-STK3300 dostępny jest zestaw biblio-

tek BSP (Board Support Package), które pozwalają na sterowanie połączeniami płytki i szybsze testowanie peryferii. Programiści z Energy Micro zadbali również o przykładowe programy demonstracyjne dla płytki testowej. Nota aplikacyjna AN0028 prezentuje obsługę przycisku pojemnościowego za pomocą interfejsu LESENSE. Po przyciśnięciu przycisku na pasku pojemnościowym, wyświetlany jest komunikat oraz zliczana jest liczba przyciśnień (fotografia 14). Nota aplikacyjna AN0029 pozwala na obserwację działania prostego wykrywacza materiałów przewodzących za pomocą układu LC. Do testów można użyć metalowego spinacza

do papieru lub kółka od kluczy, przesu- wając go nad czujnikiem umieszczonym w prawym, dolnym rogu płytki PCB (fotografia 15). Czujnik natężenia światła został poddany testom w nocie aplikacyjnej AN0036. Fototranzystor zastosowano w konfiguracji dzielnika napięcia (rysunek 16). Zasilając sensor aktywujemy jego działanie (fotografia 17) i co za tym idzie zliczanie kolejnych impulsów przez interfejs Lesense, który w tym przykładzie może współpracować również z modułem PRS (Peripheral Reflex System).

Wojciech Gelmuda
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza
Katedra Elektroniki



Fotografia 17. Użycie fototranzystora jako wyłącznika zmiernego (LESENSE)

REKLAMA

VMOD - uniwersalny, miniaturowy miernik napięcia AVT5300

Wybrane parametry:

- pomiar napięcia stałego do 50 V
- 4 wybierane automatycznie podzakresy pomiarowe: 0...1 V, 1...5 V, 5...10 V i 10...50 V
- rozdzielczość pomiaru 1, 5, 10 lub 50 mV (zależnie od zakresu)
- pomiar napięć własnych (wspólna masa zasilania i pomiarowa)
- opcjonalne funkcje: amperomierz 0...50 A lub termometr 0...150°C
- napięcie zasilania 6...15 VDC
- wymiary 32 mm x 47 mm x 20 mm

www.sklep.avt.pl

