

# Układy zerujące do urządzeń cyfrowych, część 1

Wydawać by się mogło, że problem układów zerujących w systemach cyfrowych został już dawno rozwiązany. Powszechnie do zerowania mikrokontrolerów i innych układów cyfrowych są stosowane układy RC całkujące lub różniczkujące, wspomagane przerzutnikami Schmitta lub komparatorami.

O tym, że sporo w ostatnich latach zmieniło się tej dziedzinie i że dotychczas stosowane rozwiązania mają wiele niedoskonałości, spróbujemy przekonać Czytelników. Jak się okazuje, pozornie proste zadanie zerowania mikrokontrolera wymaga w praktyce zastosowania dość rozbudowanych układów. Postępy w technologii i wnioski oparte na doświadczeniach praktyków spowodowały, że bardzo szybko „zwykły” układ zerujący obudowano peryferiami.

Pozwala to zastąpić tymi niepozornymi układami zaawansowane systemy nadzoru. W pierwszej części artykułu skupimy się na układach o stosunkowo małej złożoności, które spełniają podstawowe funkcje przypisane „supervisorom” systemów mikroprocesorowych.

## RESET i nic więcej

Podstawowym zadaniem układu zerującego jest zapewnienie poprawnego startu mikrokontrolera lub innego układu cyfrowego po włączeniu zasilania. Zarówno czas trwania, jak i moment pojawienia się sygnału zerującego ma ogromne znaczenie dla poprawnej pracy urządzenia.

Najprostszymi układami dostępnymi w postaci „scalonej”, są układy o konstrukcji zbliżonej do ADM709 firmy Analog Devices (rys. 1). Jak widać, jest to prosty komparator z ustalonym wewnętrznym progami odniesienia i prostym układem czasowym na wyjściu. Zadaniem układu czasowego jest wydłużenie impulsu zerującego o ok. 140 ms od chwili ustalenia się napięcia zasilającego. Wpływ układu czasowego na czas trwania impulsu wyjściowego przedstawiony został na rys. 2. Z kolei rys. 3 przedstawia sposób włączenia układu ADM709 w systemie mikroprocesorowym. Parametry czasowe układu zerującego zostały dobrane tak, że może on współpracować z praktycznie dowolnym mikrokontrolerem lub mikroprocesorem dostępnym na rynku. Istotne jest tylko, aby układ był zerowany niskim poziomem napięcia.

Podobny konstrukcyjnie jest układ DS1810 produkowany przez firmę Dallas. Jego schemat blokowy przedstawiono na rys. 4. Także produkowany przez Texas Instruments układ TL7759 (rys. 5) jest funkcjonalnym odpowiednikiem dotychczas opisanych układów. Jego przewaga nad konkurentami wynika z faktu, że jest on wyposażony w dwa wyjścia o przeciwnej polaryzacji, dzięki czemu można ten układ stosować w systemach zerowanych dowolnym poziomem logicznym.

Pomimo podobnej konstrukcji, układy ADM709 i DS1810 różnią się w dość istotny sposób od TL7759. Dwa pierwsze wartości napięcia zasilającego utrzymują na wyjściu *RESET* poziom aktywny (zerujący). Układ TL7759 zachowuje się nieco inaczej. Dla napięć zasilających o wartości poniżej 1V stan wyjścia nie jest określony (rys. 6), co może powodować błędną pracę lub wręcz „zawieszenie” procesora.

Nieco większe możliwości, niż dotychczas przedstawione, mają układy DS1813 firmy



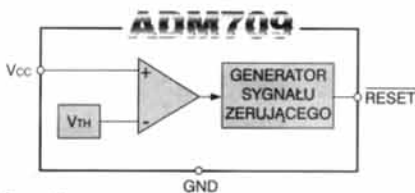
Dallas (rys. 7). W strukturę tego układu wbudowany został moduł monitorowania wejścia-wyjścia *RESET*, dzięki czemu możliwe jest wykorzystanie tego układu także do ręcznego generowania sygnału zerującego dla nadzorowanego urządzenia. Sposób dołączenia przycisku zerującego do systemu przedstawiono na rys. 8. Jest to, jak widać, rozwiązanie niezwykle proste, a przy tym skuteczne.

Możliwość zerowania ręcznego udostępniają także układy MAX6314 i MAX6315 firmy Maxim. Na rys. 9 przedstawiono budowę układu MAX6314. Jak widać, układ ten ma wyjście z „podciąganiem” poziomu do plusa zasilania, w przeciwieństwie do MAX6315, który został wyposażony w wyjście typu otwarty dren.

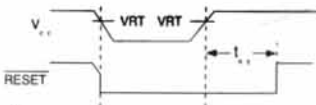
## Więcej bezpieczeństwa

Doświadczeni konstruktorzy systemów mikroprocesorowych doskonale zdają sobie sprawę, jak często w praktycznych zastosowaniach grozi takiemu systemowi niebezpieczeństwo „zawieszenia” pracy, czego konsekwencją mogą być poważne straty materialne lub zagrożenie ludzkiego życia.

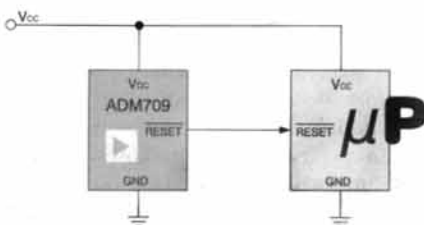
Najskuteczniejszym zabezpieczeniem przed pojawieniem się takich problemów są timery generujące impulsy zerujące w określonych odstępach czasu (timer watchdog). Impulsy zerujące z watchdoga można blokować poprzez odpowied-



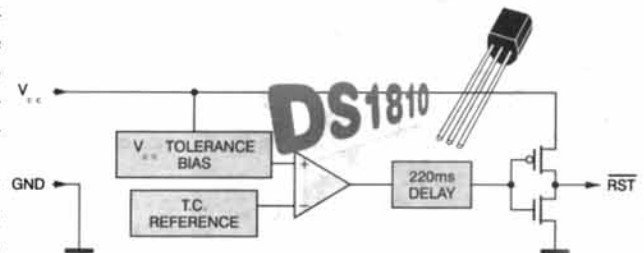
Rys. 1.



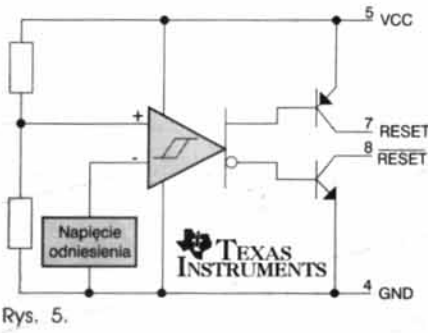
Rys. 2.



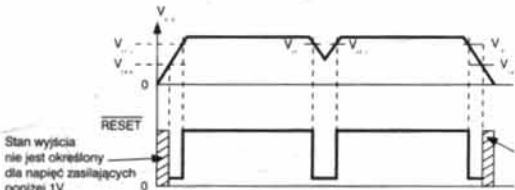
Rys. 3.



Rys. 4.



Rys. 5.

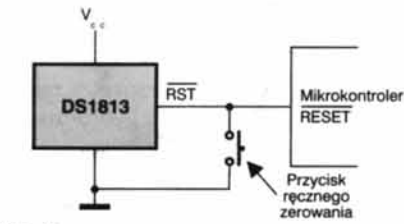


Rys. 6.

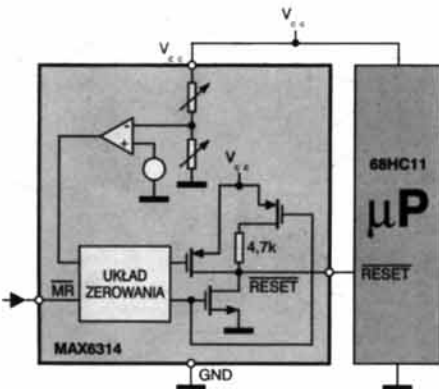


Rys. 7.

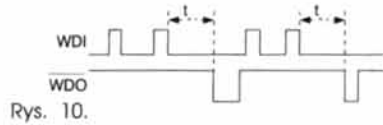
nią sekwencję rozkazów wykonywanych przez procesor - musi on co jakiś czas (krótszy niż odstęp pomiędzy kolejnymi impulsami zerującymi) „zgłosić” watchdogowi swoje poprawne działanie, co zapobiega jego wyzerowaniu.



Rys. 8.



Rys. 9.

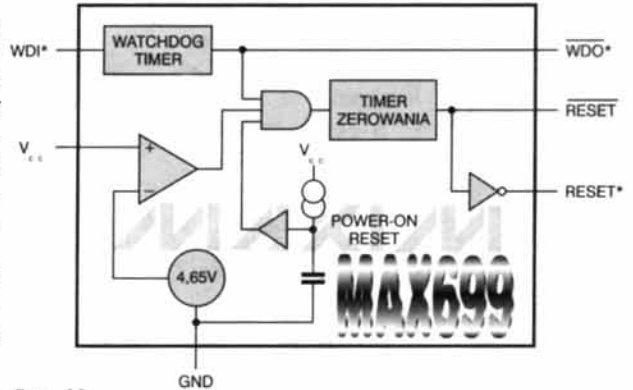


Rys. 10.

Przebiegi czasowe obrazujące sposób pracy watchdoga przedstawiono na rys. 10. Sygnał WDI symbolizuje stany na wejściu watchdoga, sygnał WDO jest sygnałem wyjściowym tego timera. Symbolem  $t_{WD}$  oznaczono okres oczekiwania watchdoga na pojawienie się sygnału na wejściu WDI. Jeżeli pojawia się on rzadziej niż co czas  $t_{WD}$ , to na wyjściu timera są generowane impulsy (w tym przypadku przyjęto, że wyjście watchdoga ma polaryzację ujemną - logiczne „0” jest stanem aktywnym).

Korzystanie z takiego zabezpieczenia wymaga sporego doświadczenia od programisty, który mu-

gatsze” wewnątrz ma układ ADM705/6 firmy Analog Devices - oprócz układu zerującego i watchdoga jest on wyposażony w detektor zaniku napięcia (ang. Power

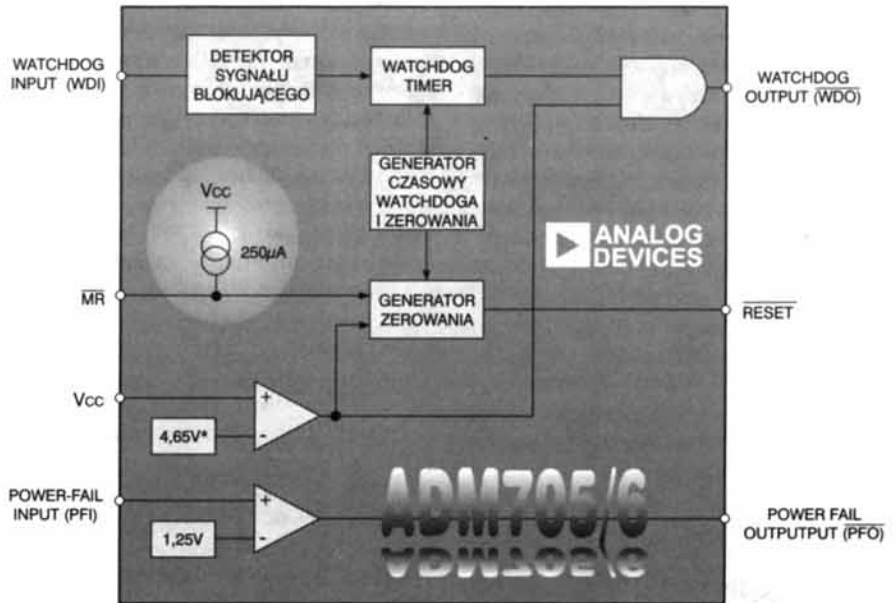


Rys. 11.

Fail Detector). W praktyce jest to standardowy komparator analogowy, z jednym wejściem dołączonym do wysoko-stabilnego źródła odniesienia. Schemat blokowy układu ADM705/6 przedstawiono na rys. 12.

**Kontrola zasilania**

Wiele typów scalonych generatorów sygnałów zerujących ma wbudowany dodatkowo komparator pozwalający wykryć



Rys. 12.

si stworzyć program potrafiący określić w jakim momencie praca programu została zaburzona. Mimo tej trudności, stosowanie watchdogów jest najpopularniejszą metodą zapewnienia poprawnej pracy systemowi mikroprocesorowemu.

Przykładem układu łączącego w jednej strukturze funkcje watchdoga i układu zerującego jest MAX699, produkowany przez firmę Maxim (rys. 11). Nieco „bo-

zanik napięcia zasilającego przed stabilizatorem. Dzięki zastosowaniu takiego komparatora, mikroprocesor sterujący pracą systemu może zostać wcześniej poinformowany o konieczności podjęcia akcji ratunkowej (choćby poprzez zgłoszenie przerwania niemaskowalnego).

Najprostszym przykładem takiej konstrukcji jest rodzina układów TL77xxA firmy Texas Instruments. Uproszczony

schemat tych układów przedstawiono na rys. 13. Zaletą tego układu jest zastosowanie jako elementu pamięciowego widocznego na rysunku tyrystora. Zapobiega on możliwości impulsowego zerowania systemu mikroprocesorowego w przypadku, gdy napięcie zasilające często zmienia swoją wartość, obniżając się poniżej wartości dopuszczalnej.

Nieco inaczej problem kontroli napięcia zasilającego rozwiązali inżynierowie firmy Analog Devices. Przykładem takiego opracowania mogą być układy ADM707/8, których schemat przedstawiono na rys. 14. Oprócz generatora sygnału zerującego z dwoma wyjściami o różnych polaryzacjach, wewnątrz układów ADM707/8 wbudowano szybki komparator z niezależnym wyjściem, który można wykorzystać do wykrywania zbyt szybkiego obniżenia się napięcia zasilającego. Wejście odwracające tego komparatora jest zasilane z wysokostabilnego źródła napięcia odniesienia.

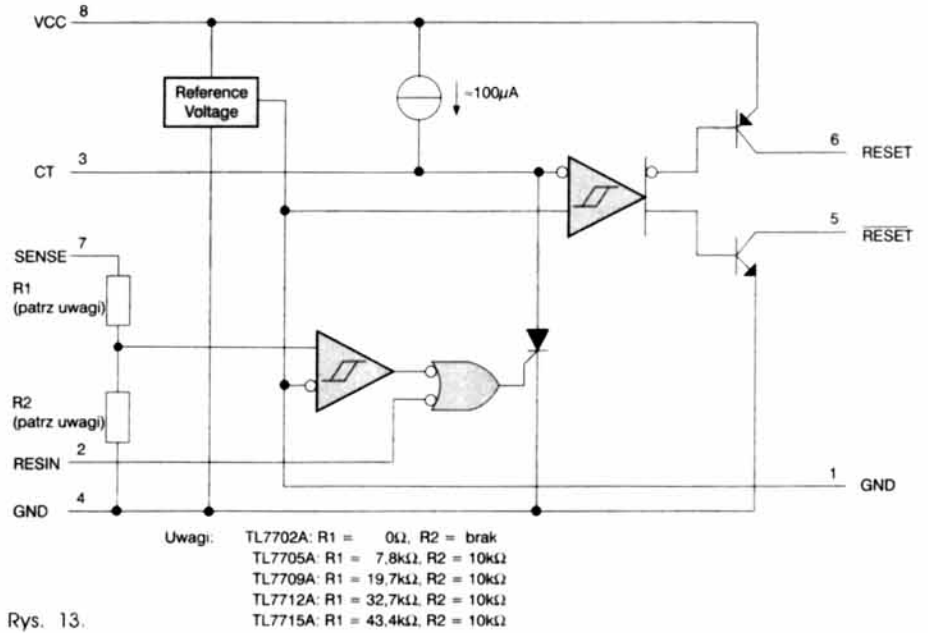
Jeszcze dalej poszli projektanci firmy Dallas - opracowali bowiem układ DS1706, integrujący w jednej strukturze wszystkie wymienione dotychczas moduły, tzn. generator sygnału zerującego z wejściem ręcznego zerowania, komparator pozwalający z wyprzedzeniem wykryć obniżenie napięcia zasilającego oraz timer-watchdog. Schemat tego układu przedstawia rys. 15. Sposób dołączenia tego układu do systemu z procesorem rodziny MCS-51 przedstawiono na rys. 16. Jako sygnał wstrzymujący watchdoga wykorzystano sygnał strobojujący ALE.

**Podsumowanie**

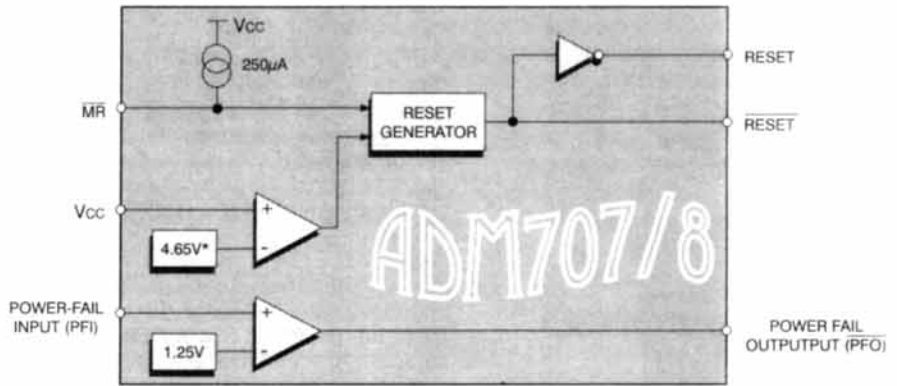
W pierwszej części artykułu przedstawiliśmy podstawowe układy nadzorujące pracę systemów mikroprocesorowych. Producenci nie ustają jednak w wysiłkach i nieustannie wprowadzają coraz to doskonalsze wersje układów oferujących coraz większe możliwości. Z tego właśnie powodu, w następnym numerze EP przedstawimy kolejne układy przeznaczone do zapewnienia bezpieczeństwa systemom mikroprocesorowym. Szczególną uwagę poświęcimy układom umożliwiającym automatyczne przełączanie zasilania oraz najnowsze opracowania spełniające rolę niezwykle rozbudowanych *supervisorów*.

Aby ułatwić pracę konstruktorom, przedstawimy także tabelaryczne zestawienie możliwości układów nadzorujących, produkowanych przez firmy: Analog Devices, Dallas, Maxim, Texas Instruments oraz Xicor.

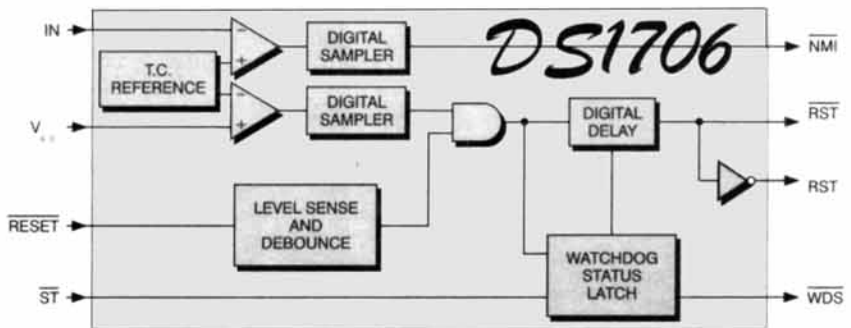
**Piotr Zbysiński, AVT**



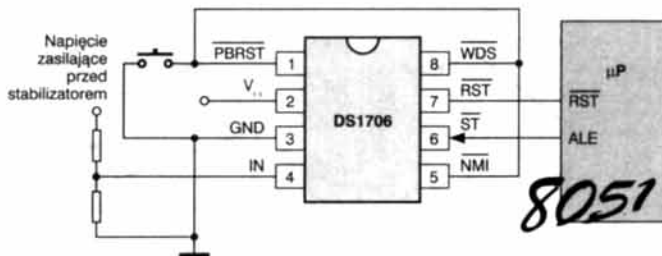
Rys. 13.



Rys. 14.



Rys. 15.



Rys. 16.