

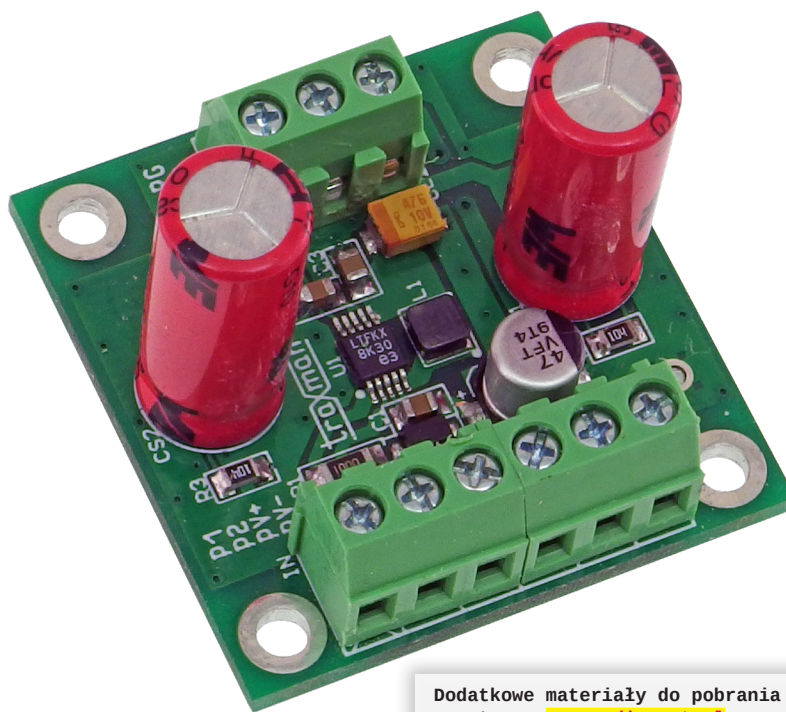
# Hybrydowy harvester z superkondensatorem

Pozyskiwanie energii z otoczenia, nawet w skali mikro, jest dzisiaj bardzo istotnym zagadnieniem. Urządzenia przenośne, szczególnie wszelkie urządzenia Internetu Rzeczy (IoT) oraz noszone (wearable), wymagają autonomicznego zasilania o niewielkiej mocy, bazującego na różnych metodach pozyskiwania energii z otoczenia.

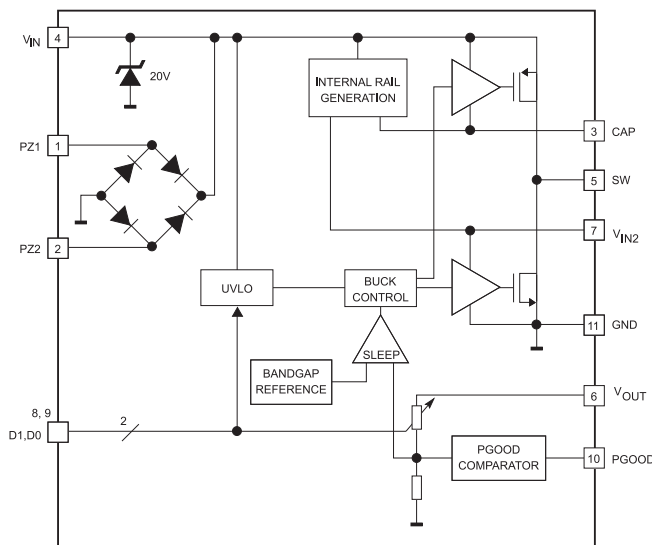
Aby efektywnie wykorzystać energię pozyskaną z otoczenia, producenci układów scalonych oferują specjalizowane kontrolery zarządzające nie tylko samym procesem gromadzenia energii, ale zapewniające odpowiednie zabezpieczenia i rozdział pozyskanej mocy. Przykładem takiego układu jest LTC3588 firmy Analog Devices zastosowany w opisywanym harvesterze. Jego schemat wewnętrzny pokazano na rysunku 1. Układ przeznaczony jest do współpracy z generatorami piezoelektrycznymi lub ogniwami fotowoltaicznymi oraz ogniwnem chemicznym. Pozyskana energia może zostać zgromadzona w superkondensatorze EDLC, który zapewnia ciągle zasilanie współpracującego układu, gdy nie ma możliwości wykorzystania źródeł alternatywnych. Zastosowanie superkondensatora ułatwia zasilanie urządzeń o dużej dynamice poboru prądu, jak przykładowo części radiowe torów komunikacyjnych. Dzięki wbudowanej przetwornicy o ustalonym napięciu wyjściowym LTC3588 zapewnia kompleksową realizację zasilania urządzeń IoT.

## Budowa i działanie

Schemat modelowego harwestera pokazano na rysunku 2. Do zacisków 1 i 2 łączy się IN podłączony jest moduł generatora piezoelektrycznego o napięciu nieprzekraczającym 20 V (np. S118-J1SS-1808YB Mide). Generowane napięcie przemiennie



prostowane jest we wbudowanym w U1 mostku Graetza (wyprowadzenia PZ1, PZ2) i podlega ograniczeniu do 20 VDC. Po wyprostowaniu napięcie służy do zasilania szyny DC (wyprowadzenie VIN), do której podłączony jest kondensator CE1 gromadzący ładunek przetwornicy po stronie pierwotnej. Do szyny tej mogą być podłączone też chemiczne źródła zasilania (baterie) zapewniające nieprzerwane zasilanie przy braku pozyskiwania energii. Diody D1 zabezpiecza



Rysunek 1. Budowa wewnętrzna układu LTC3588

Dodatkowe materiały do pobrania ze strony [www.media.avt.pl](http://www.media.avt.pl)

**W ofercie AVT\* AVT-----**

### Podstawowe parametry:

- napięcie wyjściowe o wartości 3,3 V,
- współpraca z generatorem piezoelektrycznym i ogniwami solarnymi,
- możliwość dołączenia baterii podtrzymujących zasilanie,
- możliwość zasilania urządzeń o dużej dynamice poboru prądu, np. zawierające radiowe tory komunikacyjne.

### Projekty pokrewne na [www.media.avt.pl](http://www.media.avt.pl):

- AVT-1994 Uniwersalna ładowarka słoneczna (EP 8/2018)
- Słoneczna ładowarka akumulatorów żelowych 12 V (EP 5/2018)
- AVT-5621 Sterownik różnicowy kolektora słonecznego (EP 3/2018)
- AVT-5598 Solarna ładowarka akumulatora 12 V (EP 8/2017)
- AVT-1956 S6AE101 - harvester solarny (EP 7/2017)
- AVT-1904 ładowarka akumulatora Li-Po zasilana energią słoneczną (EP 3/2016)
- AVT-1892 Słoneczna ładowarka akumulatorów Li-Po (EP 12/2015)
- AVT-5519 PWR\_SolarCAP Power bank zasilany przez słońce (EP 11/2015)
- AVT-1846 EH\_ADP5090 - inteligentna przetwornica do energy harvesting (EP 2/2015)
- AVT-2944 Bateria słoneczna (Edw 7/2010)

### Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu.

#### Wymagana umiejętność lutowania!

Podstawowa wersja zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym [UK] - jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu.

Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:

- wersja [C] - zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [B] (elementy wlutowane w płytkę PCB)
- wersja [A] - płytką drukowaną bez elementów i dokumentacji Kity w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
- wersja [A+] - płytką drukowaną [A] + zaprogramowany układ [UK] i dokumentacja
- wersja [UK] - zaprogramowany układ

Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! <http://sklep.avt.pl>. W przypadku braku dostępności na <http://sklep.avt.pl>, osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: [kity@avt.pl](mailto:kity@avt.pl).

baterię przed przepływem prądu wstecznego i układ przed jej odwrotnym podłączeniem. Bateria 9 V podłączona jest do zacisków BAT+, BAT- złącza IN.

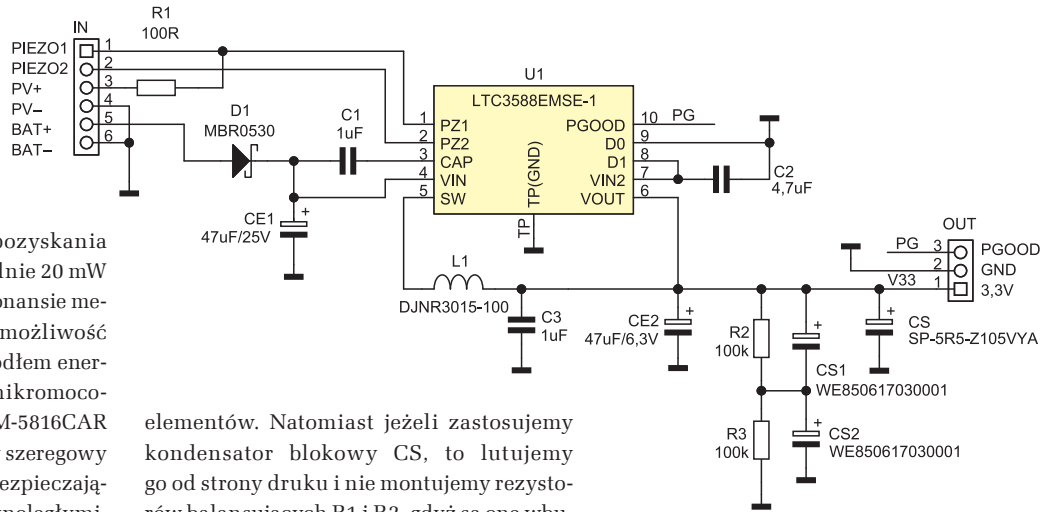
Ze względu na wysoką cenę piezoharvesterów i naprawdę niewielkie moce możliwe do pozyskania (dla S118-J1SS-1808YB maksymalnie 20 mW przy idealnych warunkach w rezonansie mechanicznym), moduł ma także możliwość współpracy z alternatywnym źródłem energii. Doskonale współpracuje z mikromocowymi ogniwami solarnymi np. AM-5816CAR Panasonic połączonymi w zestaw szeregowy 2...3 ogniw z odpowiednimi, zabezpieczającymi diodami szeregowymi i równoległymi. Napięcie ogniwa powinno mieścić się w zakresie 6...15 V. Zamiast fabrycznych ogniw można zastosować zestaw fotodiod BPW34 połączonych szeregowo, dla uzyskania odpowiedniego napięcia. Także nieprodukowane, ale ciągle jeszcze osiągalne ogniwa scalone CPC1822 i CPC1824 doskonale współpracują z harvesterem. Oczywiście możliwe jest zastosowanie ogniw o większej mocy, co znacząco skróci czas ładowania superkondensatorów, przyspieszając gotowość układu do zasilania współpracujących urządzeń.

Napięcie z szyny VIN, po przekroczeniu progu ULVO (dla 3,3 V, próg wynosi ok. 5 V), uruchamia wbudowaną przetwornicę obniżającą. Napięcie wyjściowe przetwornicy ustalone wyprowadzeniami D0 i D1 wynosi 3,3 V. Wyjście PG sygnalizuje poprawność napięcia wyjściowego, próg zadziałania wynosi 92% Uwy (ok. 3 V dla 3,3 V), stan wysoki sygnalizuje poprawność zasilania.

### Montaż i uruchomienie

Rozmieszczenie elementów zostało pokazane na rysunku 3. Montaż układu nie wymaga szczegółowego opisu, ale ważne jest, aby po lutowaniu dokładnie umyć i odtłuścić płytkę, by wyeliminować wszelkie upływności.

W zależności od zastosowanego superkondensatora zmienia się sposób montażu. W przypadku dwóch osobnych kondensatorów CS1, CS2 montujemy je od strony



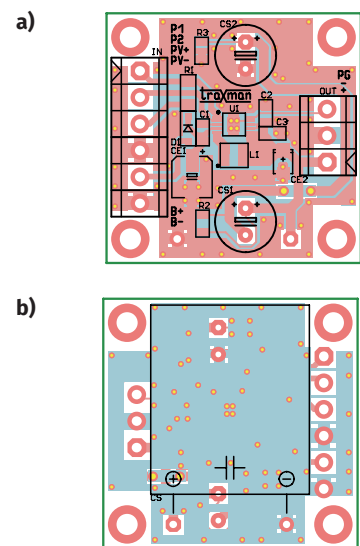
Rysunek 2. Schemat modułu harwestera

elementów. Natomiast jeżeli zastosujemy kondensator blokowy CS, to lutujemy go od strony druku i nie montujemy rezystorów balansujących R1 i R2, gdyż są one wbudowane w blok i niepotrzebnie obciążałyby przetwornicę. Ciężkie obudowy kondensatorów narażone na drgania należy dodatkowo zabezpieczyć elastyczną masą zalewową.

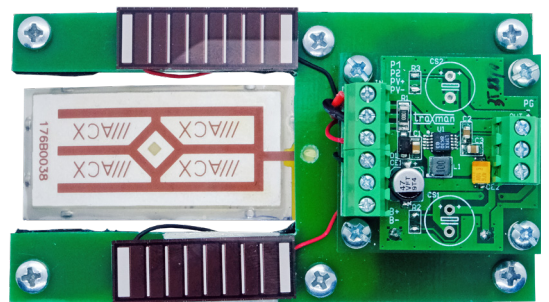
Zmontowany moduł harwestera, w wersji z dwoma kondensatorami EDLC, pokazuje fotografia tytułowa. Natomiast cały eksperymentalny system z piezoharvesterem, ogniwami solarnymi i superkondensatorem blokowym został pokazany na fotografii 1.

Sposób mocowania elementu piezo zależy od jego typu. Dla osiągnięcia najlepszych wyników należy stosować się do wskazówek znajdujących się w dokumentacji producenta. Jak każdy element mechaniczny pracujący w rezonansie, moduł piezo wymaga dostrojenia do częstotliwości drgań. W tym celu podłączamy oscyloskop do zacisków harwestera i zmieniając masę obciążającą, staramy się uzyskać maksymalne napięcie wyjściowe generowane z drgającego obiektu. Pewnym problemem jest zmienność częstotliwości drgań w rzeczywistych obiektach, mająca wpływ na ilość pozyskanej energii. Ustalone widmo drgań mają np. wentylatory, sprężarki, transformatory lub silniki spalinyowe pracujące z określoną prędkością obrotową, tam możliwe jest optymalne pozyskiwanie energii po dostrojeniu harwestera. W pozostałych przypadkach zarówno amplituda, jak i częstotliwość podlegają nieprzewidywalnym zmianom, co zmniejsza możliwość do pozyskania energii, np. wykorzystywanie energii wstrząsów podczas jazdy samochodem (drgania mają charakter gasnący) lub drgań pralki lub wirówki pojawiających się tylko okresowo.

Pozyskiwanie energii słonecznej jest dużo łatwiejsze – o ile świeci słońce. Zależnie od mocy współpracującego ogniwa można uzyskać czas ładowania i gotowości układu w zakresie od kilku godzin do kilku minut. Podczas współpracy z baterią warto podłączać ją do harwestera dopiero po pełnym naładowaniu superkondensatorów,



Rysunek 3. Schemat płytki PCB wraz z rozmieszczeniem elementów: a) strona TOP, b) strona BOTTOM



Fotografia 1. Eksperymentalny system z piezoharvesterem, ogniwami solarnymi i superkondensatorem blokowym

w przeciwnym wypadku bezpowrotnie zmarnujemy zgromadzoną w niej jej energię na ich naładowanie. Jeżeli nie mamy czasu lub ochoty na odczekanie do momentu pozyskania energii z otoczenia, to podczas pierwszego ładowania można do zacisków PV+/PV- podłączyć zasilacz zewnętrzny i w taki sposób naładować superkondensatory.

Adam Tatus  
adam.tatus@ep.com.pl

#### Wykaz elementów:

##### Rezystory:

R1: 100 Ω SMD1206 1%  
R2, R3: 100 kΩ SMD0805 1%

##### Kondensatory:

C1, C3: 1 μF SMD0805 ceramiczny  
C2: 4,7 μF SMD0805 ceramiczny  
CE1: 47 μF/25 V SMD  
CE2: 47 μF/6,3 V SMD A tantalowy  
CS: SP-5R5-Z105VYA blok superkondensatorów 1 F/5,5 V  
CS1, CS2: WE850617030001 superkondensator 3 F/2,7 V

##### Półprzewodniki:

D1: dioda Schottky'ego MBR0530  
U1: LTC3588EMSE-1#P MSOP10\_050\_TP

##### Pozostałe:

L1: dławik SMD DJNR3015-100  
IN: złącze śrubowe DG381-3.5-6  
OUT: złącze śrubowe DG381-3.5-3