

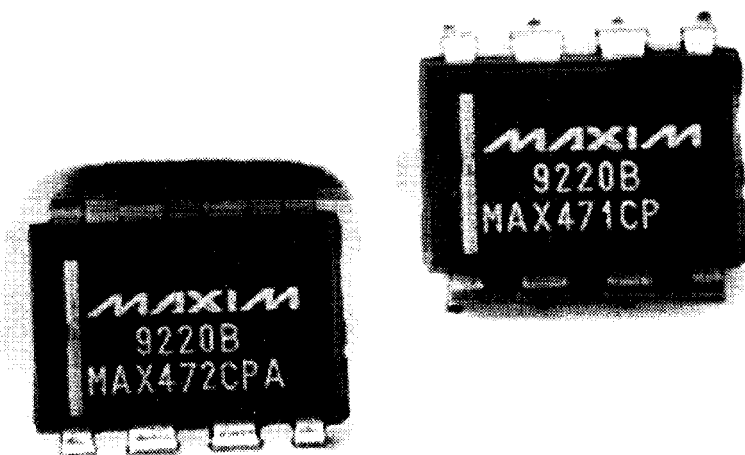
MAX 471/472

WZMACNIACZE STEROWANE PRĄDOWO

Układy Max 471/472 są to kompletne dwukierunkowe wzmacniacze sterowane prądem od strony nieziemionej, przeznaczone do przenośnych komputerów, telefonów i innych urządzeń, wymagających monitorowania prądu zasilania z akumulatora lub z sieci.

Monitorowanie zasilania od strony nieziemionego bieguna jest specjalnie użyteczne w systemach o zasilaniu akumulatorowym, nie koliduje bowiem z działaniem specyficznych elementów obwodów masy ładowarki lub monitora, znajdujących się często w "sprytnych" (smart) akumulatorach.

G. Kleine
na podstawie dokumentacji firmy Maxim

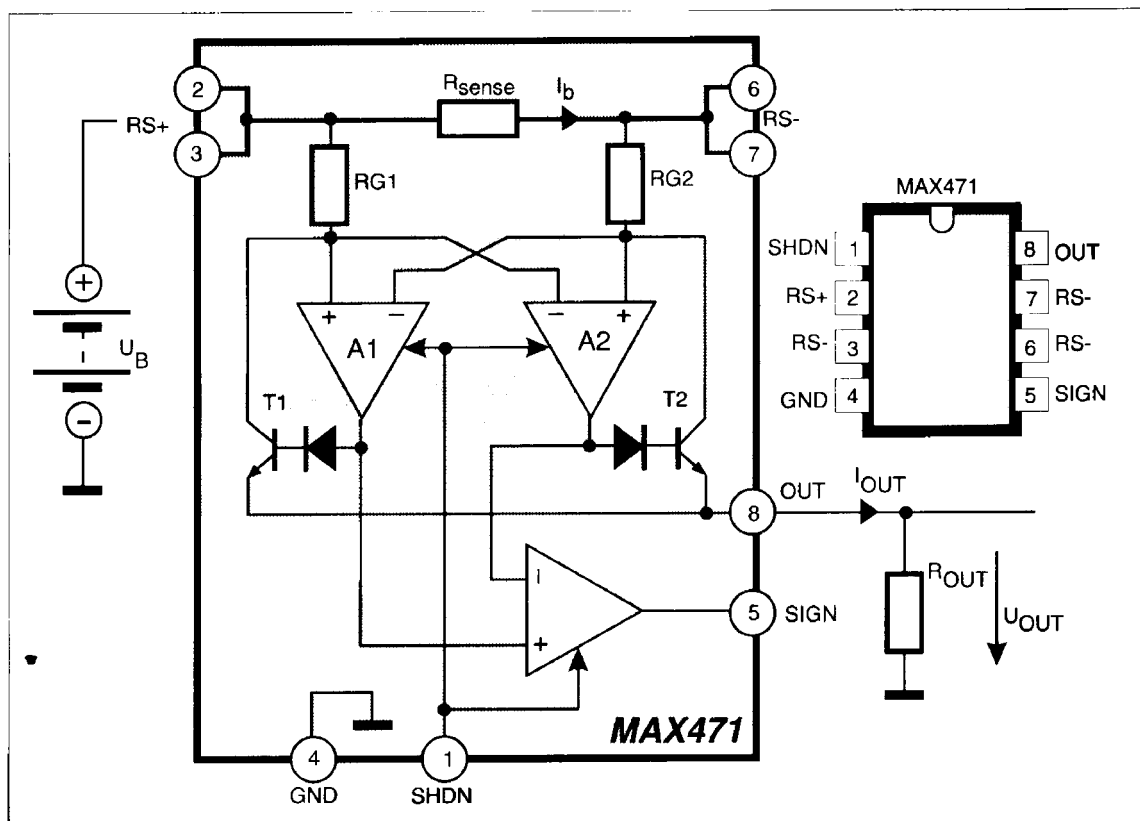


MAX471 jest wyposażony w wewnętrzny czujnik rezystorowy 35mΩ i może mierzyć prądy akumulatora do ±3A. Do zastosowań wymagających większych prądów lub większej uniwersalności jest przeznaczony MAX472 z zewnętrznymi rezystorami wyznaczającymi czułość i wzmocnienie. Oba układy są wyposażone w działające w szerokim zakresie napięć i prądów akumulatora wyjście prądowe, które za pomocą jednego rezystora może dostarczać prąd przystosowane do dostarczania napięcia względem masy. Układy są przeznaczone do napięć w zakresie od 3V do 36V, pobierają mniej niż 100μA, a w trybie czuwania nie więcej niż 5μA.

Działanie

MAX471 dostarcza prąd wyjściowy, który jest proporcjonalny do prądu mierzonego. Prąd wyjściowy nie zależy od kierunku monitorowanego prądu, można więc mierzyć zarówno prąd ładowania jak i prąd rozładowania akumulatora. Wyjście SIGN wskazuje kierunek mierzonego prądu.

Uproszczony schemat blokowy układu MAX471 z wewnętrznym rezystorem R_{sense} jest pokazany na rysunku 1. W przypadku układu MAX472 (rysunek 2) trzeba użyć zewnętrznych rezystorów R_{sense} oraz $RG1$ i $RG2$. Załóżmy, że prąd płynie od



Rys. 1. Schemat blokowy MAX471.

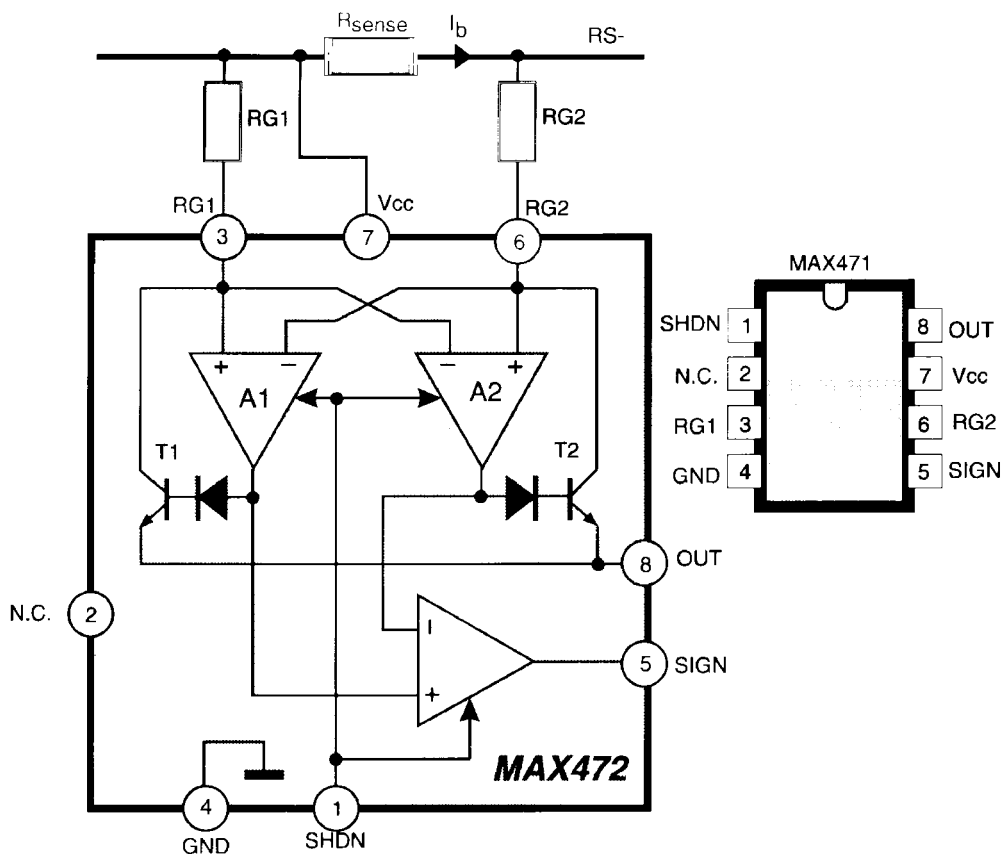
(RS+) przez R_{sense} do (RS-), co oznacza że akumulator jest rozładowywany. Aktywny jest wtedy wzmacniacz A1 i z emitera T1 płynie prąd I_o . Ponieważ przez RG1 i T1 płynie prąd (T2 jest zablokowany), napięcie wejścia odwracającego A1 wynosi $U(RS+) - I_o \cdot R_{sense}$. Wzmocnienie w otwartej pętli wzmacniacza A1 wymusza na jego wejściu nieodwracającym napięcie

zbliżone do napięcia na wejściu odwracającym. Wobec tego spadek napięcia na RG1 staje się równy $I_o \cdot R_{sense}$. Zatem jeżeli przez RG1 i T1 płynie prąd I_o (jeśli pominać bardzo małe prądy bazy), to:

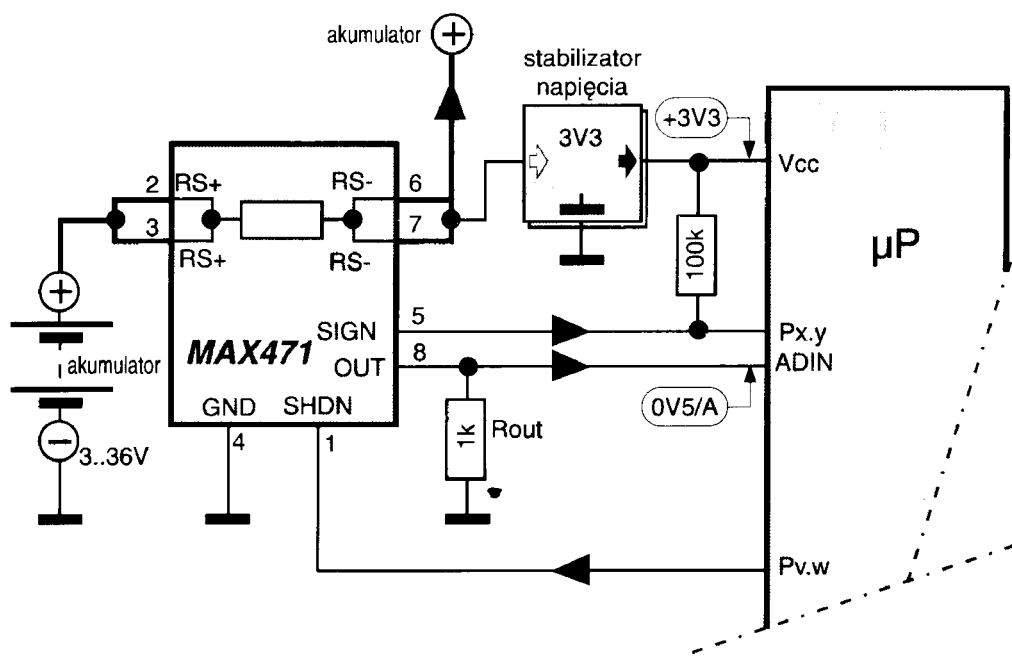
$$I_o \cdot RG1 = I_o \cdot R_{sense}$$

$$I_o = \frac{I_b \cdot R_{sense}}{RG1}$$

Prąd wyjściowy wywołuje spadek napięcia U_{out} na rezystorze łączącym wyjście 8 (OUT) z masą. Wzmocnienie prądowe A1 wynosi 500μA/A, zatem przy oporności 2kΩ rezystora wyjściowego R_{out} otrzymuje się czułość 1V/A, czyli pełne napięcie +3V dla ±3A. Można uzyskać inne wartości pełnego napięcia zmieniając oporność R_{out} , ale napięcie wyjściowe nie może



Rys. 2. Schemat blokowy MAX472.



Rys. 3. MAX471 jako monitor prądu akumulatora w systemie sterowanym przez mikroprocesor.

być wyższe od $U(RS+)$ - 1,5V dla MAX471 lub $U(RS-)$ - 1,5V dla MAX472:

$$R_{out} = \frac{R_{sense} \cdot R_{out} \cdot I_b}{RG}$$

gdzie U_{out} jest wymaganym pełnym napięciem wyjściowym, I_0 - pełnym mierzonym prądem, R_{sense} - opornością rezystora

pomiarowego, R_{out} - opornością rezystora ustalającego napięcie, a RG - opornością rezystora ustalającego wzmacnienie ($RG = RG1 = RG2$).

Gdy prąd jest prądem ładowania i płynie przez R_{sense} w przeciwnym kierunku, aktywne stają się A2 i T2. W przypadku układu MAX471 $RG1 = RG2$, zatem

równania dla prądu ładowania i rozładowania są jednakowe. W przypadku MAX472 projektant może użyć rezystorów RG o różnej oporności otrzymując inną skalę zależnie od kierunku przepływu prądu.

Prąd płynący z wyjścia OUT odpowiada amplitudzie, natomiast stan wyjścia SIGN kierun-

kom mierzonego prądu. Działanie komparatora SIGN jest proste. Gdy przewodzi T1 (rys. 1 i 2), stan wyjścia A1 jest wysoki, a wyjścia A2 niski. Wysoki stan wyjścia SIGN sygnalizuje wtedy dodatni kierunek prądu (od RS+ do RS-). Jest to użyteczne w urządzeniach zasilanych z akumulatora, ponieważ wskazuje czy jest on ładowany czy rozładowywany. Wskazania wyjścia SIGN mogą być nieprzewidywalne, jeżeli prąd I_{out} jest mniejszy od $3,5\mu A$. Wskazania tego wyjścia poprawnie sygnalizują kierunek prądu, gdy prąd obciążenia jest większy od 7mA. Wyjście SIGN jest wyjściem z otwartym kolektorem (może tylko pobierać prąd), co pozwala łatwo je sprzęgać z układami logicznymi, zasilanymi dowolnym napięciem. Łączy się je rezystorem podciągającym $100k\Omega$ z zasilaniem układu logicznego. Dla przyjętej konwencji logicznej polaryzacji wyjścia SIGN nie pobiera ono prądu gdy akumulator jest rozładowywany. Gdy sygnalizacja kierunku prądu nie jest potrzebna, wyjście SIGN pozostawia się wolne.

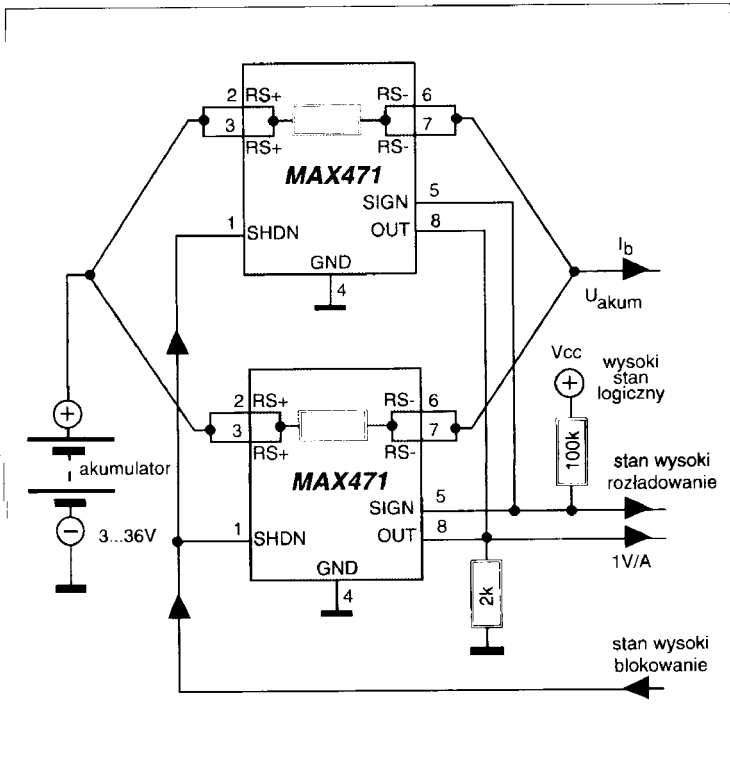
Układy MAX471/472 można zablokować za pomocą wysokiego stanu na wejściu SHDN. Pobierają one wtedy prąd mniejszy niż $5\mu A$. W stanie zablokowania (shut down) wyjście SIGN jest w stanie wysokim a wyjście OUT wyłączone.

MAX471 jest zasilany przez RS- (końcówki 6 i 7), a MAX472 przez Vcc (końcówka 7), którą można połączyć z dowolnej strony R_{sense} (spadek napięcia na nim jest bardzo mały, nie ma więc to większego znaczenia).

Zastosowanie MAX471

Na rysunku 3 przedstawiono sposób użycia MAX471 w mikroprocesorowym systemie do monitorowania prądów ładowania i rozładowania akumulatora. Mikroprocesor i układy logiczne są zasilane napięciem 3,3V otrzymywanym z akumulatora za pośrednictwem stabilizatora, zaś pozostałe części systemu wprost z akumulatora.

Mikroprocesor dokonuje pomiaru prądu przepływającego przez system za pośrednictwem przetwornika analogowo-cyfrowego, którego wejście (ADIN) jest połączone z końcówką 8 (OUT) MAX471. Rezystor R_{out} zamienia prąd wyjściowy MAX471 na napięcie. Jego oporność została tak dobrana, że gdy system po-



Rys. 4. Dwa MAX471 połączone równolegle.

biera maksymalny prąd, to napięcie doprowadzone do wejścia PAC jest bliskie maksymalnemu. Należy tylko zadbać o to, aby oporność wejściowa przetwornika analogowo-cyfrowego nie obciążała zbytnio wyjścia OUT (nie powinna być mniejsza od 10 Rout).

Wyjście SIGN łączy się rezystorem podciągającym 100kΩ z zasilaniem i z wejściem Px.y procesora. Ze stanu tego wejścia procesor będzie określał czy akumulator jest ładowany czy rozładowywany.

Wejście blokowania (shutdown) MAX471 jest sterowane przez procesor przez wyjście Pv.w i pobiera prąd w stanie ocze-

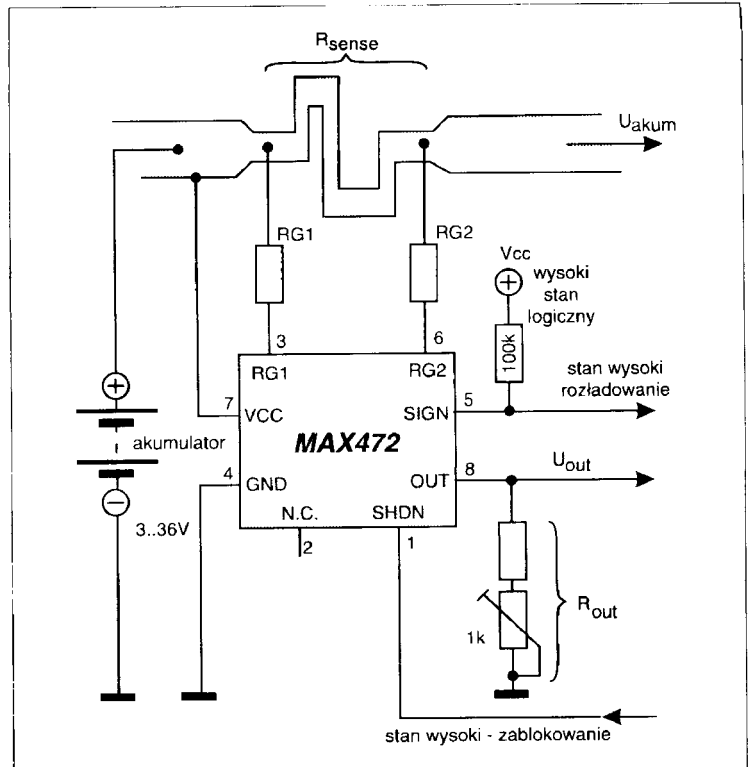
kiwania (standby). Trzeba pamiętać, że w tym stanie jest wyłączony jedynie obwód pomiarowy MAX471, jego zasilanie nie powinno być w żadnym razie przerywane.

Pomiar dużego prądu

Wyjście 8, OUT, ma dużą impedancję, można więc połączyć równolegle kilka układów MAX471, jak przedstawiono na rysunku 4. Wszystkie gałęzie muszą jednak mieć tę samą oporność, w przeciwnym razie prąd nie rozdzieli się pomiędzy nimi równomiernie i jeden z układów zostanie przeciążony.

Tabela 1.

Pełny prąd obciążenia I_b [A]	Rezystor pomiarowy R_{sense} [mΩ]	Rezystor wzmacnienia $RG1=RG2$ [Ω]	Rezystor wyjściowy R_{out} [kΩ]	Pełne napięcie obciążenia V_{out} [V]	Czułość U_{out}/I_b [V/A]
0,1	500	200	10	2,5	25
1	50	200	10	2,5	2,5
5	10	100	5	2,5	0,5
10	5	50	2	2	0,2



Rys. 5. Rezystor pomiarowy dla MAX472 wykonany ze ścieżki na płycie drukowanej.

Kiedy użyć MAX472?

MAX472 powinien zostać użyty wtedy, gdy można się spodziewać że maksymalny prąd obciążenia przez dłuższy czas będzie większy od $\pm 3A$, może jednak zostać użyty także i do mniejszych obciążeń. W tabeli 1 zestawiono sugerowane wielkości rezystorów i otrzymywane współczynniki czułości dla prądów w zakresie od 100mA do 10A. Można także wykonać układy dla wyższych lub niższych napiężeń prądu obciążenia.

Jeżeli koszt R_{sense} jest istotny, można go wykonać z odpowie-

dnio ukształtowanej ścieżki na płycie drukowanej, jak to pokazano na rysunku 5. Ze względu na niedokładność takiego rezystora niezbędne będzie użycie potencjometru do doregulowania czułości. Wadą takiego rozwiązania jest stosunkowo duży współczynnik termiczny oporności miedzi (około 0,4%/C), trzeba więc wziąć to pod uwagę, jeżeli układ ma działać w szerszym zakresie temperatur. ■

Źródło: Maxim, Precision, high-side current-sense amplifiers (19-0335; Rev 0; 11/94).