

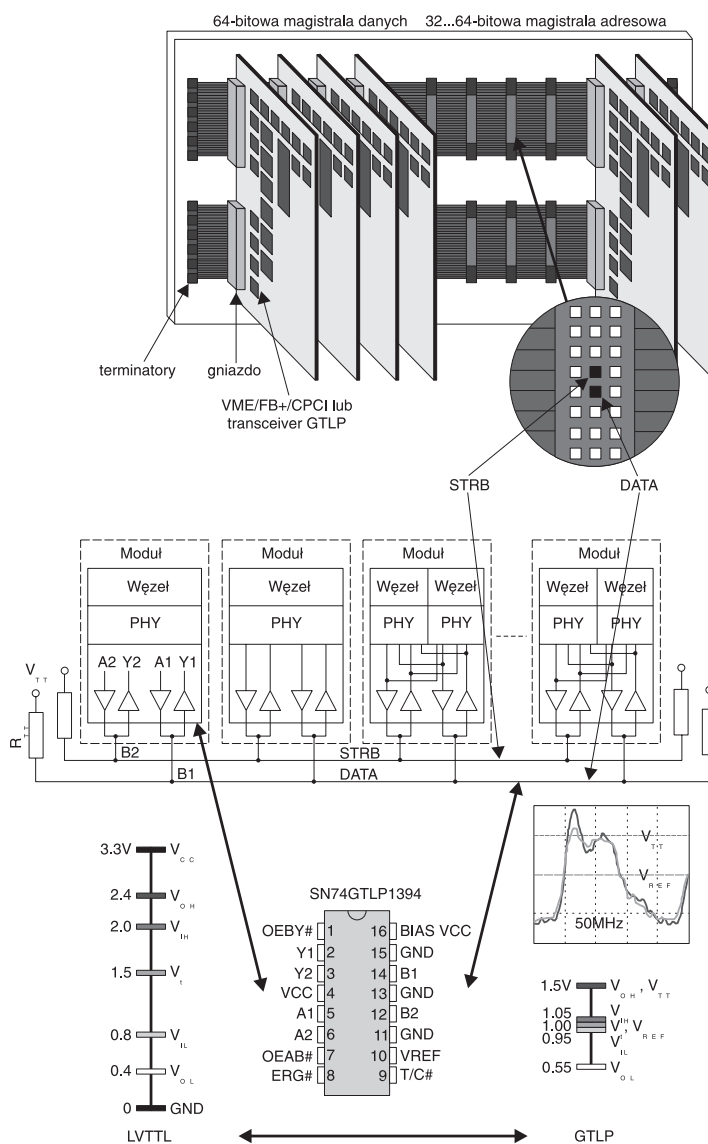
Koniec ery 5 V, część 2

Zabezpieczenia wewnętrzne, porównanie rodzin układów cyfrowych

W poprzednim odcinku zapoznaliśmy się z najczęściej spotykanymi rodzinami cyfrowych układów scalonych. Pominięto w nim opisy kilku wyspecjalizowanych serii takich jak: GTLP (Gunning Transceiver Logic Plus), PCA/PCF (PC Inter-Integrated Circuit Applications), SSTL (Stub Series-Terminated Logic), HSTL (High-Speed Transceiver Logic), SSTU (Stub Series-Terminated Ultra-Low-Voltage Logic), SSTV (Stub Series-Terminated Low-Voltage Logic), TVC (Translation Voltage Clamp Logic), VME (VERSAmodule Eurocard Bus Technology). Są to układy powszechnie wykorzystywane w systemach profesjonalnych i prawie nieznanie amatorom. Większość z nich służy do obsługi szybkich magistral (przełączniki, drivery, transceivery). Seria GTLP pomaga np. rozwiązywać problemy przesyłania szybkich sygnałów cyfrowych w systemach rozproszonych, jakim może być choćby dobrze nam znany komputer PC (rys. 2). Na rys. 3 przedstawiono przybliżeniu chronologię wprowadzania poszczególnych serii układów cyfrowych. Rysunek wykonano na podstawie materiałów firmy Texas Instruments. Podobne opracowania innych firm mogą się nieznacznie różnić. Jak widać, w okolicach początku osi czasu „zrobiło się” dość gęsto. Oznacza to, że w ostatnich latach nastąpiła znaczna intensyfikacja prac nad nowymi rodzinami układów cyfrowych. Rysunki 4 i 5 pozwolą lepiej zorientować się w możliwościach wykorzystywania poszczególnych serii w systemach zasilanych określonymi napięciami. Niestety, producenci często nadają rodzinom układów cyfrowych własne oznaczenia, co nie ułatwia pracy konstruktorom.

Wiemy już, że jednym z ważniejszych parametrów cyfrowych układów scalonych są: napięcie zasilające i standard sygnałów wejściowych i

Od przybytku - podobno - głowa nie boli. Podobno. Dobranie najbardziej odpowiednich układów cyfrowych do projektowanych aplikacji może być naprawdę nie lada problemem. Mogliśmy się o tym przekonać w poprzednim odcinku, gdy zapoznawaliśmy się z podstawowymi rodzinami. Zdobyta wiedza niestety nie jest jeszcze kompletna. W tym odcinku poznamy kolejne zagadnienia.



Rys. 2. Wykorzystanie układów GTLP do rozprowadzania szybkich sygnałów cyfrowych

wyjściowych. Wiąże się z tym pośrednio zdolność do tolerowania określonych napięć zarówno od strony wejść, jak i wyjść. O szybkości pracy i dopuszczalnej obciążalności wyjść już nawet nie trzeba chyba wspominać, bo są to parametry oczywiste. Nie są to jednak jedyne cechy, na które należy zwracać uwagę podczas doboru elementów. Wiele rodzin, szczególnie tych najnowszych, zostało wyposażonych w pewne rozwiązania podnoszące znacznie komfort użytkownika, ale stanowiących dodatkowe obciążenie dla pamięci konstruktora.

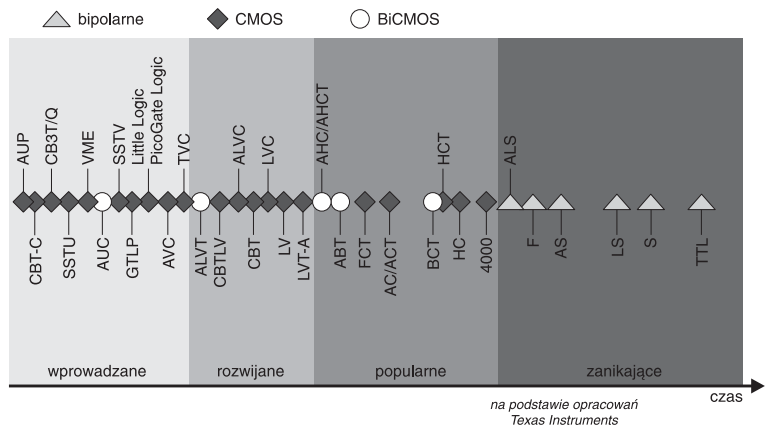
O czym należy pamiętać przy doborze rodzin układów cyfrowych

Nowe technologie pozwoliły na konstruowanie interfejsów o niespotykanych wcześniej cechach. Przykładem może być umieszczanie w strukturze układów cyfrowych specjalnych komórek typu *Bus-Hold*. Umożliwiają one eliminację „plywania” napięcia na „wiszących” wejściach CMOS. Realizuje to specjalnie zaimplementowany obwód zastępujący rezystory *pull-up* lub *pull-down* (rys. 6).

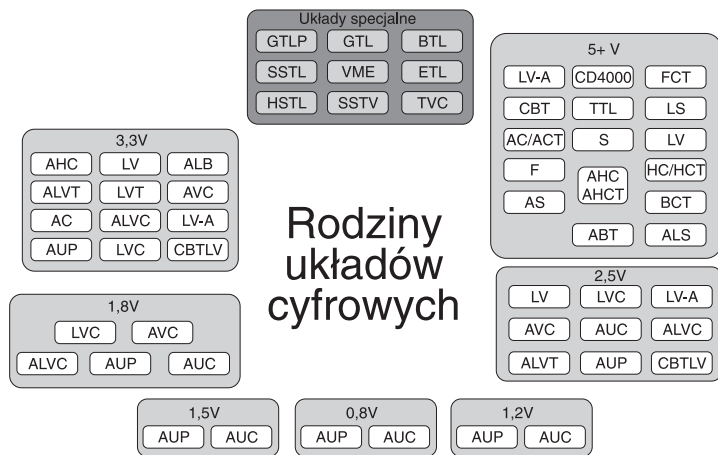
Innym przykładem wyspecjalizowanego rozwiązania są bufor z wyjściami typu *Series Damping Resistor*. Pozwalają one zrezygnować z rezystorów szeregowych (dopasowujących impedancję) na wyjściach współpracujących z liniami transmitującymi szybkie sygnały cyfrowe (rys. 7). Kolejne trzy cechy interfejsów wykonywanych w nowych technologiach dają możliwość ingerowania w konfigurację sprzętową urządzenia bez konieczności wyłączenia zasilania. Układy takie (*Live Insertion*) ułatwiają serwis i podnoszą pewność działania urządzeń (wymiana modułów bez konieczności wyłączenia całego systemu), a także upraszczają niektóre aplikacje pod względem rozwiązań schematowych.

Wyróżnia się trzy poziomy zabezpieczeń *Live Insertion* - w katalogach stosowane jest określenie *poziom izolacji*. Ze względu na to, że powyższe rozwiązania są już dość powszechnie stosowane, warto omówić je pokrótce.

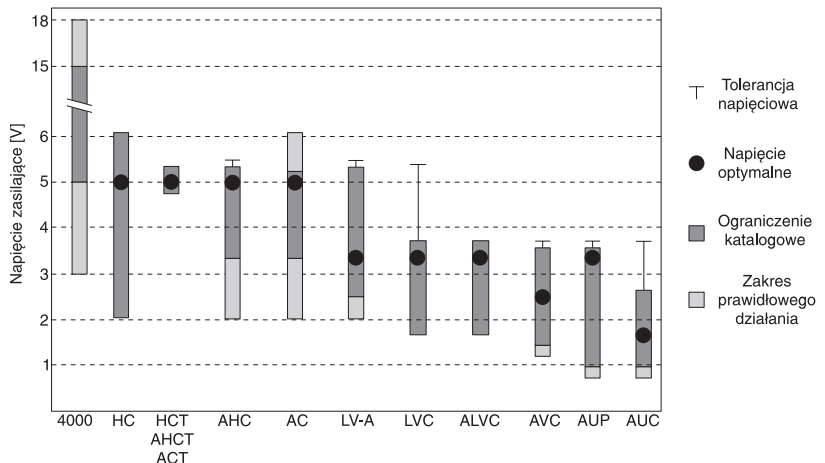
Poziom 1 - *Partial Power Down*. Mamy tu do czynienia ze specjalną modyfikacją obwodu wyjściowego, chroniącego cały układ przed uszkodzeniem w przypadku dołączenia go do systemu będącego pod napięciem. Obwód taki nazywa się I_{OFF} (rys. 8). Zabezpieczenie *Partial Power Down* pozwala wyłączać napięcie zasilające pewnej części modułów całego syste-



Rys. 3. Chronologia wprowadzania kolejnych rodzin układów cyfrowych



Rys. 4. Podział układów cyfrowych ze względu na napięcia zasilające

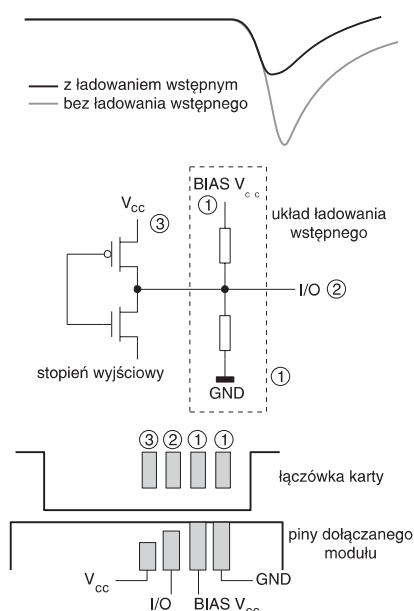


Rys. 5. Graficzna interpretacja dopuszczalnych napięć zasilających dla różnych rodzin układów cyfrowych

mu, których wyjścia pozostają dołączone do modułów zasilanych (rys. 9). Gwarantuje prawidłowe zachowanie się współpracujących ze sobą bloków w takich przypadkach. Istotą działania tego zabezpieczenia jest niedopuszczenie do niepożądanego przepływu prądu przez diody pasożytnicze występujące w strukturach buforów. Oprócz ochrony przed sytuacjami awaryjnymi, w których następuje

nieprzewidywany zanik zasilania, układy z pierwszym poziomem izolacji częściej będą wykorzystywane w urządzeniach, w których celowo zakłada się częściowe wprowadzanie systemu w stan *power-down*.

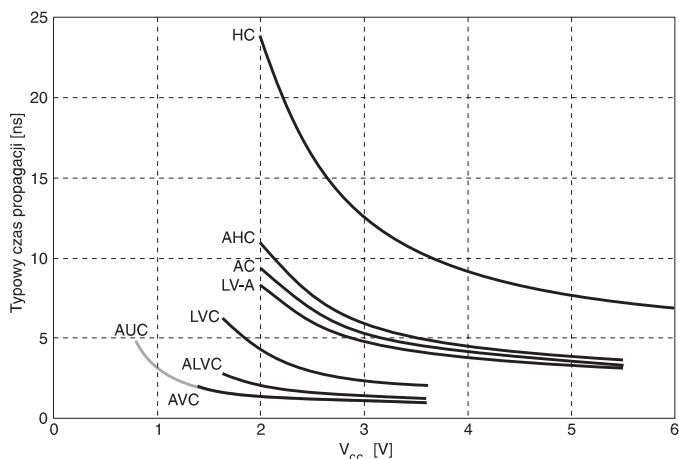
Układy *Live Insertion* poziomu 2 są nazywane *Hot Insertion* (rys. 10). Umożliwiają dołączanie modułów do systemu będącego pod napięciem bez generowania zakłóceń uniemożliwia-



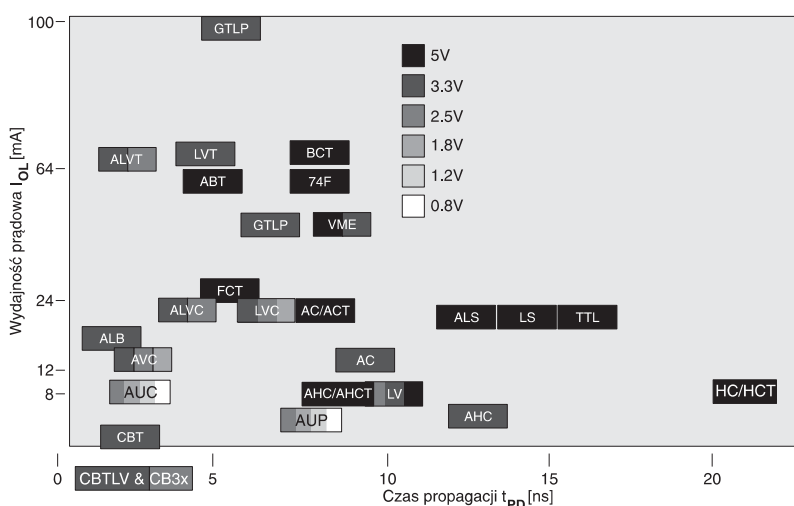
Rys. 13. Ilustracja efektu działania zabezpieczenia typu Live Insertion

rezultaty mogą pozornie dziwić i wydawać się niezgodne z teorią, z której wynika przecież, że szybkość pracy układu jest odwrotnie proporcjonalna do napięcia zasilającego. Zasady fizyki nie zostały oczywiście złamane. Obowiązują nadal, lecz pozostają słuszne dla każdej z technologii oddzielnie. Nowe metody wytwarzania układów cyfrowych pozwoliły uzyskiwać co najmniej podobne, a często wręcz krótsze czasy propagacji przy niższych napięciach zasilających (rys. 14). Udoskonalenie technologii CMOS zaowocowało powstaniem wielu rodzin pracujących z napięciami zasilającymi osiągającymi wartość nawet poniżej 1 V. Jak duże ma to znaczenie dla urządzeń przenośnych zasilanych bateryjnie, nie trzeba chyba mówić.

Moc rozpraszana i prędkość działania, to nie wszystkie najważniejsze parametry układów cyfrowych. Równie ważnym, przynajmniej w niektórych sytuacjach, jest dopuszczalna obciążalność prądowa wyjść. Znajac ją można określić możliwą liczbę funktołów dołączonych do każdego wyjścia układu. Ma to szczególne znaczenie dla technologii bipolarnych, w których prąd wejściowy bramki nie jest pomijalny, jak w przypadku technologii CMOS. Znajac obciążalność prądową wyjść można również zdecydować w fazie projektowania aplikacji o konieczności ewentualnego stosowania dodatkowych wzmacniaczy (scalonych lub wykonanych na elementach dyskretnych) dla elemen-



Rys. 14. Zależność czasu propagacji od napięcia zasilającego dla różnych rodzin układów cyfrowych



Rys. 15. Porównanie wydajności prądowej wyjść w funkcji uzyskiwanych czasów propagacji dla różnych technologii wytwarzania układów cyfrowych

tów sterownych przez wyjścia cyfrowe, a charakteryzujących się znacznym poborem prądu (diody LED, przekaźniki, itp.). Duża wydajność prądowa jest wymagana ponadto w aplikacjach, w których następuje szybkie przełączanie sygnałów cyfrowych, rozprowadzanych na dużej powierzchni, np. między slotami, na płytach głównych komputerów lub podobnych urządzeniach. Porównanie wydajności prądowej wyjść w funkcji uzyskiwanych czasów propagacji dla różnych technologii wytwarzania układów cyfrowych pokazano na rys. 15. Zaznaczono na nim także wartości napięć zasilających, dla których zostały zoptymalizowane poszczególne rodziny.

Praktyków z pewnością zainteresują możliwości wzajemnej współpracy poszczególnych serii układów. Tu uniwersalnej, jednoznacznej odpowiedzi

nie da się udzielić, gdyż decyduje o tym wiele czynników. Są to m.in.: obciążalność wyjść, zakresy napięć wyjściowych i wejściowych dla poszczególnych stanów logicznych związane z zastosowanym napięciem zasilającym, częstotliwość pracy i inne. Wartość napięcia zasilającego staje się w dzisiejszych czasach szczególnie istotna z uwagi na to, że coraz powszechniej są stosowane niskonapięciowe wersje układów znanych do tej pory jako 5-woltowe. Do obniżonego napięcia zasilającego musimy się coraz bardziej przyzwyczajać, gdyż trend w tym kierunku jest bardzo silny.

Praktyczne problemy związane z translacją poziomów logicznych w systemach z wieloma napięciami zasilającymi zostaną przedstawione w następnym odcinku.

Jarosław Doliński, EP
jaroslaw.dolinski@ep.com.pl