

# Układy nadzorujące pracę systemów cyfrowych, część 2

Właściwy dobór układu nadzorującego pracę systemu mikrokontrolerowego jest coraz trudniejszy zważywszy na fakt, iż coraz więcej funkcji jest integrowanych wewnątrz jednego układu scalonego. Bloki funkcjonalne takie jak generator sygnału zerującego, watchdog, kontrola napięcia przed regulatorem, układ podtrzymywania zewnętrznego RAM są coraz bardziej skomplikowane i wybór układu, który realizowałby narzucony przez projekt zestaw funkcji nie jest sprawą trywialną. Artykuł ma pomóc Czytelnikom w pełniejszym poznaniu struktury wewnętrznej oraz zasady działania poszczególnych bloków funkcjonalnych oraz w doborze odpowiedniego układu w zależności od aplikacji.

## Watchdog

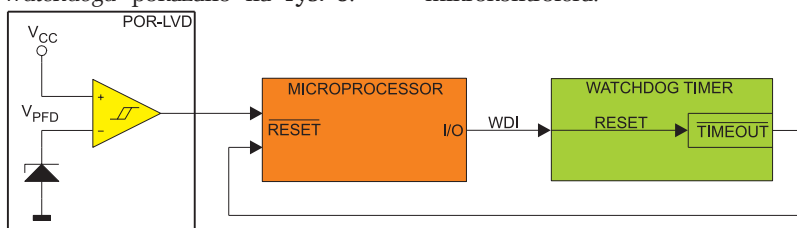
Większość współczesnych mikrokontrolerów jest wyposażona w układ kontroli poprawności wykonywania programu, tzw. *watchdog*. Zazwyczaj jest on taktowany z tego samego źródła, co rdzeń mikrokontrolera. Niektóre zakłócenia są w stanie zatrzymać generator taktujący, w związku z czym mikrokontroler może przestać wykony-



Dołączamy materiały do artykułu  
Publikujemy na CD-EP oraz [www.ep.com.pl](http://www.ep.com.pl)

wać program, tracąc panowanie nad peryferiami. W pewnych aplikacjach takie sytuacje są wręcz niebezpieczne (np. sterowanie silnikami). Rozwiązaniem tego problemu jest zewnętrzny i niezawodny *watchdog*. Zasadę działania *watchdoga* pokazano na rys. 6.

Sygnal /RESET może być wygenerowany zarówno przez komparator napięcia zasilania, jak i przepełniający się licznik – *watchdog*. Licznik ten powinien być regularnie kasowany poprzez impuls na linii wyjściowej mikrokontrolera.



Rys. 6. Zasada działania układu *watchdog*



## Losujemy bezpłatne próbki!

Wśród Czytelników, którzy przyślą zgłoszenie na adres [resety@ep.com.pl](mailto:resety@ep.com.pl) rozlosujemy zestawy układów zerujących firmy STMicroelectronics. Na zgłoszenia czekamy do 31.01.2007.

W skład zestawu próbek wchodzi następujące układy:

Układy udostępniła firma

STM1813MWX7F  
STM1818SWX7F  
STM6315LBW13F  
STM6778SFWB6F  
STM690AM6E  
STM6821MWY6F



www.unizet.com.pl e-mail: unizet@unizet.com.pl

- REZYSTORY
- PRZEKAŹNIKI ELEKTROMAGNETYCZNE
- WYŁĄCZNIKI I MIKROWYŁĄCZNIKI
- SPRZĘT ELEKTRYCZNY I ELEKTRONICZNY
- CHEMIA DLA ELEKTRONIKI - AEROZOLE

**UNITRA**  
UNIZET

- PÓLPRZEWODNIKI
- OPTOELEKTRONIKA
- KONDENSATORY
- POTENCJOMETRY



Ul. Kolejowa 15/17  
00-950 Warszawa, skr.pocz. 174  
tel./fax + 48 (22) 632 46 71, 632 23 36, 631 39 05



**PROJEKTUJEMY**

**PRODUKUJEMY**

**SPRZEDAJEMY**

*sprawdź naszą  
nową stronę!*  
[www.qwerty.pl](http://www.qwerty.pl)

▶ specjalizujemy się w projektowaniu i produkcji klawiatur, elewacji, tabliczek i zestyków foliowych

▶ wykwalifikowani pracownicy pomogą dopasować odpowiednią technologię do Państwa wymagań a wysokiej jakości materiały i nowoczesne technologie zagwarantują niezawodność naszych wyrobów

[www.qwerty.pl](http://www.qwerty.pl)

**PRODUCENT KLAWIATUR FOLIOWYCH**



Towarzystwo Elektrotechnologiczne Qwerty Sp. z o.o.  
ul. Siewna 21, 94-250 Łódź, e-mail [qwerty@qwerty.pl](mailto:qwerty@qwerty.pl)  
tel. (42)632-47-92, 633-32-84, 630-42-64, fax (42)632-85-93

# Przeskocz konkurencję

## Punkty pozycjonujące w Serwisie [automatyka.pl](http://automatyka.pl)

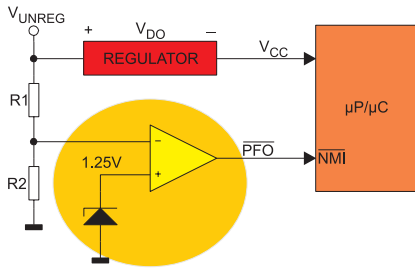


Punkty pozycjonujące wpływają na kolejność emitowania informacji w Katalogach branżowych Serwisu [automatyka.pl](http://automatyka.pl). Narzędzie to pozwala wyróżniać istotne dla firmy treści i dotrzeć do świadomości większej liczby potencjalnych odbiorców.

Zasada jest prosta: kto przeznaczy więcej punktów na daną informację - umieści ją wyżej w zestawieniach.

Więcej informacji:  
012 432 52 00,  
[pomoc@xtech.pl](mailto:pomoc@xtech.pl)

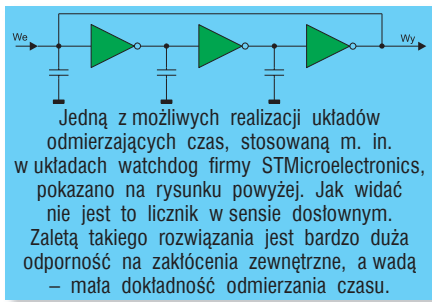
[automatyka.pl](http://automatyka.pl)  
serwis branżowy xtech.pl



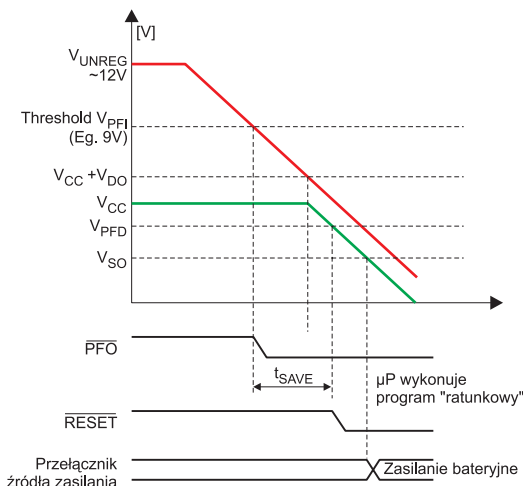
Rys. 7. Układ monitorowania napięcia przed regulatorem

**Układ PFI-PFO**

Przyjrzyjmy się teraz jak wygląda najbardziej typowy układ zasilania urządzenia elektronicznego. Zazwyczaj jest to transformator, mostek Graetz'a, kondensator elektrolityczny (powiedzmy  $C_1$ ). Potem mamy regulator, np. z serii L7805 i kolejny kondensator (powiedzmy  $C_2$ ). Napięcie za regulatorem służy założymy do zasilania mikrokontrolera i oznaczmy go  $V_{CC}$ . Napięcie przed regulatorem oznaczmy  $V_{UNREG}$ .



W momencie zaniku napięcia zmiennego po chwili (zależnej od wartości  $C_1$ ) zanika napięcie  $V_{UNREG}$ . Przystaje działać regulator i po następnej chwili (zależnej o wartości  $C_2$ ) zanika  $V_{CC}$ . Jeśli w aplikacji jest układ monitorujący to napięcie to po przekroczeniu zadanego progu jest generowany sygnał zerujący mikrokontroler.



Rys. 8. Przebiegi w układzie PFI-PFO

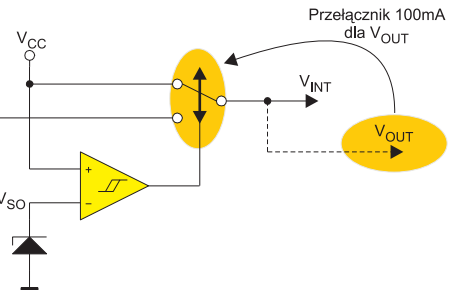
W tym momencie wszystkie dane robocze zostają najczęściej skasowane, a urządzenie powraca do ustalonego stanu początkowego. Na domiar złego jeśli w tym momencie trwał zapis do pamięci nieulotnej, np. EEPROM, to dane mogły się zapisać błędnie. W każdym razie była to operacja dosyć brutalna dla aplikacji i mogąca prowadzić do uszkodzenia urządzenia. Aby temu przeciwdziałać należy monitorować wartość napięcia przed regulatorem. Schemat takiego układu pokazano na rys. 7.

Komparator oraz źródło napięcia referencyjnego są zawarte w strukturze generatora sygnału zerującego. W celu dopasowania układu do różnych napięć  $V_{UNREG}$  stosuje się dzielnik rezystancyjny  $R_1, R_2$ . Wyjście komparatora jest doprowadzone do mikrokontrolera na wejście żądania przerwania. Z założenia powinno być to wejście o bardzo wysokim priorytecie, np. NMI, jako że sytuacja zaniku napięcia zasilania jest zazwyczaj krytyczna dla działania układu.

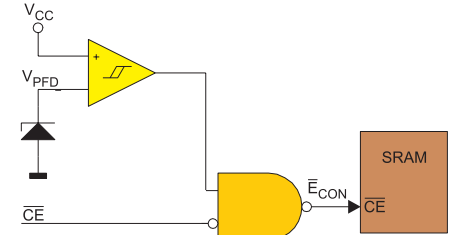
Przebiegi w układzie pokazano na rys. 8. W momencie zaniku napięcia na wyjściu transformatora zaczyna ono także zanikać na wejściu regulatora. Szybkość tego zanikania zależy od wartości  $C_1$ . W momencie gdy przekroczy ono od góry wartość progową (wynikającą z dzielnika  $R_1, R_2$ ) oznaczoną jako  $V_{PFI}$ , komparator zmieni swój stan wyjściowy na przeciwny. W tym momencie mikrokontroler zostaje powiadomiony o tym, że zaczyna zanikać napięcie. Zazwyczaj wykonywane są następujące akcje:

- mikrokontroler wyłącza jedno po drugim peryferia w celu zmniejszenia zużycia energii i przedłużenia czasu na przechowanie swojego stanu,
- stan aplikacji, dane tymczasowe, itp. zostają przechowane w pamięci nieulotnej, oczywiście należy dobrać eksperymentalnie wartość pojemności  $C_1$  i  $C_2$ , aby uzyskać czas potrzebny na dokończenie zapisu.

Po czasie  $t_{SAVE}$  napięcie  $V_{CC}$  spada poniżej poziomu  $V_{PFI}$  i układ monitorujący to napięcie, generuje sygnał zerujący dla mikrokontrolera. Zależnie od wartości pojemności przed i za regulatorem można uzyskać czasy rzędu nawet kilkudziesięciu milisekund. Jest to



Rys. 9. Przełącznik zasilania dla zewnętrznego RAM



Rys. 10. Bramkowanie sygnału /CE

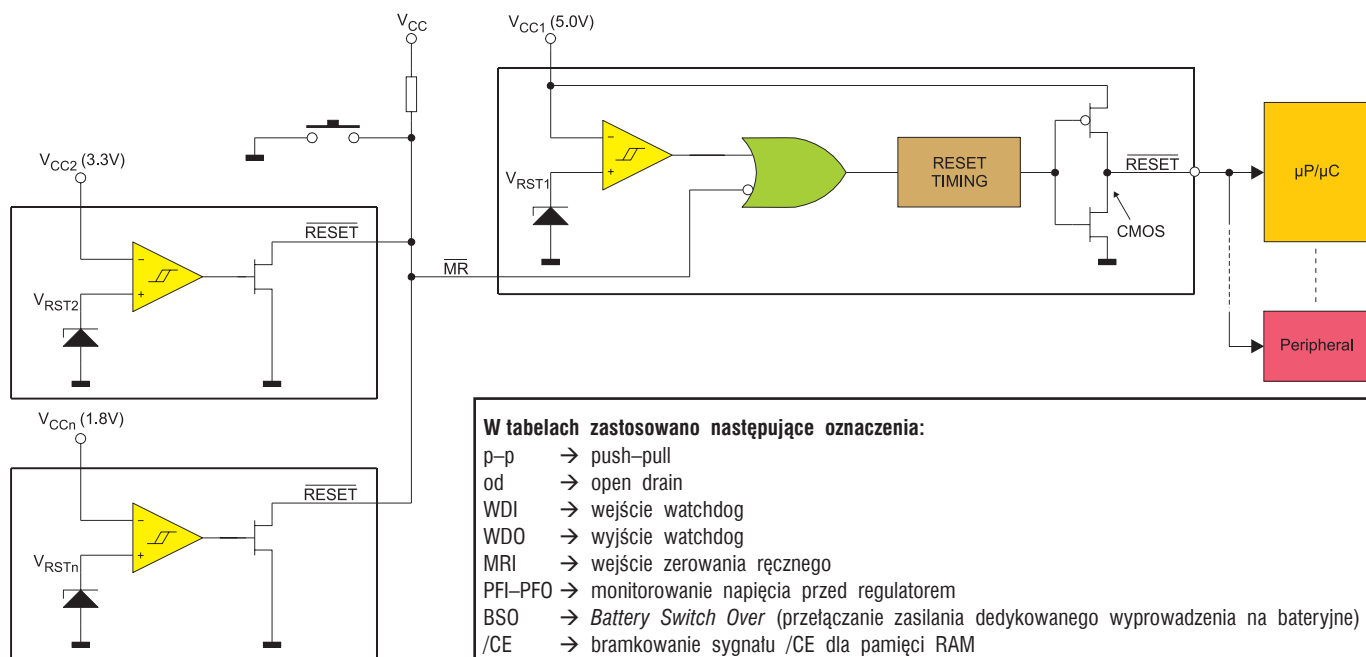
czas wystarczający nawet dla dokonania zapisu do pamięci EEPROM.

**Podtrzymanie zewnętrznej pamięci RAM**

Niektóre aplikacje korzystające z pamięci statycznej RAM wymagają podtrzymania zawartości tej pamięci po zaniku głównego zasilania. Przejrzenie danych katalogowych przykładowej pamięci SRAM prowadzi do następujących konkluzji:

- napięcie zasilania pamięci powinno wynosić powyżej 2,0 V. Zazwyczaj jest to około 3 V, a jako źródło napięcia zapasowego jest wykorzystywana bateria litowa. Pobór prądu w stanie standby wynosi nie więcej niż kilka  $\mu A$ .
- na wejściu /CE powinien być wysoki poziom napięcia (tzn. około 3 V).
- w trakcie normalnego działania pamięci RAM zasilanie może być na podobnym poziomie. Na wejściu /CE powinien być powielany sygnał z linii /CE z mikrokontrolera, tzn. układ zerujący powinien być transparentny.

Biorąc pod uwagę te wymagania układ zerujący powinien zawierać dwa bloki funkcjonalne pokazane na rys. 9 i 10. Wyjście  $V_{OUT}$  służy do zasilania pamięci RAM. Wewnętrzny przełącznik zasilania powinien mieć wystarczającą wydolność prądową do zasilania pamięci w stanie aktywnym, tj. co najmniej kilkadziesiąt do 100 mA. Zasada działania układu jest następująca:



Rys. 13. Kaskadowe połączenie układów zerujących

W tabelach zastosowano następujące oznaczenia:

- p-p → push-pull
- od → open drain
- WDI → wejście watchdog
- WDO → wyjście watchdog
- MRI → wejście zerowania ręcznego
- PFI-PFO → monitorowanie napięcia przed regulatorem
- BSO → Battery Switch Over (przełączanie zasilania dedykowanego wyprowadzenia na bateryjne)
- /CE → bramkowanie sygnału /CE dla pamięci RAM
- BFS → Battery Freshness Seal – odłącza baterię od wewnętrznych obwodów oraz  $V_{OUT}$  kiedy to jest potrzebne. Pozwala to producentowi urządzenia na zapewnienie, że bateria podłączona do  $V_{BAT}$  będzie sprawna, kiedy produkt wejdzie do użytkowania.
- VCC → możliwość dołączenia zewnętrznego przełącznika zasilania

**Tab. 1. Podstawowe układy zerujące w ofercie STMicroelectronics**

Oznaczenie	Obudowa	Wyjście	Zerowanie ręczne
STM809	SOT23-3	Push-pull low	
STM810	SOT23-3	Push-pull high	
STM811	SOT143-4	Push-pull low	TAK
STM812	SOT143-4	Push-pull high	TAK
STM1810	SOT23-3	Push-pull low	
STM1811	SOT23-3	Open drain	
STM1812	SOT23-3	Push-pull high	
STM1813	SOT23-3	Open drain	TAK
STM1815	SOT23-3	Push-pull low	
STM1816	SOT23-3	Open drain	
STM1817	SOT23-3	Push-pull high	
STM1818	SOT23-3	Open drain	TAK
STM1001	SOT23-3	Open drain	

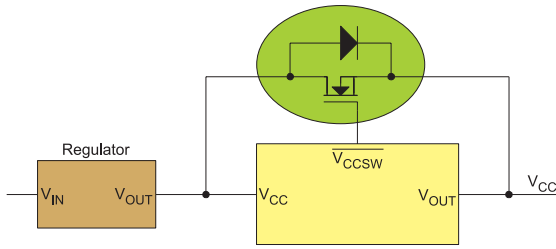
**Tab. 2. Układy zerujące z wbudowanym watchdogiem**

Oznaczenie	Wejście watchdoga WDI	Wejście ręcznego zerowania MRI	Wyjście		
			p-p low	p-p high	od low
STM6321	x			x	x
STM6322		x		x	x
STM6821	x	x		x	
STM6822	x	x			x
STM6823	x	x	x		
STM6824	x		x	x	
STM6825		x	x	x	

**Dodatkowe informacje...**  
 ...na temat układów zerujący firmy STMicroelectronics są dostępne pod adresem [www.st.com/reset](http://www.st.com/reset).

**Tab. 3. Układy najbardziej zaawansowane**

Oznaczenie	Wyjście				WDI	WDO	MRI	PFI-PFO	BSO	/CE	BFS	$V_{CC}$
	p-p low	p-p high	od low	od high								
STM690/692	x				x			x	x			
STM703/704	x						x	x	x			
STM705/706	x				x	x	x	x				
STM706P		x			x	x	x	x				
STM707/708	x	x					x	x				
STM795			x						x	x		x
STM802	x				x			x	x			
STM804/805				x	x			x	x			
STM805L		x			x			x	x			
STM806	x							x	x			
STM813		x			x	x	x	x				
STM817	x				x			x	x		x	
STM818	x				x				x	x	x	
STM819	x						x	x	x		x	



Rys. 11. Zewnętrzny przełącznik zasilania

przy normalnym zasilaniu na wyjściu  $V_{OUT}$  jest podawane napięcie  $V_{CC}$ . Komparator w takiej sytuacji daje na wyjściu logiczną 1. Powoduje to, że bramka jest przezroczysta dla sygnału /CE (oczywiście z opóźnieniem rzędu pojedynczych ns). W momencie zaniku napięcia  $V_{CC}$  komparator zmienia stan swojego wyjścia na 0. Powoduje to, podanie  $V_{BAT}$  na  $V_{OUT}$ . Jednocześnie na wyjściu /CE pojawia się logiczna 1 (napięcie równe  $V_{BAT}$ ). Pamięć RAM przechodzi w stan *standby*.

**Zewnętrzny przełącznik zasilania**

Aplikacje, w których wykorzystywany jest RAM zasilany poprzez układ zerujący czasami wymagają dodatkowo zasilania innych od-

biorników energii. Może się okazać, że wewnętrzny przełącznik może mieć niewystarczającą wydajność prądową. W takim wypadku niezbędne jest użycie zewnętrznego przełącznika zasilania sterowanego przez układ zerujący poprzez dedykowane wy-

**Kontrola wielu napięć**

Aplikacje korzystające z kilku napięć zasilających nie są rzadkością. Do poprawnej pracy takiej aplikacji wymagane jest, aby wartości wszystkich napięć mieściły się w określonych granicach. Jeśli tych napięć jest 2 lub 3 i są to na dodatek wartości standardowe, to nie ma problemu. Istnieją gotowe elementy realizujące powyższą funkcjonalność. Przykłady dostępnych układów przedstawimy pod koniec artykułu.

Gorzej, jeśli napięcie jest więcej lub ich wartości są dalekie od standardowych. Wtedy mamy dwie możliwości. Pierwszą przedstawiono na rys. 12. Jest to kilka „zwykłych” układów zerujących z wyjściem *open drain* połączonych równolegle. Wadą takiego rozwiązania jest długi czas narastania sygnału zerującego. To z kolei powoduje niejednoczesne rozpoczynanie pracy przez poszczególne układy peryferyjne oraz mikrokontroler.

Nieco lepsze rozwiązanie pokazano na rys. 13. Tutaj mamy kilka „zwykłych” układów zerujących, monitorujących poszczególne napięcia. Ich wyjścia są połączone równolegle i dołączone na wejście zerowania ręcznego następnego układu z wyjściem typu *push-pull*. Sygnał /RESET z wyjścia tego układu jest

trzymany w stanie aktywnym tak długo, dopóki choć jeden z układów pierwszego stopnia jest w stanie aktywnym.

**Wybrane układy z oferty firmy STMicroelectronics**

Przyjrzyjmy się teraz dokładniej jakie układy zerujące oferuje firma STMicroelectronics.

Układy realizujące najbardziej podstawowe funkcje, tj. kontrolę napięcia zasilania i generację sygnału zerującego występują w dwóch rodzinach: STM8xx oraz STM181x. W tab. 1 pokazano możliwe warianty oznaczeń. Do tego oczywiście dochodzą różne wartości progów zadziałania. W tej chwili dostępne są następujące: 4,63, 4,38, 3,08, 2,93 oraz 2,63 V. Różnica pomiędzy np. STM809 a STM1815 polega na innym czasie trwania impulsu zerującego (140 ms vs 100 ms) oraz innym rozmieszczeniu wyprowadzeń.

Układy monitorujące kilka napięć zasilania występują w dwóch rodzinach:

- STM6717/6719/6777/6779 (wyjście *Open Drain Low*),
- STM6718/6720/6778/6780 (wyjście *Push-Pull Low*).

Oczywiście także i w tym przypadku mamy do wyboru kilka napięć progowych.

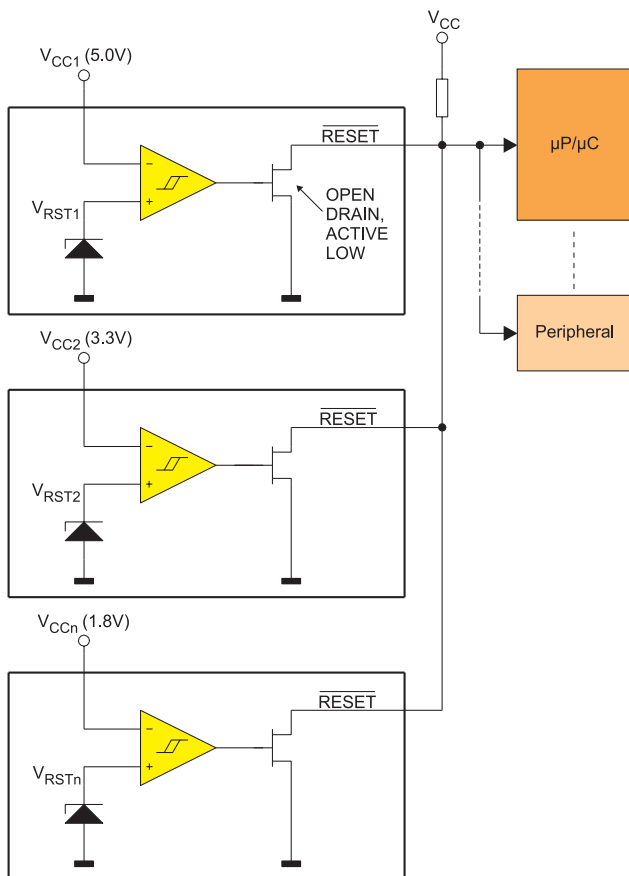
Kolejne dwie serie układów: STM63xx oraz STM68xx są wyposażone w *watchdog* – tab. 2. Wszystkie układy z tych serii występują w obudowie SOT23-5. Tutaj mamy następujący typoszereg napięć: 4,63 V; 4,39 V; 3,08 V; 2,93 V; 2,63 V oraz 2,32 V.

Najbardziej rozbudowana jest rodzina scalonych supervisorów – w tab. 3 zestawiono dostępne opcje.

**Podsumowanie**

Po lekturze niniejszego artykułu Czytelnicy będą w stanie dobrać układ zerujący odpowiadający wymaganiom aplikacji. Prawidłowy dobór funkcji zawartych wewnątrz układu, typ wyjścia oraz napięcie zadziałania są jednym z czynników pozwalających zapewnić prawidłowe funkcjonowanie układu, a co za tym idzie zadowolenie klienta używającego gotowy wyrób.

Na podstawie materiałów firmy STMicroelectronics przygotował Jerzy Baratowicz, ST



Rys. 12. Połączenie równoległe generatorów sygnałów zerujących