

Moduł superkondensatora z balanserem

Przedstawiony moduł superkondensatora z balanserem umożliwia rozpoczęcie eksperymentów z tymi ciekawymi elementami we własnych układach podtrzymania zasilania. W zależności od doboru kondensatorów możliwe jest uzyskanie pojemności od 150 do 400 F przy napięciu pracy 5,0...5,4 V. Dla uzyskania wyższego napięcia pracy, moduły można łączyć w szereg, a dla zwiększenia prądu rozładowania równolegle.

Ładowanie pojedynczych superkondensatorów EDLC nie stanowi najmniejszego problemu, dostępne są gotowe rozwiązania ładowarek scalonych z zabezpieczeniami. Nieco gorzej jest w przypadku ładowania pakietów, składających się z kilku szeregowo połączonych kondensatorów. Ze względu na tolerancję pojemności, nie zawsze napięcie na kondensatorach składowych rozkłada się równomiernie. Jest to zjawisko szczególnie niebezpieczne, ponieważ nawet niewielkie przekroczenie napięcia znamionowego wynoszącego najczęściej 2,5...3 VDC, kończy się trwałym uszkodzeniem, a nawet eksplozją kondensatora. Można oczywiście pozostać przy łączeniu równoległym kondensatorów, ale wtedy wykonanie układu współpracującej przetwornicy jest bardzo trudne. Aby wykorzystać w największym stopniu zgromadzony w kondensatorach ładunek musi ona pracować poprawnie do napięcia



min. 1 V. Szeregowo połączenie kondensatorów podnosi minimalne napięcie, co poszerza zakres współpracujących układów, ale generuje problem balansowania napięcia superkondensatorów.

Budowa i działanie

Schemat modułu zawierającego baterię superkondensatorów zintegrowaną z balanserem pokazuje **rysunek 1**. Moduł składa się z jednej lub dwóch par superkondensatorów. Możliwe jest zastosowanie pary starszej wersji in obudowie D z wyprowadzeniami w postaci konektorów płaskich (np. CS1, 2 – BCAP0350 Maxwell) lub do dwóch par w obudowach SNAP-IN (np. DB5U Samwha) o rastrze 10 mm i maksymalnej średnicy 35 mm CS3, 4 i CS5, 6. Diody D1, D2 zabezpieczają układ przed przepływem prądu wstecznego podczas gwałtownego rozładowania. Dwa komplety zacisków wyjściowych, śrubowe SCAPB i konektorowe SCAPA/GND ułatwiają podłączenie modułu i upraszczają realizację połączeń pomiędzy modułami.

Za balansowanie napięcia odpowiada specjalizowany układ U1 z rodziny ALD9100xx firmy Advanced Linear Devices, którego budowę wewnętrzną przedstawia **rysunek 2**. ALD9100xx analogicznie jak każdy balanser pasywny, bocznikiem kondensator gdy napięcie na nim przekracza wartość bezpieczną, przejmując na „siebie” część prądu

ładowania i wytracając go w postaci ciepła. Układy ALD mają jednak odmienną budowę od balanserów używających komparatorów i rezystorów bocznikujących. ALD9100xx używa tranzystora MOSFET pracującego w roli rezystora (nieliniowego) o zmiennej rezystancji zależnej od przyłożonego napięcia. Zależność jest wykładnicza, charakterystykę pokazuje **rysunek 3**. Jest to duża zaleta, ponieważ w porównaniu z klasycznymi balanserami w otoczeniu punktu pracy (napięcia balansowania) prąd obciążający zmienia się znacznie gwałtowniej niż na zwykłym rezystorze. Poniżej progu balansowania, daje nam to wzrost efektywności procesu, gdyż kondensator nie jest obciążany bocznikiem ładując się szybciej, zaś powyżej progu obciążenie rośnie wykładniczo, szybciej doprowadzając ładunki kondensatorów do równowagi. W obu przypadkach przekłada się to na redukcję traconej w balanserze mocy i szybkość regulacji.

Dobór odpowiedniego układu

W zależności od napięcia progowego, które producent definiuje jako napięcie przy którym przez układ płynie prąd 1 μA (przy 25°C), dostępne jest jedenaście podtypów zawierających się w zakresie progu 1,7...2,92 V i 3,52 V. Układy można łączyć równolegle dla zwiększenia prądu balansowania. Jedna struktura zawiera dwa układy dla obsługi

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

W ofercie AVT* AVT-5714

Podstawowe parametry:

- całkowita pojemność: 150..400 F,
- napięcie: 5,0..5,4 V,
- możliwość łączenia szeregowo modułów dla uzyskania wyższego napięcia,
- możliwość łączenia równoległego modułów dla zwiększenia prądu rozładowania.

Wykaz elementów:

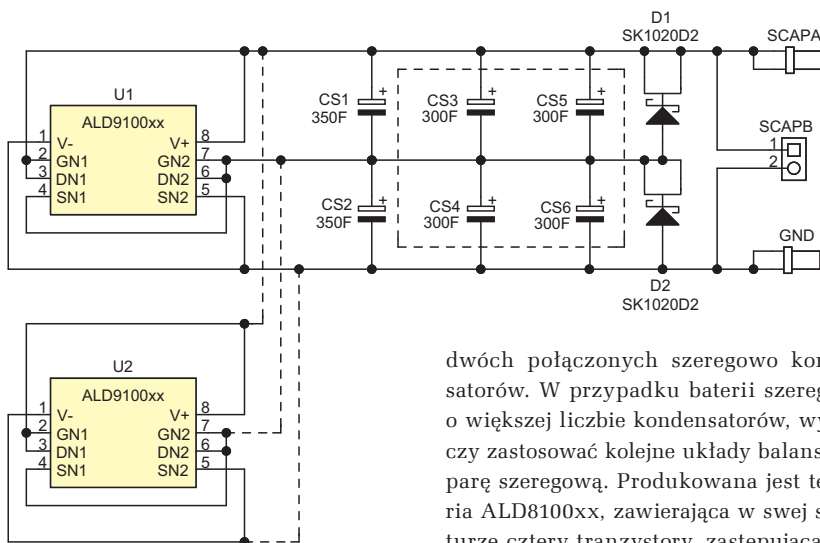
CS1, CS2: 350 F BCAP0350
 CS3..CS6: 300 F CESNAPD35P10
 D1, D2: SK1020D2 D2PAK
 SCAPA, GND: Złaczce 6,3 mm FS1536
 SCAPB: CONN DG58CB02
 U1, U2: ALD9100xxSAL

Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania!

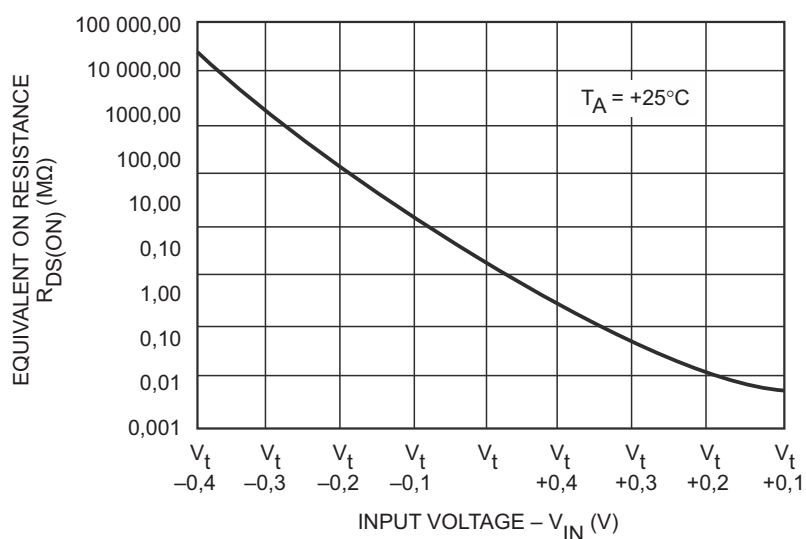
Podstawową wersją zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym UKI) – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która 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] – płytka drukowana bez elementów i dokumentacji Kit-y w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
 - wersja [A+] – płytka drukowana [A] + zaprogramowany układ [UKI] i dokumentacja
 - wersja [UK] – zaprogramowany układ

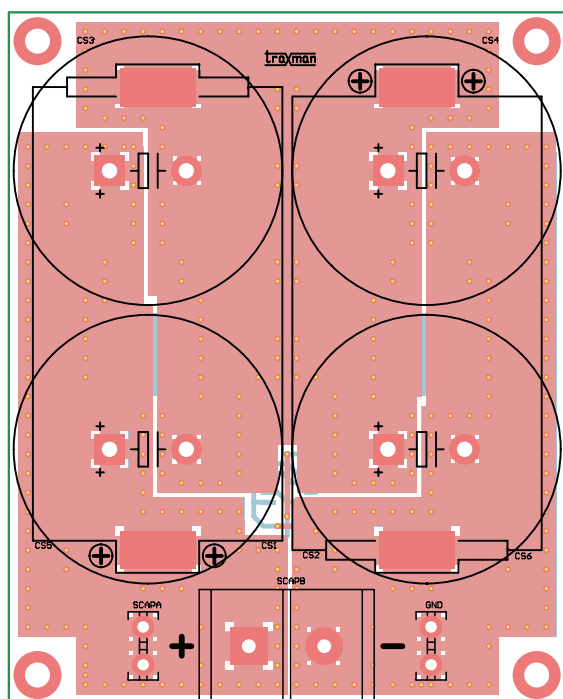
Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! <http://sklep.avt.pl>. W przypadku braku dostępności na <http://sklep.avt.pl>, osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy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



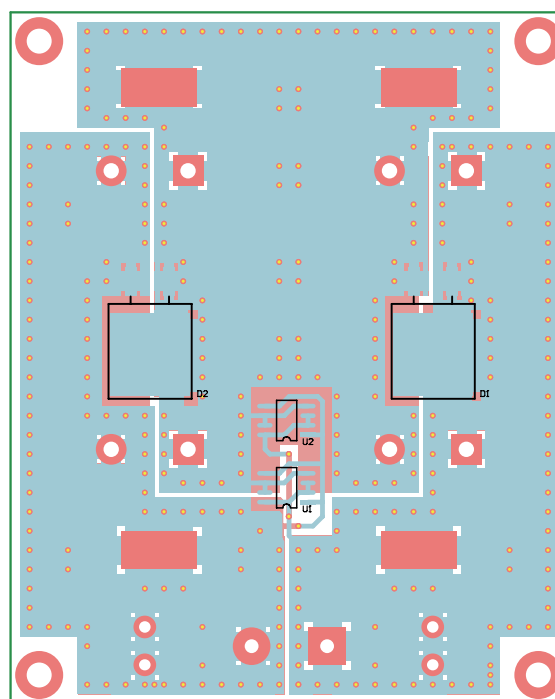
Rysunek 1. Schemat ideowy układu



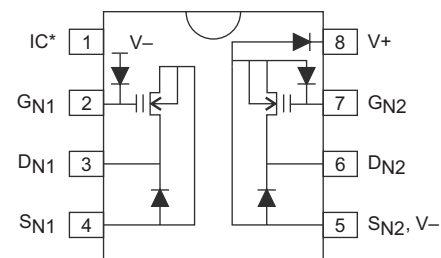
Rysunek 3. Charakterystyka $R_{on}=f(U_{we})$ ALD9100xx



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



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



Rysunek 2. Budowa układu ALD9100xx

dwóch połączonych szeregowo kondensatorów. W przypadku baterii szeregowej o większej liczbie kondensatorów, wystarczy zastosować kolejne układy balansujące parę szeregową. Produkowana jest też seria ALD8100xx, zawierająca w swej strukturze cztery tranzystory, zastępująca parę ALD9100xx, obie serie są wymienne i można

je dowolnie łączyć np. przy baterii sześciu kondensatorów, zachowując jednakowe napięcie progowe układów. W modelu domyślnie montowany jest tylko układ U1, gdy wymagany jest większy prąd balansowania np dla starszych kondensatorów z większym prądem upływu, można na płytce obsadzić układ U2 pracujący równolegle. Dostępne układy wraz z programami napięciowymi zawiera **tabela 1**.

Dobór odpowiedniego podtypu układu jest zależny od:

- maksymalnego prądu upływu kondensatora, dobieramy układ o prądzie balansowania równym prądowi upływu przy napięciu znamionowym kondensatora, jeżeli prąd upływu jest większy, łączymy równolegle odpowiednią ilość układów ALD9100xx,
- sprawdzamy czy przy prądzie znamionowym ALD9100xx, zakres napięcia balansowania mieści się w parametrach dopuszczalnych kondensatora, jeżeli nie to wybieramy układ o niższym napięciu zadziałania,
- sprawdzamy margines bezpieczeństwa związany z tolerancjami kondensatorów, układów, wpływu temperatury.

Tabela 1. Podtypy układów ALD9100xx

Symbol układu	Napięcie progowe [V]	VIN[V] RDS(ON) [MΩ]	Prad balansowania [μA]										
			0,0001	0,001	0,01	0,1	1	10	100	300	1000	3000	10000
ALD910028	2,80	VIN RDS(ON)	2.40 24000	2.50 2500	2.60 260	2.70 27	2.80 2.8	2.90 0.29	3.02 0.030	3.10 0.01	3.24 0.003	3.30 0.001	3.80 0.0004
ALD910027	2,70	VIN RDS(ON)	2.30 23000	2.40 2400	2.50 250	2.60 26	2.70 2.7	2.80 0.28	2.92 0.029	3.00 0.01	3.14 0.003	3.20 0.001	3.70 0.0004
ALD910026	2,60	VIN RDS(ON)	2.20 22000	2.30 2300	2.40 240	2.50 25	2.60 2.6	2.70 0.27	2.82 0.028	2.90 0.01	3.04 0.003	3.10 0.001	3.60 0.0004
ALD910025	2,50	VIN RDS(ON)	2.10 21000	2.20 2200	2.30 230	2.40 24	2.50 2.5	2.60 0.26	2.72 0.027	2.80 0.01	2.94 0.003	3.00 0.001	3.50 0.0004
ALD910024	2,40	VIN RDS(ON)	2.00 20000	2.10 2100	2.20 220	2.30 23	2.40 2.4	2.50 0.25	2.62 0.026	2.70 0.009	2.84 0.003	2.90 0.001	3.40 0.0003
ALD910023	2,30	VIN RDS(ON)	1.90 19000	2.00 2000	2.10 210	2.20 22	2.30 2.3	2.40 0.24	2.52 0.025	2.60 0.009	2.74 0.003	2.80 0.001	3.30 0.0003
ALD910022	2,20	VIN RDS(ON)	1.80 18000	1.90 1900	2.00 200	2.10 21	2.20 2.2	2.30 0.23	2.42 0.024	2.50 0.008	2.64 0.003	2.70 0.001	3.20 0.0003
ALD910021	2,10	VIN RDS(ON)	1.70 17000	1.80 1800	1.90 190	2.00 20	2.10 2.1	2.20 0.22	2.32 0.023	2.40 0.008	2.54 0.003	2.60 0.001	3.10 0.0003
ALD910020	2,00	VIN RDS(ON)	1.60 16000	1.70 1700	1.80 180	1.90 19	2.00 2.0	2.10 0.21	2.22 0.022	2.30 0.008	2.44 0.002	2.50 0.001	3.00 0.0003
ALD910019	1,90	VIN RDS(ON)	1.50 15000	1.60 1600	1.70 170	1.80 18	1.90 1.9	2.00 0.20	2.12 0.021	2.20 0.007	2.34 0.002	2.40 0.001	2.90 0.0003
ALD910018	1,80	VIN RDS(ON)	1.40 14000	1.50 1500	1.60 160	1.70 17	1.80 1.8	1.90 0.19	2.02 0.020	2.10 0.007	2.24 0.002	2.30 0.001	2.80 0.0003
ALD910017	1,70	VIN RDS(ON)	1.30 13000	1.40 1400	1.50 150	1.60 16	1.70 1.7	1.80 0.18	1.92 0.019	2.00 0.007	2.14 0.002	2.20 0.001	2.70 0.0003
ALD910016	1,60	VIN RDS(ON)	1.20 12000	1.30 1300	1.40 140	1.50 15	1.60 1.6	1.70 0.17	1.82 0.018	1.90 0.007	2.04 0.002	2.10 0.001	2.60 0.0003

Montaż i uruchomienie

Układ zamontowany jest na niewielkiej dwustronnej płytce drukowanej. Rozmieszczenie elementów pokazują rysunki 4 i 5. Montaż nie wymaga opisu. W zależności od zastosowanych kondensatorów i wymaganej pojemności montujemy pary CS1, 2 lub CS3, 4 ewentualnie CS5, 6. Dobór układu

U1 wykonujemy wg tabeli 1, w zależności od prądu upływu montujemy opcjonalnie U2. Podczas uruchomienia obowiązkowo należy sprawdzić rozkład napięć na połączonych szeregowo kondensatorach, zasilając moduł z zewnętrznego zasilacza z pomiarem prądu i doprowadzając napięcie znamionowe.

UWAGA: pracując z baterią superkondensatorów należy zachować szczególną ostrożność, gdyż zgromadzony w niej ładunek, w przypadku zwarcia, może spowodować dotkliwe poparzenia i pożar.

Adam Tatus
adam.tatus@ep.com.pl