

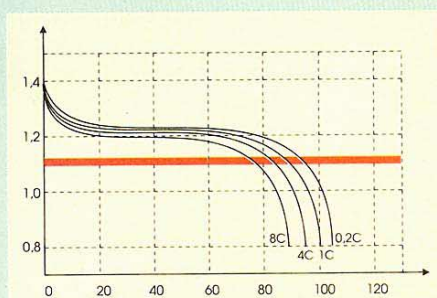
Detektor spadku napięcia do modeli sterowanych przez radio

Do czego to służy?

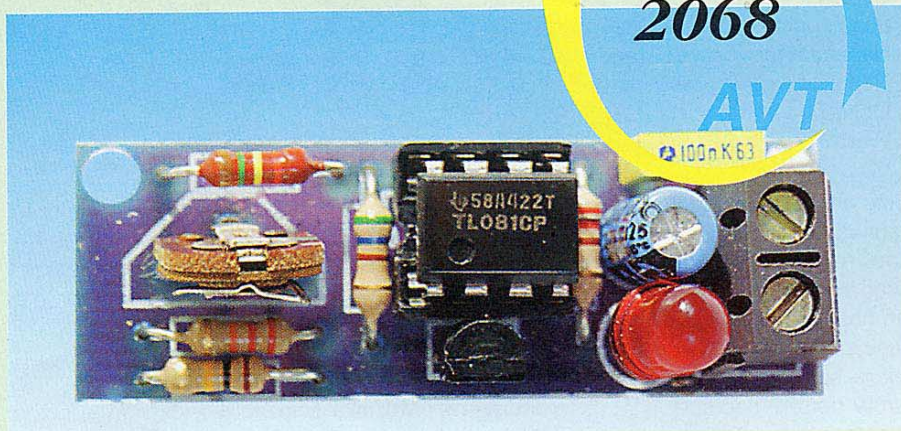
Proponowany układ jest urządzeniem, które ma zapobiegać katastrofom lotniczym. Nie chodzi tu jednak o zapewnienie bezpieczeństwa Jumbo-Jetom czy bojowym F-117A. Zajmiemy się nieco mniejszymi maszynami: takimi o rozpiętości skrzydeł 1...2m, czyli modelami latającymi sterowanymi przez radio. Jak wiadomo aparatura sterująca takich modeli zasilana jest najczęściej z czterech akumulatorów NiCd, a rzadziej z czterech baterii R6. Wyczerpanie się źródła zasilania podczas lotu modelu grozi zawsze przykrymi konsekwencjami. Utrata łączności radiowej z samolotem prawie zawsze prowadzi do jego rozbicia. Także niesprawne działanie serwomechanizmów, zasilanych z zasady z tego samego źródła co odbiornik, może doprowadzić do sytuacji, kiedy to tor podejścia do lądowania zakończy się metr pod ziemią, co nie wpływa najlepiej na trwałość konstrukcji samolotu. Mniej drastyczne, ale także dość przykre skutki może mieć utrata łączności z modelem pływającym, a nawet kołowym.

Przed każdym kolejnym lotem modelu pilot staje przed dylematem: wymienić już akumulator (lub baterie) na nowy, czy też ryzykować kolejny lot. Najczęściej akumulatory wymienia się na wszelki wypadek, co pociąga za sobą stratę czasu i przerwy w lotach. Zwyczajny pomiar napięcia dokonany za pomocą woltomierza niewiele daje, ponieważ nominalne napięcie na zaciskach nieobciążonego akumulatora będzie utrzymywać się bardzo długo, nawet jeżeli akumulator jest już prawie "pusty". Ponadto pomiar za pomocą woltomierza jest dość kłopotliwy (przede wszystkim należy taki woltomierz dobrej klasy posiadać) i wymaga wyprowadzenia na zewnątrz modelu dodatkowych końcówek pomiarowych.

Proponowany układ przewidziany jest do zamontowania na stałe w modelu, je-



Rys. 1. Charakterystyka ogniwa NiCd.



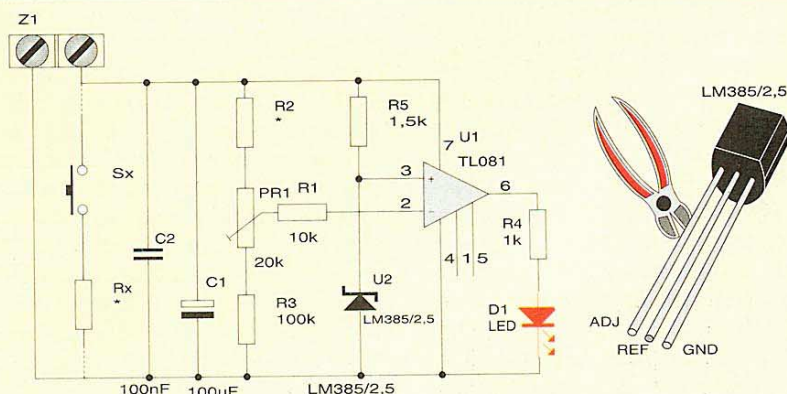
go wymiary i ciężar są w większości przypadków pomijalne. Także pobór prądu przez nasz układ możemy spokojnie pominąć. Stosując go, nie musimy niczego więcej dołączać do układu zasilania modelu, a właściwie nie musimy wykonywać żadnych dodatkowych pomiarów. Po prostu: jeżeli podczas poruszania serwomechanizmami w modelu szykowanym do lotu zaobserwujemy zapalenie się czerwonej diody LED, to oznacza to, że najwyższy czas wymienić akumulator.

Oczywiście, opisane wyżej zastosowanie układu jest tylko jednym z wielu możliwych. Generalnie, układ może znaleźć zastosowanie wszędzie tam, gdzie potrzebna jest stała i szybka kontrola stanu akumulatorów lub baterii. Najczęściej dokładne informacje o stanie akumulatora nie są nam "w terenie" potrzebne, zupełnie wystarczy informacja, że akumulator bliski jest rozładowania i najwyższa pora naładować go lub wymienić na nowy. Jednym z typowych zastosowań wskaźnika będzie z pewnością pomiar napięcia akumulatora zasilającego nasze doświadczalne pojazdy z silnikami krokowymi - raabowozy. Jak to, przecież opi-

sany w jednym z ostatnich numerów EdW pojazd zasilany był z baterii? A tak, był, ale już nie jest! Zasilanie często używanej i pobierającej sporo prądu zabawki edukacyjnej z kosztownych baterii było, ogólnie mówiąc nieporozumieniem i jednym z wielu błędów popełnionych przez niżej podpisanego. Na szczęście ten błąd został już naprawiony: na fotografiach przedstawiających raabowóz z układem zdalnego sterowania zamieszczonych w EdW 1/97, wyraźnie widać nową konstrukcję pojazdu wyposażonego w akumulatorowy układ zasilania. Szczegóły w jednym z najbliższych numerów EdW, a teraz wracamy do naszego wskaźnika!

Jak to działa ?

Na rysunku 1 przedstawiono zmiany napięcia na pojedynczym ogniwie NiCd podczas rozładowywania go różnymi prądami. Obszar napięć roboczych ogniwa to przedział pomiędzy 1,3 i 1,1V, z tym że osiągnięcie przez ogniwo napięcia mniejszego niż 1,1 V świadczy już o jego prawie całkowitym rozładowaniu, do którego nie możemy dopuścić. Przyjmijmy



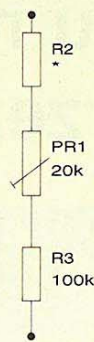
Rys. 2. Schemat ideowy detektora spadku napięcia.

Akumulatory

Ilość ogniw	4	6	8	10
Napięcie nominalne baterii	4,8	7,2	9,6	12
Napięcie rozładowania baterii	4,4	6,6	8,8	11
Obliczona wartość R2 [kΩ]	66	154	242	330
Wartość R2 [kΩ]	68	150	240	330

Baterie

Ilość ogniw	4	6	8	10
Napięcie nominalne baterii	6	9	12	15
Napięcie rozładowania baterii	5,2	7,8	10,4	13
Obliczona wartość R2 [kΩ]	98	202	306	410
Wartość R2 [kΩ]	100	200	300	410



więc dolne dopuszczalne napięcie pracy ogniwa wynoszące ok. 1,1V, przy prądzie rozładowywania równym ok. 1C (prąd wyrażony w A równy liczbowo pojemności ogniwa wyrażonej w A/h). Tak więc zadaniem naszego układu jest detekcja spadku napięcia baterii akumulatorów poniżej napięcia 1,1V ilość ogniw w baterii, czyli w przypadku modeli latających zasilanych zwykle z czterech ogniw : 4,4V. Oczywiście przyjętą przez autora granicę bezpiecznej pracy akumulatora można zawsze zmienić: szczególnie przezornici mogą przyjąć np. napięcie 1,15V na ogniwo.

Schemat elektryczny prostego układu realizującego tę funkcję przedstawia rysunek 2. Jak widać, układ wyróżnia się szczególną prostotą i zrealizowany został z wykorzystaniem zaledwie dwóch tainich i ogólnie dostępnych układów scalonych. Jak to dwóch, przecież na rysunku widać tylko jeden: wzmacniacz operacyjny U1! Nieporozumienie polega na tym, że drugi układ narysowany został jako dioda Zenera i oznaczony jako U2. W naszym układzie scalony stabilizator napięcia LM385 pełni właśnie funkcję diody Zenera o napięciu 2,5V i o wyjątkowo doskonałych parametrach: napięcie na jego wyjściu REF praktycznie nie zależy od temperatury, co autor sprawdził przypiekając kostkę lutownicą, a następnie wystawiając ją na 10-o stopniowy mróz. Zastosowania elementu o tak wysokiej jakości było konieczne, przecież modele latają w najróżniejszych warunkach: podczas upałów, a także zimą, na mrozie.

Serdecem układu jest oczywiście scalony wzmacniacz operacyjny U1 - TL081, pracujący tu jako komparator napięcia. Porównuje on napięcie wzorcowe z wyjścia układu U2 z napięciem uzyskanym z dzielnika R2, PR1, R3. Jeżeli napięcie z dzielnika (proporcjonalne do napięcia na akumulatorach) okaże się mniejsze od napięcia odniesienia, to komparator zmienia swój stan na "wysoki" i dioda LED zapala się.

Wprowadzenie obwodu histerezy do układu okazało się całkowicie zbędne. Napięcie na akumulatorze po dołączeniu

obciążenia będzie się nadal zmniejszać (dodatkowym obciążeniem stanie się zapalona dioda LED) i wystąpienie nieprzewidzianych oscylacji komparatora nie jest możliwe.

Montaż i uruchomienie

Mozaika ścieżek jednostronnej płytki drukowanej jest pokazana na wkładce, a rozmieszczenie elementów na rysunku 3. Montaż wykonujemy klasycznymi metodami, rozpoczynając od elementów najmniejszych, a kończąc na kondensatorach elektrolitycznych i diodzie LED. Jedną, zbędną w naszym układzie nóżkę U2 obcinamy (patrz schemat). Kontrolersyjna jest tym razem sprawa zastosowania podstawki. Jeżeli nasz układ będzie pracował w modelu latającym, narażony na drgania i wibracje, to lepiej podstawki w ogóle nie stosować. Uszkodzenie sprawdzonego układu scalonego jest niesłychanie mało prawdopodobne, a nawet gdyby do niego doszło, to wymiana ośmionóżkowej kostki wlutowanej w płytkę jednostronną z pewnością nie sprawi nikomu kłopotu.

Zmontowany układ nie wymaga uruchamiania, a jedynie prostej regulacji. W tabeli 1 podano wartości rezystora R2 w zależności od ilości ogniw akumulatorów, a także baterii. W naszym przypadku zastosujemy rezystor R2 o wartości 68kΩ. Do regulacji układu potrzebny będzie zasilacz o płynnie regulowanym napięciu wyjściowym i woltomierz cyfrowy. Po dołączeniu zasilania do układu ustawiamy napięcie zasilania na wartość dokładnie 4,4V i pokręcając potencjometrem montażowym PR1 ustawiamy wartość napięcia na dzielniku, przy którym następuje zapalenie diody LED. Następnie podwyższając i obniżając napięcie zasilania sprawdzamy, czy dioda zapala się we właściwym momencie. Tu jedna uwaga praktyczna: podczas regulacji układu dobrze jest zbocznikować zasilanie jakimś dodatkowym obciążeniem, np. żarówką lub rezystorem o małej wartości. Układ pobiera bardzo mało prądu i gromadząca się na kondensatorze elektrolitycznym C1 energia utrudnia i spowalnia regulację wskaźnika.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1: 10kΩ
- R2: wg. tabeli, typowo 68kΩ
- R3: 100kΩ
- R4: 1kΩ
- R5: 1,5kΩ
- PR1: 20kΩ

Kondensatory

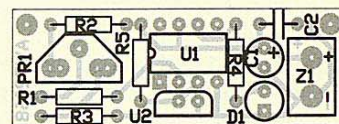
- C1: 100μF/16V
- C2: 100nF

Półprzewodniki

- U1: TL081 lub odpowiednik
- U2: LM385/2,5
- D1: LED czerwona

Różne

- Z1: ARK2



Rys. 3. Płytką drukowaną.

Po prawidłowym wyregulowaniu układu zabezpieczamy potencjometr montażowy przed przesunięciem za pomocą np. kropli lakieru do paznokci. Jeżeli nasz układ będzie pracował w modelu latającym z napędem spalinowym, to płytkę musimy potraktować tak, jak płytki układów pracujących w urządzeniach "samochodowych", czyli zabezpieczyć ją grubą warstwą lakieru izolacyjnego. Rozwiązaniem optymalnym byłoby rezygnacja z potencjometru montażowego PR1 i zastąpienie go dwoma rezystorami precyzyjnymi.

Pozostaje jeszcze do omówienia sprawa rezystora oznaczonego na schemacie Rx i styku Sx. Przy stosowaniu układu do monitorowania napięcia w aparaturze do zdalnego sterowania modeli elementy te są całkowicie zbędne, ponieważ wymagane obciążenie akumulatora uzyskujemy przez poruszanie wszystkim serwami na raz. Niekiedy jednak włączenie naturalnego obciążenia akumulatora nie jest możliwe lub utrudnione (np. zasilacze central alarmowych). W takim przypadku stosujemy rezystor Rx o wartości powodującej przepływ prądu rzędu 1C i pomiaru dokonujemy po naciśnięciu przycisku Sx.

Zbigniew Raabe

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako "kit szkolny" AVT-2068.