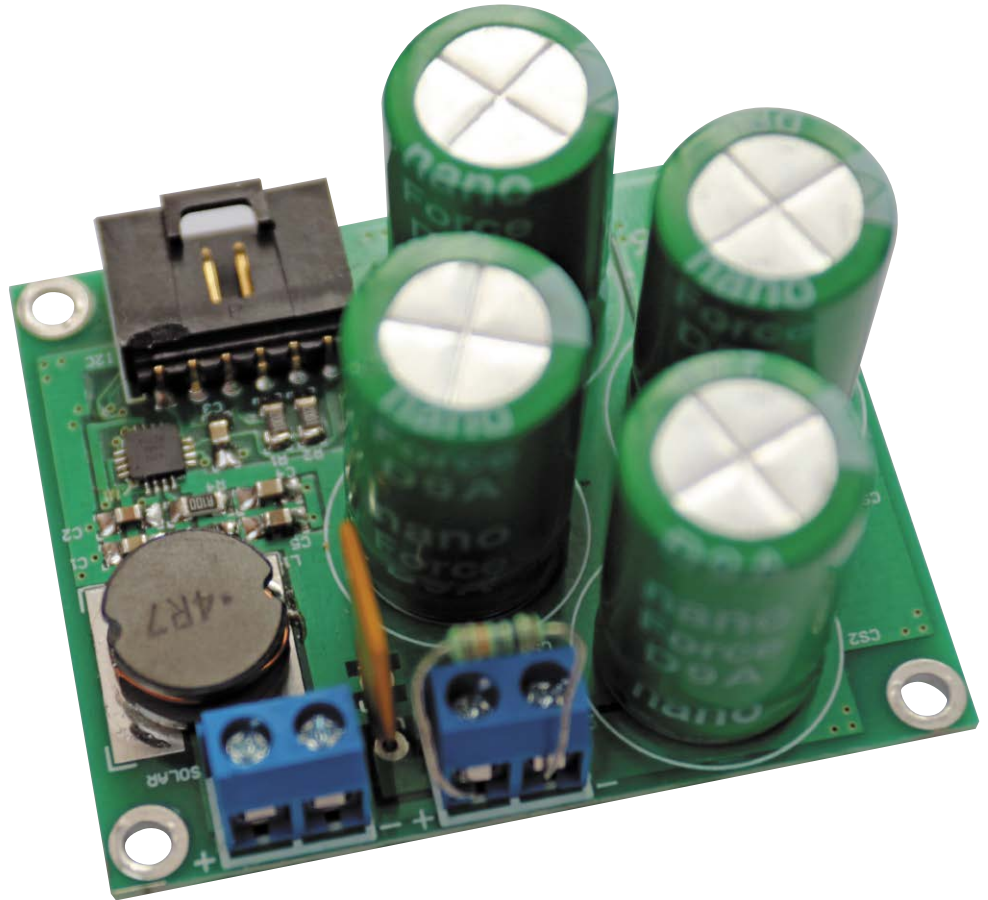


PWR_SolarCAP

Power bank zasilany przez słońce

Pozyskiwanie energii z otoczenia, czyli „energy harvesting” oraz lawinowo rosnąca liczba urządzeń przenośnych, wymusiły zupełnie nowe podejście do układów zasilania. Typowa bateria odchodzi powoli w zapomnienie, a na topie są układy wykorzystujące niekonwencjonalne źródła zasilania. Opisany w EP2/15 układ harvestera ADP5090 charakteryzował się niewielką mocą wyjściową, niewystarczającą do zasilania bardziej „prądożernych” odbiorników – prezentowany SolarCAP rozwiązuje ten problem.

Rekomendacje: projekt – oprócz funkcji czysto praktycznej – umożliwi zapoznanie się z superkondensatorami wykonanymi w technologii EDLC, który liczba zastosowań rośnie w bardzo szybkim tempie.



Opisywany „bank mocy” pozyskuje energię z ogniwa słonecznego o napięciu znamionowym 5 V i mocy 0.6...5 W. Jest przy tym stosowany algorytm śledzenia punktu mocy maksymalnej (MPPT). Składa się z dwóch bloków funkcjonalnych – ładowarki oraz magazynu energii.

Energia jest gromadzona w baterii czterech kondensatorów o pojemności 22 F każdy. Dzięki ich zastosowaniu jest możliwa (porównaniu do z akumulatorem LiPo) praktycznie nieograniczona praca cykliczna (ładowanie/rozładowanie) urządzenia bez wpływu na trwałość elementu magazynującego, a dzięki sporej pojemności jest możliwy też chwilowy pobór prądu na poziomie kilkuset mA.

Schemat ideowy ładowarki baterii kondensatorów pokazano na **rysunku 1**. Wykonano ją w oparciu o specjalizowany kontroler ładowania ZSPM4523 firmy ZMDI, którego schemat blokowy przedstawiono na **rysunku 2**. Układ zawiera wszystkie elementy niezbędne zarówno dla pozyskiwania energii z ogniwa słonecznego, jak i ładowania kondensatora.

Układ ładowania zapewnia możliwość konfiguracji napięcia, prądu ładowania a, dzięki wykorzystaniu przetwornicy impulsowej zamiast typowego zasilacza liniowego (jak np. w LTC4425) charakteryzuje się wysoką sprawnością. Układ ZSPM4523 oczywiście ma wbudowane zabezpieczenia zapewniające prawidłowy proces ładowania: zabezpieczenie przed zwarcieniem z ograniczeniem prądowym, układ zabezpieczenia przed przegrzaniem i zbyt wysokim napięciem wejściowym. Dostępne jest wyjście sprzętowe NFLT służące do sygnalizacji awarii. Układ jest wyposażony w interfejs I²C umożliwiającą konfigurowanie i monitorowanie parametrów procesu ładowania. Są one przechowywane w pamięci EEPROM i po jednorazowej konfiguracji możliwa jest praca samodzielna bez nadzorującego procesora.

Aplikacja ZSPM4523 nie odbiega od zaprezentowanej w nocie. Napięcie z ogniwa słonecznego 5 V jest doprowadzone (po odfiltrowaniu przez C1) do wejścia IN układu U1. Po przekroczeniu progu 3.15 V zostaje aktywowana wewnętrzna przetwornica ładowania,

DODATKOWE MATERIAŁY NA FTP:
<ftp://ep.com.pl>

USER: 87542, PASS: o8v5g9ec9

W ofercie AVT*

AVT-5519 A

Podstawowe informacje:

- Bazuje na układzie ZSPM4532 firmy ZMDI.
- Magazyn energii w postaci baterii kondensatorów 22F/2,7 V.
- Ładowanie za pomocą energii wolnodostępnej (ogniwa fotowoltaiczne).
- Prąd ładowania rzędu kilkuset mA.

Projekt pokrowe na FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na FTP)

AVT-1846 EH_ADP5090 – inteligentna przetwornica do energy harvesting EP 2/2015

AVT-1606 Miniaturowa przetwornica podwyższająca napięcie EP 1/2011

AVT-2944 Bateria słoneczna EdW 7/2010

AVT-1507 Przetwornica DC-DC EP 12/2008

* Uwaga:
 Zestawy AVT mogą występować w następujących wersjach:
 AVT xxxx UK to zaprogramowany układ, tylko i wyłącznie. Bez elementów dodatkowych.
 AVT xxxx A płytka drukowana PCB (lub płytki drukowane, jeśli w opisie wyraźnie zaznaczono), bez elementów dodatkowych.
 AVT xxxx A+ płytka drukowana i zaprogramowany układ (czyli połączenie wersji A i wersji UK) bez elementów dodatkowych.
 AVT xxxx B płytka drukowana (lub płytki) oraz komplet elementów wymienionych w załączniku pdf.
 AVT xxxx C to nic innego jak zmontowany zestaw B, czyli elementy wmontowane w PCB. Należy mieć na uwadze, że o ile nie zaznaczono wyraźnie w opisie, zestaw ten nie ma obudowy ani elementów dodatkowych, które nie zostały wymienione w załączniku pdf.
 AVT xxxx CD oprogramowanie (nieczęsto spotykana wersja, lecz jeśli występuje, to niezbędne oprogramowanie można ściągnąć, klikając w link umieszczony w opisie kitu).
 Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! (UK, A, A+, B lub C). <http://sklep.avt.pl>

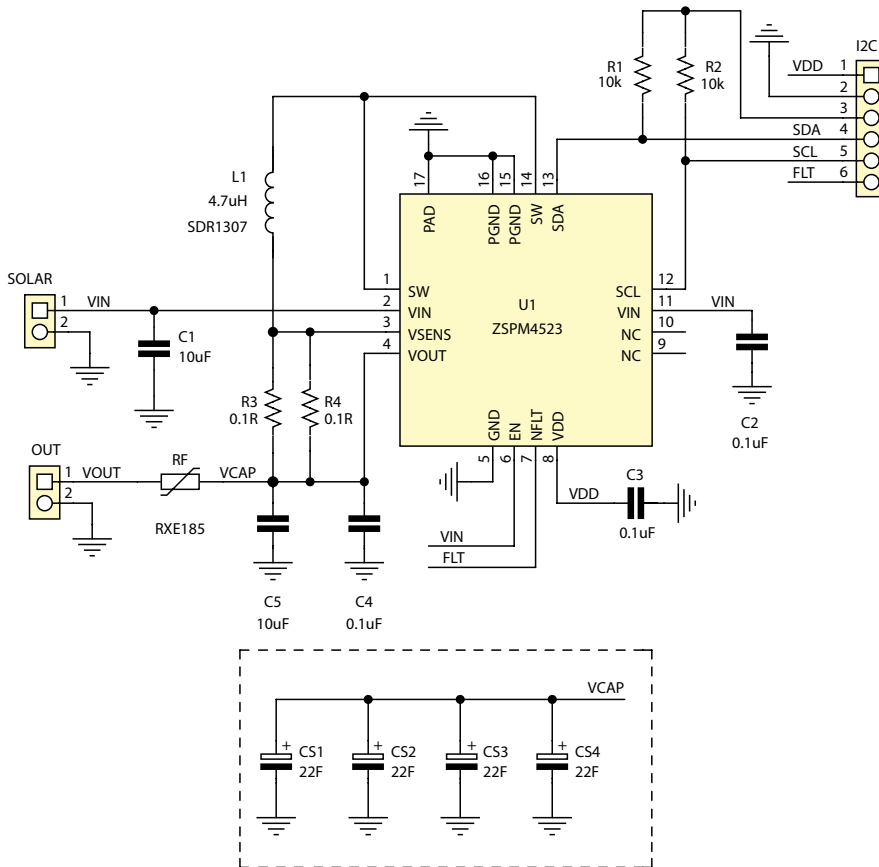
która odpowiada za kontrolę prądu, końcowego napięcia kondensatora oraz śledzenie MPPT. Rezystory R3 i R4 są bocznikiem pomiarowym prądu ładowania oraz ograniczenia prądowego. Napięcia z baterii kondensatorów, poprzez bezpiecznik polimerowy RF1, jest doprowadzone do wyjścia OUT i może

zostać wykorzystane do zasilania odbiorników bezpośrednio lub za pomocą dołączonej przetwornicy (np. TPS63061, MCP1640), która pozwoli na zasilanie odbiorników napięciem 3,3 V, 5 V lub innym. Wyjście wewnętrznego stabilizatora LDO jest filtrowane za pomocą kondensatora C3. Do wyjścia przetwornicy

są dołączone kondensatory C4 i C5. Oprócz wyprowadzenia magistrali komunikacyjnej złącze I2C zawiera także sygnał awarii NFLT (typu OD) oraz wewnętrzne zasilanie 3,3 V/10 mA, umożliwiające np. zasilanie kontrolera sterującego. Rezystory R1 oraz R2 zasilają magistralę I2C i powinny być dołączone do napięcia zasilania układu sterującego (I2C-PIN3).

Do poprawnej pracy układu U1 jest konieczna jednorazowa konfiguracja parametrów ładowania. Układ jest dostępny na magistrali I²C pod adresem 48h. Sposób zapisu rejestrów pokazano na rysunku 3. Wykaz rejestrów przedstawia rysunek 4.

Konfiguracji wymaga napięcie końcowe ładowania w rejestrze CONFIG1 pod subadresem 02h zgodnie z rysunkiem 5. W modelu napięcie jest ustalone na 2,66 V, co odpowiada zapisowi 02h 18h. Kolejnym parametrem jest maksymalny prąd ładowania w rejestrze CONFIG3 pod subadresem 04h, zgodnie z rysunkiem 6. W modelu prąd ustalono na 400 mA, co odpowiada zapisowi 04h 40h zgodnie z rysunkiem 6 i odpowiada współpracy z ogniwem 5 V/2 W. Status układu jest udostępniony w rejestrze STATUS (00h) pokazanym na rysunku 7. Odczyt rejestru automatycznie kasuje flagi i stan wyjścia NFLT. Stany ostrzeżeń TSD/VIN_UV nie są sygnalizowane na wyjściu NFLT. Dostęp zapis/odczyt do rejestrów STATUS/CONFIG1/3 jest możliwy



Rysunek 1. Schemat ideowy ładowarki

Wykaz elementów

Rezystory: (SMD 1206)
 R1, R2: 10 kΩ/1%
 R3, R4: 0,1 Ω/1%

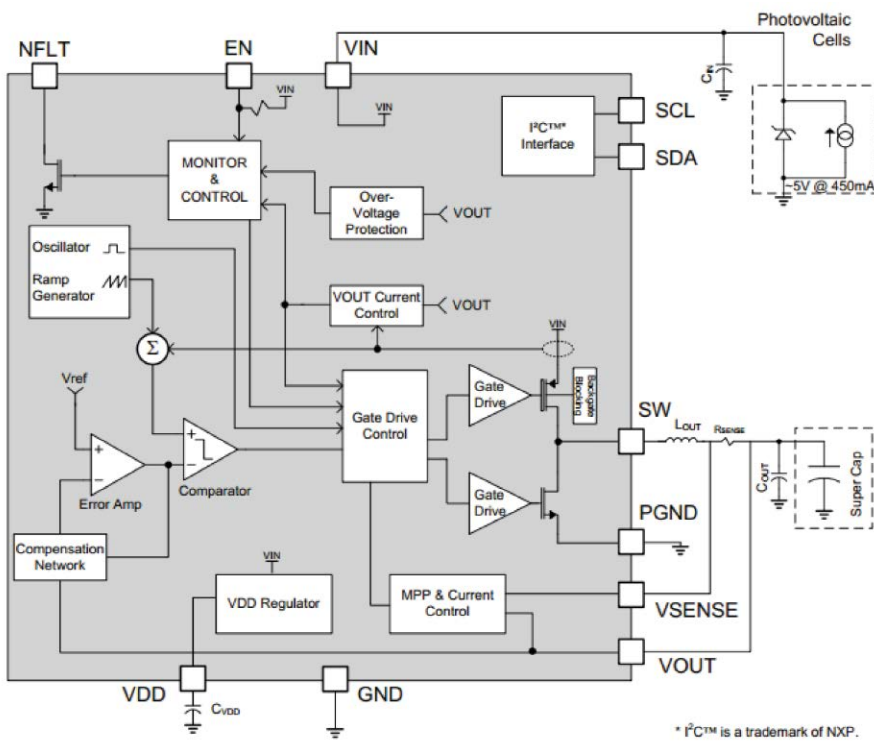
Kondensatory:
 C1, C5: 10 µF (X5R)
 C2...C4: 0,1 µF (X5R)
 CS1...CS4: 22 F/2,7 V (DRL)

Półprzewodniki:
 U1: ZSPM4523 (QFN16)

Inne:
 RF: RXE185 (bezpiecznik polimerowy 1,85 A)
 I2C: złącze kątowe EH6
 L1: 4,7 µH (SDR1307, dławik SMD)
 OUT, SOLAR: złącze ARK/5 mm

Listing 1. Symboliczny sposób konfiguracji układu przetwornicy

```
void ZSPM4532_CFG() {
    Wire.beginTransaction(ZSPM4523_ADDR);
    Wire.write(0x11);
    Wire.write(0x01); //EN cfg
    Wire.endTransmission();
    Wire.beginTransaction(ZSPM4523_ADDR);
    Wire.write(0x02);
    Wire.write(0x18); //2.66V 18
    Wire.endTransmission();
    Wire.beginTransaction(ZSPM4523_ADDR);
    Wire.write(0x04);
    Wire.write(0x40); //400mA 40
    Wire.endTransmission();
    Wire.beginTransaction(ZSPM4523_ADDR);
    Wire.write(0x12);
    Wire.write(0x01); //EE en
    Wire.endTransmission();
    delay(100);
    Wire.beginTransaction(ZSPM4523_ADDR);
    Wire.write(0x12);
    Wire.write(0x00); //EE en off
    Wire.endTransmission();
    Wire.beginTransaction(ZSPM4523_ADDR);
    Wire.write(0x11);
    Wire.write(0x00); //EN cfg off
    Wire.endTransmission();
}
```



Rysunek 2. Struktura wewnętrzna ZSPM4523 (za notą ZMDI)



Start – Start Condition
 G[3:0] – Group ID: address fixed at 1001_{BIN}
 A[2:0] – Device ID: address fixed at 000_{BIN}
 R/W – Read / not Write Select Bit

ACK – Acknowledge
 S[7:0] – Subaddress: defined per the address register map
 D[7:0] – Data: data to be transmitted with device
 Stop – Stop Condition

Rysunek 3. Sposób zapisu rejestrów

Register	Address (HEX)	Name	Default (HEX)	Description
0	00	STATUS	00	Status bit register.
1	N/A	N/A	N/A	Register not implemented.
2	02	CONFIG1 ¹⁾	EEPROM	Configuration register.
3	N/A	N/A	N/A	Register not implemented.
4	04	CONFIG3 ¹⁾	EEPROM	Configuration register.
5-16	N/A	N/A	N/A	Registers not implemented.
17	11	CONFIG_ENABLE	00	Enable configuration register access.
18	12	EEPROM_CTRL ¹⁾	00	EEPROM control register.

Rysunek 4. Mapa rejestrów ZSPM4532

Data Bit	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Field Name	Not Used		V_TERM [2:0]			Not Used		
Field Name	Bit Definition							
V_TERM [2:0]	Voltage Termination (V _{OUT}) Configuration: 000 – 2.48V 001 – 2.54V 010 – 2.60V 011 – 2.66V 100 – 2.88V 101 – 2.72V 110 – 2.74V 111 – (Factory use only)							

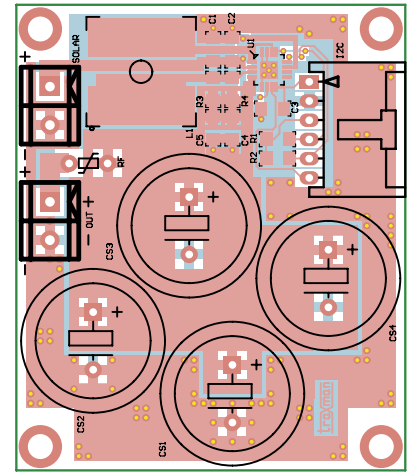
Rysunek 5. Rejestr CONFIG1 (02h)– napięcie końcowe ładowania

Data Bit	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Field Name	MAX_CHRG_CURR [3:0]				Not Used			
Field Name	Bit Definition							
MAX_CHRG_CURR [3:0]	Maximum Charge Current (I _{OUT}) Configuration: 0000 – 50mA 1000 – 800mA 0001 – 100mA 1001 – 900mA 0010 – 200mA 1010 – 1000mA 0011 – 300mA 1011 – 1100mA 0100 – 400mA 1100 – 1200mA 0101 – 500mA 1101 – 1300mA 0110 – 600mA 1110 – 1400mA 0111 – 700mA 1111 – 1500mA							

Rysunek 6. Rejestr CONFIG3 (04h) – maksymalny prąd ładowania

Data Bit	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Field Name	VOUT_OV	Not Used	Not Used	Not Used	TSD	Not Used	VIN_UV	Not Used
Field Name	Bit Definition					Indication ¹⁾		
VOUT_OV	VOUT Over-Voltage					Fault		
TSD	Thermal Shutdown					Warning		
VIN_UV	VIN Under-Voltage					Warning		

Rysunek 7. Rejestr STATUS (00h)



Rysunek 8. Schemat montażowy ładowarki

dopiero po ustawieniu bitu D0=1, czyli flagi EN_CFG w rejestrze CONFIG_ENABLE (11h). Domyślnie po resece EN_CFG=0 i dostęp do rejestrów jest zablokowany. Przepisanie zawartości CONFIG1/3 do wewnętrznej pamięci EEPROM możliwy jest po ustawieniu bitu D0=1, czyli flagi EE_PROG w rejestrze EEPROM_CTRL (12h). Domyślnie zapis jest zablokowany: EE_PROG=0. Zapis możliwy jest tylko gdy ustawiona jest flaga EN_CFG. Symboliczny sposób konfiguracji (Arduino/Energia) zamieszczono na **listingu 1**.

Schemat montażowy urządzenia pokazano na **rysunku 8**. Jego montaż jest typowy i nie wymaga opisu – istotne jest jedynie prawidłowe przyłutowanie pada termicznego U1. W Dla prądu ładowania przekraczającego 800 mA do układu U1 należy dokleić niewielki radiator BGA z blaszki miedzianej. W zależności od potrzeb jest możliwe zwiększenie pojemności banku CSx do 4×50 F.

Urządzenie nie wymaga uruchamiania, należy tylko skonfigurować parametry ładowania za pomocą zewnętrznego procesora np. Arduino, Launchpad, STM32 itp. Firma ZMDI udostępnia także oprogramowanie konfiguracyjne, które wraz z przejściówką USB/PC ułatwia konfigurowanie układów. Warto po zaprogramowaniu sprawdzić prąd ładowania i napięcie końcowe na kondensatorach.

Na koniec życzę wielu słonecznych dni i kondensatorów pełnych ładunku!

Adam Tatuś, EP

REKLAMA

