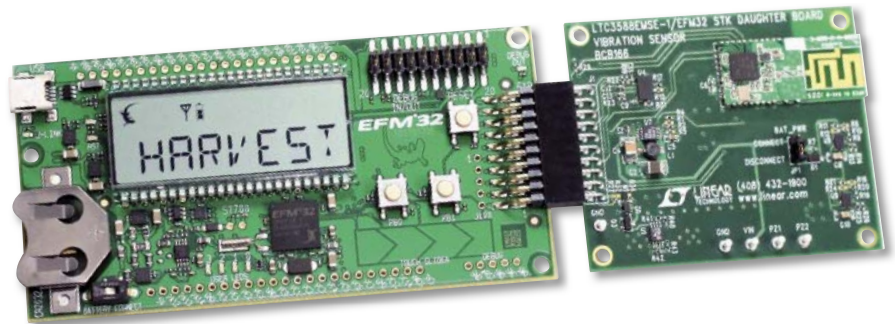


Energy harvesting, czyli prąd z niczego

Świetnie brzmiące anglojęzyczne hasło „energy harvesting” nie znalazło sobie jeszcze polskiego odpowiednika („energetyczne żniwa?”), pomimo tego nowy sposób pozyskiwania energii elektrycznej „z niczego” dość szybko się rozpowszechnia.

W artykule prezentujemy nowatorskie ogniwa piezoelektryczne, które umożliwiają łatwą konwersję energii mechanicznej (drgań) w energię elektryczną wystarczającą do zasilenia 32-bitowego mikrokontrolera z rdzeniem Cortex-M3.

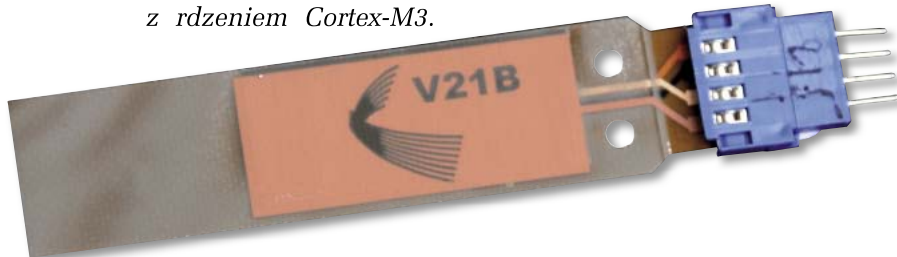


W lutowej Elektronice dla Wszystkich pojawiła się pierwsza część interesującego artykułu poświęconego metodom uzyskiwania energii z różnych niestandardowych źródeł (termoelektrycznych, świetlnych, mechanicznych itp.) za pomocą wyspecja-

Dodatkowe informacje:
 Próbkki układów scalonych wyszczególnionych w artykule zostały udostępnione przez firmę Farnell <http://pl.farnell.com/>

model kosztuje w USA 45 dolarów, co czyni z niego dość ekskluzywne źródło energii.

Do testów sprowadziłem przetwornik V21BL, którego parametry są dostosowane do współpracy z wyspecjalizowaną przetwornicą LTC3588 firmy Linear Technology. Ten duet jest naszą platformą testową.

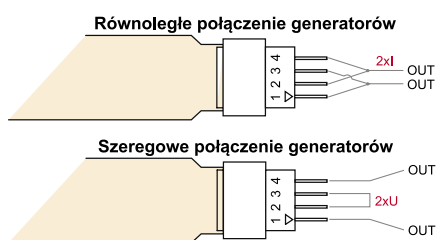


Fotografia 1. Przetwornik V21BL (rodzina Vulture) firmy Mide

Przetwornik drgań na energię elektryczną

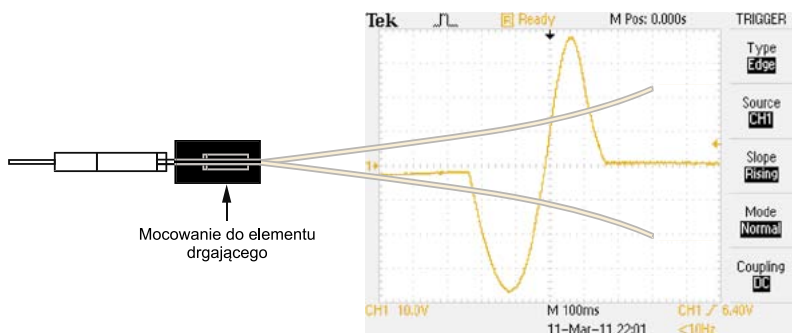
Szczegóły budowy przetworników produkowanych przez Mide Technology jest owiana firmową tajemnicą, ale dla nas – jako ich użytkowników – najważniejsze są możliwości i parametry, a nie fizykochemiczne szczegóły ich budowy i technologii produkcji.

Wygląd czujnika V21BL pokazano na fotografii 1, w rodzinie Vulture (jak nazywa je producent) dostępnych jest sześć ich wersji różniących się między sobą wymiarami, częstotliwością rezonansową i parametrami elektrycznymi. Wszystkie przetworniki wyposażono w dwa generatory piezoelektryczne z niezależnie wyprowadzonymi złączami, dzięki czemu – w zależności od potrzeb – można je łączyć równolegle (zwiększając wydajność prądową i zmniejszając impedancję) lub szeregowo (zwiększając napięcie wyjściowe i zmniejszając pojemność wyjściową przetworników) – rysunek 2. Generatory piezoelektryczne są polaryzo-



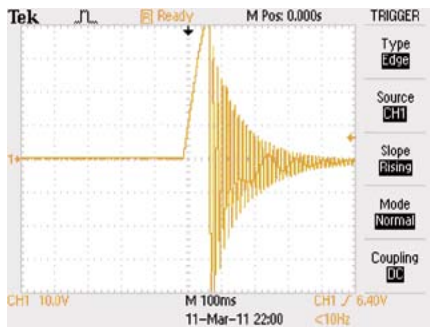
Rysunek 2. Możliwe sposoby połączenia generatorów napięcia wbudowanych w czujniki Vulture

lizowanych przetworników. Zainspirowany tą publikacją rozpocząłem poszukiwania przetworników tego typu dostępnych na rynku i okazało się, że w kilku światowych sieciach handlowych są dostępne przetworniki piezoelektryczne pozwalające uzyskać energię elektryczną z drgań mechanicznych, których producentem jest amerykańska firma Mide Technology Corporation. Jedynym problemem podczas zakupu przetworników okazała się ich cena: najtańszy dostępny



Rysunek 3. Przebiegi na wyjściu jednego z generatorów przetwornika V21BL przy dwukierunkowych wychyleniach płytki rezonansowej

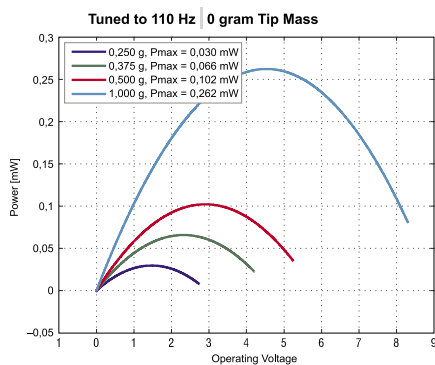
Dodatkowe informacje...
 ...są dostępne pod adresami:
<http://www.energymicro.com/energyharvesting>
http://www.mide.com/products/vulture/vulture_catalog.php
<http://www.linear.com/product/LTC3588-1>



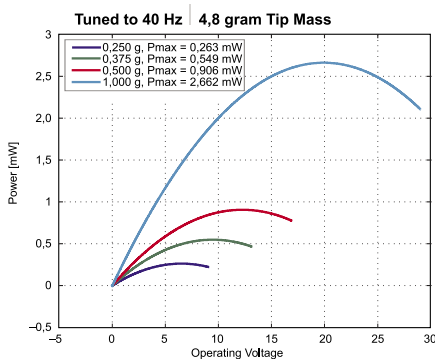
Rysunek 4. Przebieg napięcia generowanego podczas swobodnych drgań płytki napędowej

wane i w zależności od kierunku wychylenia wytwarzają napięcie o odpowiedniej polaryzacji, co pokazano na **rysunku 3**. Amplituda generowanego napięcia jest zależna od amplitudy odchylenia płytki od osi „0”, a kształt generowanego przebiegu jest scałkowaną krzywą ruchu płytki generatora. Jak widać, amplituda generowanego napięcia jest dość duża – może wynosić nawet 40 V (wartość międzyszczytowa 80 V), co wymaga zaledwie kilkumilimetrowego odchylenia płytki od poziomu. Na **rysunku 4** pokazano przebieg napięcia generowanego podczas swobodnych drgań – wyraźnie widać „naciąganie” płytki generatora i gasnącą amplitudę drgań.

Jak każdy układ drgający, także płytka generacyjna przetwornika V21BL



Rysunek 5. Charakterystyki generatora dla różnych wartości przyspieszeń, rezonującego bez dodatkowych obciążników



Rysunek 6. Charakterystyki generatora dla różnych wartości przyspieszeń, rezonującego z dodatkowym obciążnikiem



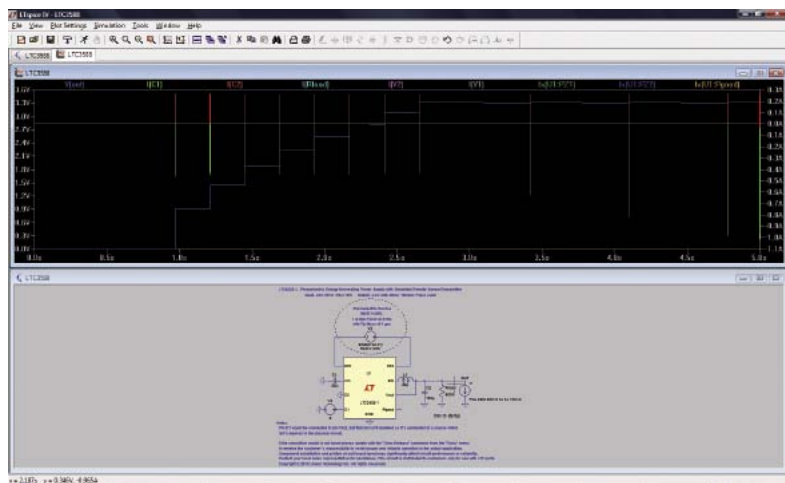
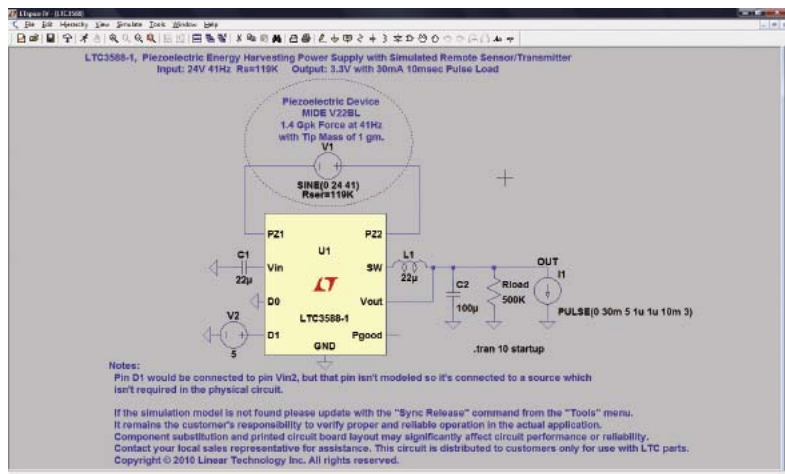
ma własną częstotliwość rezonansową, którą można dostrajać do spodziewanej częstotliwości drgań napędzających. Na **rysunku 5** pokazano charakterystyki generatora rezonującego bez dodatkowych obciążników dla różnych wartości przy-

Przed lutowaniem zasymuluj!

Czytelnicy chcący z bliska poznać układy produkowane przez Linear Technology (w tym LTC3588) mogą skorzystać z symulatora LTSpice IV dostępnego bezpłatnie na stronie producenta oraz dostępnego bezpłatnie schematu aplikacyjnego z opisem źródła odpowiadającego jednemu z przetworników piezoelektrycznych firmy Mide.

Oprogramowanie narzędziowe jest LTSpice IV dostępne pod adresem:

<http://www.linear.com/designtools/software/>



spieszeń, a na **rysunku 6** podobne przebiegi, ale dla płytki obciążonej ciężarkiem 4,8 g, czego skutkiem jest obniżenie częstotliwości rezonansowej ze 110 Hz do 40 Hz i jednoczesny blisko 10-krotny wzrost generowanej mocy. Na rysunkach wyraźnie także widać różnice w amplitudach generowanych napięć dla obydwu przypadków.

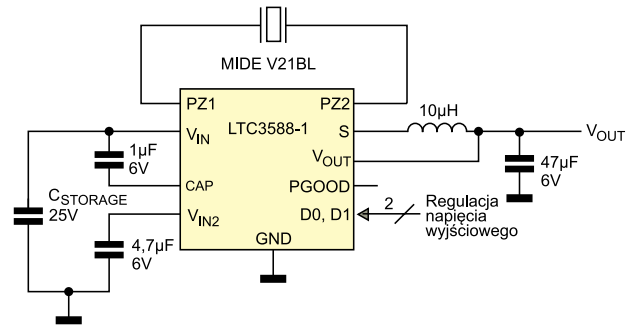
Wyspecjalizowany konwerter

Firma Mide Technology Corporation zdając sobie sprawę z możliwych trudności z praktycznym wdrażaniem produkowanych przez siebie generatorów piezoelektrycznych, porozumiała się z jednym z największych producentów układów analogowych – firmą Linear Technology – która opracowała i wdrożyła do produkcji wyspecjalizowaną przetwornicę AC/DC przystosowaną do współpracy z nimi. Dzięki zastosowaniu układu LTC3588 kompletny zasilacz z „harvestingowym” źródłem energii jest tak prosty, jak pokazano na **rysunku 7**. Napięcie wyjściowe przetwornicy jest ustalane za pomocą 2-bitowego wejścia cyfrowego na jedną z czterech predefiniowanych wartości: 1,8, 2,5, 3,3 lub 3,6 V. Jest ono uzyskiwane w przetwornicy indukcyjnej obniżającej napięcie, na wejście której jest poda-

wane wyprostowane (za pomocą wewnętrznego mostka dwupołówkowego) napięcie z generatora. Napięcie z generatora jest filtrowane za pomocą kondensatora $C_{STORAGE}$ (rysunek 7), który spełnia także rolę magazynu ładunku pozwalającego przetwornicy pracować przez pewien czas w chwilach zaniku drgań napędzających płytkę rezonansową. Żeby zapewnić możliwość stabilnej pracy systemu zasilanego z wyjścia tak zasilanej przetwornicy, układ LTC3588 wytwarza sygnał *Power Good* sygnalizujący poprawną wartość napięcia wyjściowego. W razie konieczności układ LTC3588 może współpracować także z akumulatorem – wtedy energia uzyskiwana z przetwornika wspiera jego pracę, wydłużając czas eksploatacji.

Wątpliwości

Wartości mocy uzyskiwanych za pomocą generatorów piezoelektrycznych nie są obecnie oszałamiające, ale wystarczają do zasilania na przykład prostego systemu pomiarowego z 32-bitowym mikrocontro-



Rysunek 7. Schemat aplikacyjny układu LTC3588

lerem z rdzeniem Cortex-M3 (z rodziny EFM32 firmy EnergyMicro) współpracującego z 3-osiowym czujnikiem przyspieszenia, z którego dane są wysyłane drogą radiową przez transceiver ZigBee (widok kompletnego zestawu testowego pokazano na wstępie artykułu). Zestaw testowy, opracowany wspólnie przez inżynierów z firm Energy Micro AS, Linear Technology i Mide jest spektakularnie energooszczędny, przede wszystkim ze względu na zastosowane w nim elementy, ale najważniejsze jest to, że dowodzi możliwości sensownego praktycznego zastosowania nowoczesnych źródeł energii, której m.in. w postaci zbędnych drgań marnujemy bardzo wiele...

Piotr Zbysiński, EP

REKLAMA



fronty foliowe



klawiatury silikonowe



klawiatury membranowe



klawiatury pojemnościowe

HORIZON
TECHNOLOGIES

www.horizontech.pl

Horizon Technologies Sp. z o.o. 66-400 Gorzów Wielkopolski ul. Walczaka 25
tel. 95 782 12 11 faks 95 782 12 14 e-mail: biuro@horizontech.pl

ponadto oferujemy panele dotykowe, obudowy i wiele innych rozwiązań

W406

komputer wbudowany z komunikacją
bezprowadową GSM/GPRS/EDGE




- ▶ komunikacja bezprzewodowa GSM/GPRS/EDGE
- ▶ tryb pracy SMS tunel
- ▶ 4 wejścia cyfrowe i 4 wyjścia cyfrowe
- ▶ port Ethernet 10/100M
- ▶ dwa porty szeregowo RS-232/422/485
- ▶ procesor ARM9 Cirrus Logic EP9302
- ▶ pamięć: 32 MB RAM oraz 16 MB Flash
- ▶ system operacyjny WinCE 6.0 lub Linux 2.6
- ▶ dostępne modele przeznaczone do pracy w rozszerzonym zakresie temperatur: od -40 °C do +70 °C

MOXA

ELMARK Automatyka sp. z o.o.
02-703 Warszawa
ul. Bukowińska 22 lok. 1B
Tel. 22 541-84-60
Fax. 22 541-84-61
moxa@elmark.com.pl

EUMARK
Automatyka ...

www.elmark.com.pl