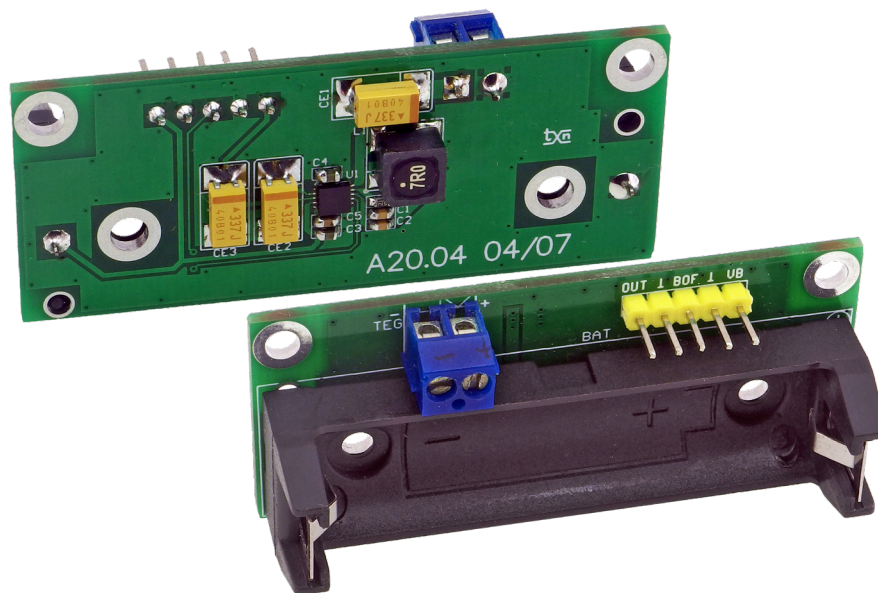


Harvester do generatora termoelektrycznego

Zaprezentowany układ harwestera służy do pozyskiwania niewielkich ilości energii pochodzących z generatora termoelektrycznego TEG i wraz z wbudowaną baterią Li-SOCL może zapewnić zasilanie np. dla układów IoT.

Układ jest zbudowany na bazie specjalizowanej przetwornicy LTC3107, zdolnej do pracy z niewielkimi napięciami wejściowymi już od 20 mV. Dzięki współpracy z baterią, automatycznemu przełączaniu pomiędzy źródłami zasilania oraz możliwości gromadzenia energii w dodatkowym kondensatorze, układ stanowi kompleksowe rozwiązanie zasilania dla urządzeń IoT, cechujących się niewielkim stałym poborem prądu rzędu kilkunastu mikroamperów, który cyklicznie zwiększa się podczas transmisji danych do kilku miliamperów.

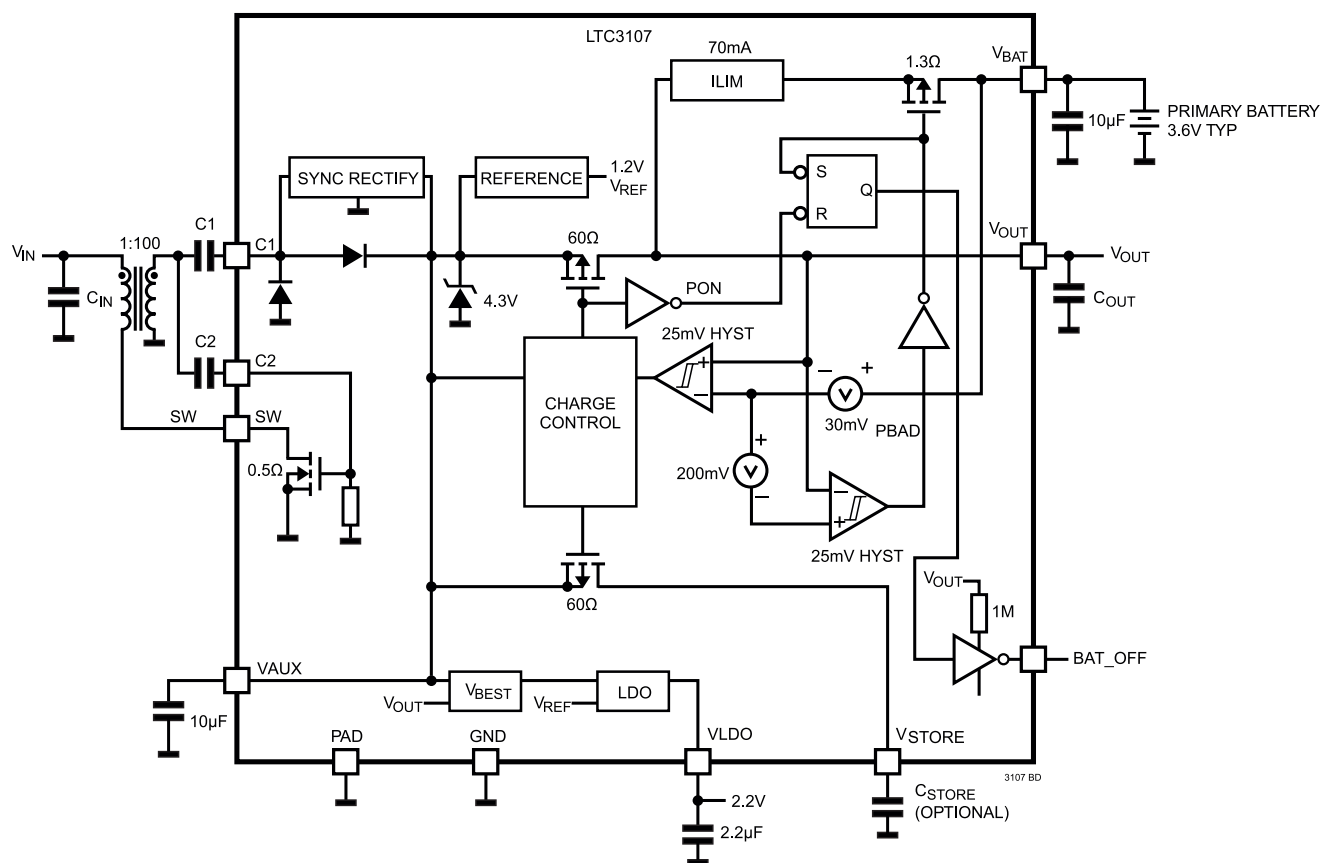
Strukturę wewnętrzną układu LTC3107 pokazano na **rysunku 1**. Jako podstawowe źródło energii zastosowana jest bateria Li-SOCL o napięciu 3,6 V i typowym rozmiarze 14500 (AA). Zaletą baterii jest długa żywotność, niskie samorozładowanie, duża gęstość energii i szeroki zakres temperatury. Energia pozyskiwana z generatora



termoelektrycznego TEG zmniejsza obciążenie baterii, a w przypadkach, gdy jest jej wystarczająca ilość, przejmuje całkowicie zasilanie współpracującego układu, przedłużając żywotność baterii.

Budowę półprzewodnikowego generatora TEG pokazano na **rysunku 2**. Moduł składa się z szeregu złączy P i N, płytek przewodzących i doprowadzających ciepło.

W zależności od modułu i zakresu temperatury pracy, wykorzystuje się związki bizmutu, telluru, wapnia, manganu. Różnica temperatury pomiędzy ściankami modułu generuje napięcie termoelektryczne. W przypadku zastosowań przemysłowych, gdzie różnice temperatury mogą wynosić do kilkuset stopni, generowane napięcie jest na poziomie kilku woltów i jego pozyskanie



Rysunek 1. Budowa wewnętrzna układu LTC3107

Dodatkowe materiały do pobrania ze strony www.media.avt.pl

W ofercie AVT* AVT------

Podstawowe parametry:

- pozyskiwanie niewielkich ilości energii pochodzących z generatora termoelektrycznego TEG,
- zdolny do pracy z niewielkimi napięciami wejściowymi od 20 mV,
- automatyczne przełączanie źródła energii – bateria/generator/kondensator nadmiarowy,
- napięcie wyjściowe z zakresu 2...4 V.

Wykaz elementów:

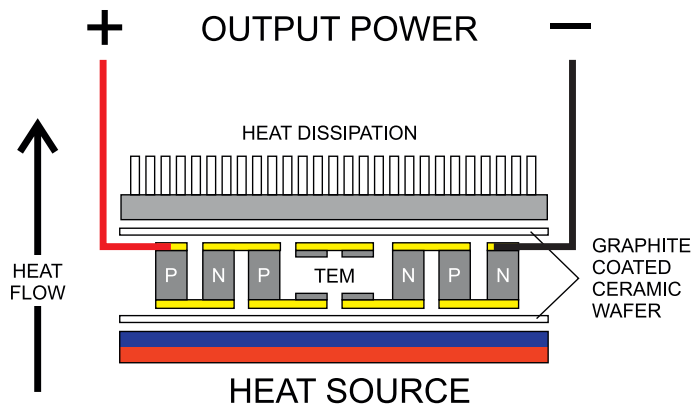
R1: 510 kΩ SMD0603 1%
 C1: 330 pF SMD0603
 C2: 1 nF SMD0603
 C3, C4: 10 μF SMD0603
 C5: 2,2 μF SMD0603
 CE1, CE2, CE3: 330 μF/6,3 V tantalowy
 U1: LTC3107EDD (DFN10)
 L1: transformator 1:100 WE-EHPI WE74488540070
 OUT: złącze SIP5 2,54 mm
 TEG: złącze śrubowe DG 3,5 mm 2 pin

Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu.

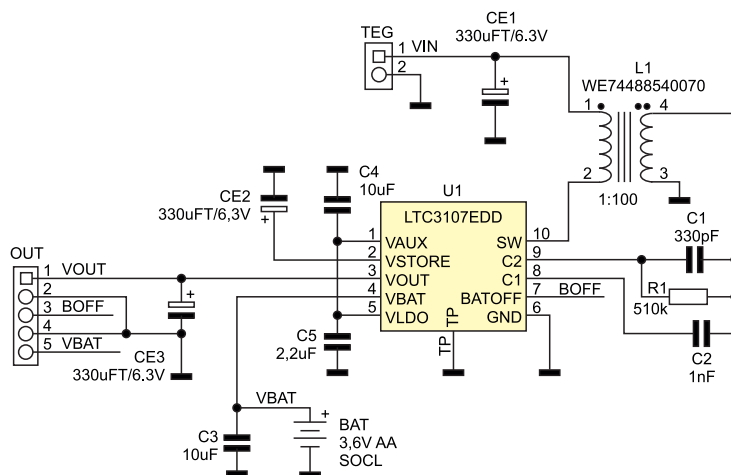
Wymagana umiejętność lutownia!

Podstawową wersją 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 wzlutować 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 wzlutowane w płytkę PCB)
 - wersja [A] – płytkę drukowaną bez elementów i dokumentacji Kity w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
 - wersja [A*] – płytkę 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.



Rysunek 2. Budowa generatora TEG



Rysunek 3. Schemat ideowy harwestera

nie stanowi większego problemu. W zastosowaniach DIY użyteczna różnica temperatury oscyluje na poziomie pojedynczych stopni, generując od kilku do kilkunastu miliwoltów. Dla pozyskania energii konieczna jest przetwornica pracująca z bardzo niskim napięciem wejściowym.

Budowa i działanie

Schemat harwestera termoelektrycznego został pokazany na **rysunku 3**. Blok przetwornicy podwyższającej układu LTC3107, dzięki zastosowaniu impulsowego transformatora podwyższającego L1 o przekładni 1:100, może pracować już od 20 mV. Zakres dopuszczalnych napięć wejściowych z transformatorem 1:100 to 20...500 mV. Napięcie z transformatora jest prostowane i doprowadzone do wyjścia VOUT.

Układ LTC3107 do pracy wymaga baterii o napięciu 2...4 V, która jest także źródłem napięcia odniesienia dla układu śledzącego napięcie wyjściowe. W modelu wybrano baterię litowo-chlorkowo-tionylową Li-SOCL2,

SAFT LS14500, o napięciu 3,6 V i typowym rozmiarze 14500. Napięcie baterii poprzez wbudowany klucz podawane jest na wyjście VOUT U1. Gdy z generatora TEG pozyskiwana jest energia, w zależności od jej ilości, obciążenie baterii stopniowo maleje, aż do całkowitego odcięcia poboru prądu. Znacząco przedłuża to trwałość baterii, gdyż podczas pozyskiwania energii obciążona jest tylko prądem wpływającym do układu mniejszym niż 110 nA. Podczas pozyskiwania energii napięcie z przetwornicy podąża za napięciem z baterii pomniejszonym o spadek na tranzystorze kluczującym źródła. Wyjście BAT_OFF stanem wysokim sygnalizuje odcięcie poboru prądu z baterii i pracę przy wykorzystaniu pozyskanej z TEG energii. Wyjście BAT_OFF zawiera podciągający rezystor 1 MΩ, więc należy zwrócić uwagę na jego obciążenie.

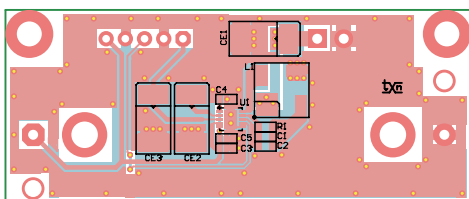
Układ LTC3107, oprócz pozyskiwania energii, ma możliwość gromadzenia jej nadmiaru

w kondensatorze CE2 podłączonym do wyprowadzenia STORE. Zapewnia to maksymalny czas pracy bez obciążania baterii, gdy napięcie z TEG jest chwilowo niedostępne. Na złącze OUT wyprowadzone są wszystkie sygnały niezbędne do pracy układu z z napięciem VBAT, gdy chcemy zastosować baterię zewnętrzną. Układ LTC3107 zawiera pomocniczy stabilizator LDO o napięciu 2,2 V, ale w modelu nie jest używany.

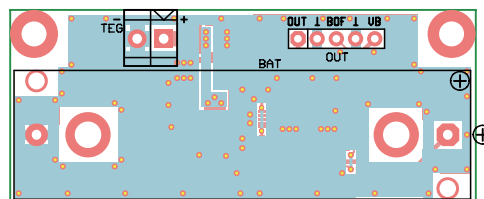
Montaż i uruchomienie

Układ harwestera zmontowany jest na niewielkiej dwustronnej płytce drukowanej, której schemat wraz z rozmieszczeniem elementów został pokazany na **rysunku 4** i **rysunku 5**. Montaż układu wykonujemy zgodnie z ogólnymi zasadami, po zakończeniu płytkę należy oczyścić z pozostałości topnika i wysuszyć.

Płytkę ma miejsce na typowy koszyk KEYS1028 dla ogniwa 14500, ale można też



Rysunek 4. Schemat płytki PCB wraz z rozmieszczeniem elementów, strona TOP



Rysunek 5. Schemat płytki PCB wraz z rozmieszczeniem elementów, strona BOTTOM

zastosować baterię zewnętrzną. Do wyjścia układu podłączamy woltomierz prądu stałego i rezystor $3,3\text{ k}\Omega$, do koszyka wkładamy baterię lub do złącza VOUT doprowadzamy napięcie z baterii zewnętrznej. Zasilanie z baterii niezbędne jest do rozpoczęcia pracy układu. Na wyjściu powinno pojawić się napięcie baterii pomniejszone o niewielki spadek na kluczu zasilania. Stan wyjścia BOFF powinien być niski, sygnalizując wykorzystanie energii z baterii.

Do wejścia TEG podłączamy generator, w modelu jest to ogniwo Peltiera typu TEC1-12706 o rozmiarach $40\times 40\times 3,8\text{ mm}$. Należy zwrócić uwagę na polaryzację generowanego napięcia – zgodnie z opisem na płytce. Ważny jest też poprawny montaż i izolacja strony zimnej i ciepłej TEG. Odwrócenie polaryzacji, tj. zmiana kierunku przepływu ciepła może, uszkodzić kondensator wejściowy CE1. Jeżeli w układzie nie ma możliwości zabezpieczenia przed zmianą znaku różnicy,

kondensator CE1 należy zastąpić kondensatorem bipolarnym (ceramicznym).

Po zapewnieniu różnicy kilku–kilkunastu stopni na TEG, stan wyjścia BOFF powinien zmienić się na wysoki, sygnalizując pozyskanie energii. W ramach dalszego testowania harwestera warto sprawdzić, jak zmienia się obciążenie baterii w funkcji różnicy temperatury TEG. Jeżeli wszystko działa poprawnie, układ może trafić do docelowej aplikacji.

Adam Tatuś, EP