

# Koniec ery 5 V, część 1

## Przegląd rodzin współczesnych układów cyfrowych

Technika cyfrowa – spotykamy się z nią dziś na każdym kroku. W czasach, gdy dominowały urządzenia analogowe, posiadanie sprzętu, w którym zastosowano moduły cyfrowe oznaczało, że mamy do czynienia albo ze sprzętem profesjonalnym, albo z wyrobami powszechnego użytku z najwyższych półek. Dziś bez układów cyfrowych trudno wyobrazić sobie postęp elektroniki. Technika ta pozwala na podwyższenie jakości i funkcjonalności urządzeń. Spotykamy ją więc nawet w najprostszych urządzeniach wykorzystywanych w naszym domu. Chociaż próby budowania elementarnych funkcyj logicznych były podejmowane już w epoce lamp elektronowych, to tak na prawdę prawdziwy rozwój techniki cyfrowej stał się możliwy dopiero w chwili wyprodukowania pierwszego układu scalonego. Dziś często stajemy wobec problemu doboru najbardziej odpowiedniej rodziny układów cyfrowych do swojego projektu. Zdarza się, że konstruktorzy czynią to wręcz nieświadomie, nie zwracając uwagi na kilka literek umieszczonych w oznaczeniu typu.

Przyglądając się bliżej dostępnym dziś układom cyfrowym zauważamy, że tak naprawdę wszystkie wywodzą się z dwóch podstawowych technologii: bipolarnej TTL i unipolarnej CMOS. Gęstość upakowania tranzystorów uzyskiwana w strukturze bipolarnego układu scalonego dawała nadzieję na sensowne zastosowania praktyczne w technice cyfrowej. Wkrótce te oczekiwania zostały spełnione. Wraz z opanowaniem technologii produkcji układów zintegrowanych rozpoczęto rozwijanie rodziny scalonych układów cyfrowych TTL (*Transistor-Transistor-Logic*). To właśnie one zdominowały elektronikę lat 70. i 80. ubiegłego stulecia. Z dzisiejszego punktu widzenia są to układy niezbyt szybkie, przy tym niezwykle „prądożerne”.

*Bez układów cyfrowych trudno dziś byłoby skonstruować nawet najprostsze urządzenie elektroniczne. Po dość długim okresie w miarę spokojnego rozwoju tych podzespołów, obecnie chyba można mówić o rewolucji. Obok nowych rodzin, będących ulepszonymi wersjami poprzedników powstają nowe, dość wąsko wyspecjalizowane, przeznaczone do określonych celów. Główny nacisk jest kładziony na zwiększenie szybkości działania i minimalizację mocy strat, z czym wiąże się również obniżanie napięcia zasilającego. Z pozoru są to parametry, które trudno ze sobą pogodzić.*

O wiele mniejszą mocą strat charakteryzuje się seria 4000 produkowana w technologii CMOS (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*). Niestety, jest ona dużo wolniejsza od TTL-i. Zalety obu wymienionych technologii zostały wykorzystane w układach BiCMOS, będących kompilacją technologii bipolarnej i CMOS w jednej strukturze półprzewodnikowej.

Na bazie opisanych wyżej technologii powstało wiele rodzin cyfrowych układów scalonych. Wyraźny trend do ograniczania mocy rozpraszanej i zwiększania szybkości działania spowodował, że nowe rodziny optymalizowane są do pracy z coraz niższymi napięciami zasilającymi. Powstało w związku z tym kilka standardów poziomów logicznych. Nie ułatwia to życia konstruktorom, którzy coraz częściej stykają się z problemem dopasowania do siebie kilku wersji układów w jednej aplikacji. Aby choć trochę to zadanie ułatwić poznajmy pokrótce najbardziej popularne rodziny cyfrowych układów scalonych. Będą one omówione w kolejności alfabetycznej.

### Przegląd rodzin układów cyfrowych

**4000 (CD4000), 4000A, 4000B, MC1400** – pierwsza seria cyfrowych układów scalonych wykonanych w technologii CMOS. Podstawowy

funkcyj logiczny – inwerter – jest zbudowany z dwóch komplementarnych tranzystorów MOS (jeden z kanałem typu P, drugi z kanałem typu N), dzięki czemu statyczny prąd spoczynkowy jest na poziomie ułamków  $\mu\text{A}$ . Spotykane są układy bez buforowanych wyjść (oznaczane bez dodatkowej litery, lub z sufiksem A, U lub UB) i z wyjściami buforowanymi (z sufiksem B).

**ABT – Advanced BiCMOS.** Układy wykonane w unowocześnionej technologii BiCMOS w procesie  $0,8 \mu\text{m}$ . Łączą zalety wersji TTL i CMOS. W tej technologii możliwe jest uzyskiwanie wydajności prądowej wyjść do  $64 \text{ mA}$ , a w wykonaniach specjalnych nawet do  $180 \text{ mA}$ . Moc rozpraszana jest bardzo niewielka, porównywalna z klasycznymi CMOS-ami. Układy ABT cechuje duża szybkość pracy, podobna do uzyskiwanej w technologiach bipolarnych.

**ABTE/ETL, ETL/VME – Advanced BiCMOS Technology/Enhanced Transceiver Logic.** Układy wykonane w unowocześnionej technologii BiCMOS z dużą odpornością na szumy. Wytwarzane są w procesie  $0,8 \mu\text{m}$ . Wykorzystywane do budowy wielobitowych bram we/wy umożliwiających synchroniczną, dwukierunkową komunikację pomiędzy dwoma szynami danych.

**AC, ACT** – *Advanced CMOS*. Układy produkowane w procesie 1  $\mu\text{m}$  CMOS. W tej serii znajdziemy m.in. podstawowe funkcje logiczne. Rodzina ta jest przeznaczona dla aplikacji o średniej i wysokiej szybkości pracy o małym poborze mocy. Układy AC posiadają wejścia i wyjścia typu CMOS, natomiast układy ACT posiadają wejścia TTL i wyjścia CMOS.

**AHC** (TI, Philips), **VHC** (Fairchild, ON, Toshiba), **AHCT** – *Advanced High-Speed CMOS*. Seria stanowiąca wygodne rozwiązanie w przypadku konieczności migracji z serii HC/HCT do innych, charakteryzujących się lepszymi parametrami, przy zachowaniu zbliżonych kosztów. Układy AHC/AHCT w porównaniu z tradycyjnymi rodzinami HCMOS osiągają 3-krotnie większe prędkości, zbliżone do serii LS. Mogą pracować przy niższym napięciu zasilającym, mają większą odporność na szumy. W tej serii oferowany jest ponadto szerszy wybór układów. Układy AHC i VHC stanowią wzajemne odpowiedniki wyrobów różnych producentów. Układy AHC posiadają wejścia i wyjścia typu CMOS, natomiast układy AHCT posiadają wejścia TTL i wyjścia CMOS.

**ALS** – *Advanced Low-Power Schottky Logic*. Rodzina układów, będąca rozwinięciem i ulepszeniem jednej z najpopularniejszych i do niedawna najczęściej stosowanej serii LS. Zawiera szeroką gamę funkcyjnych. Może być wykorzystywana w aplikacjach, w których trzeba pogodzić wymagania dotyczące szybkości i mocy rozpraszanej. Do tej pory najczęściej stosowano w takich sytuacjach układy AS. Układy ALS przy nieznacznie mniejszej prędkości charakteryzują się dużo mniejszą mocą strat.

**ALVC** (TI, Hitachi/Renesas, IDT, Pericom, Philips), **VCX** (Fairchild, ON, Toshiba) – *Advanced Low-Voltage CMOS*. Jedna z najbardziej wydajnych rodzin niskonapięciowych układów cyfrowych (3,3 V). Obejmuje głównie interfejsy magistral, ale można w niej znaleźć również podstawowe funkcje logiczne. Jest to technologia CMOS 0,6  $\mu\text{m}$ , charakteryzująca się bardzo krótkimi czasami propagacji i małym statycznym prądem zasilania. Seria ALVC ma szansę stać się standardem przemysłowym w wielu 3-woltowych aplikacjach. Układy ALVC i VCX stanowią

wzajemne odpowiedniki wyrobów różnych producentów.

**ALVT** – *Advanced Low-Voltage BiCMOS*. Niskonapięciowa seria układów BiCMOS 0,6  $\mu\text{m}$ . Zarówno wersje 2,5 V, jak i 3,3 V posiadają wejścia i wyjścia tolerujące sygnały 5-woltowe. Seria ALVT odznacza się 28% wzrostem szybkości pracy w porównaniu z podobnymi układami LVT dla napięcia zasilającego 3,3 V. Jest kompatybilna pod względem wyprowadzeń z rodziną ABT i LVT, a z racji lepszych parametrów może być dobrym rozwiązaniem problemu migracji z tych serii do innych, charakteryzujących się lepszymi parametrami. Układy ALVT ze względu na tolerancję napięć wejściowych i wyjściowych do wartości 5 V nadają się świetnie do zastosowań w aplikacjach z kilkoma napięciami zasilającymi.

**AS** – *Advanced Schottky*. Rodzina AS jest wytwarzana w technologii bipolarnej, stanowi bezpośrednie rozwinięcie serii S. Dzięki zastosowanym modyfikacjom w układach AS uzyskano dużo mniejszą moc strat niż w serii S. Rodzina AS zawiera większość podstawowych elementów logicznych.

**AUC** – *Advanced Ultra-Low-Voltage CMOS*. Pierwsza rodzina wśród układów cyfrowych, która została zoptymalizowana do napięcia zasilającego o wartości 1,8 V. Układy tej serii pracują jednak prawidłowo w zakresie napięć zasilających od 0,8 V do 2,5 V, przy czym wejścia zachowują tolerancję 3,6 V. Jest to jedna z najmłodszych rodzin układów cyfrowych. Ma szansę stać się jedną z wiodących wśród układów logicznych. Charakteryzuje się dużą szybkością, pracą z niskimi napięciami zasilającymi, niewielką mocą rozpraszaną i wysoką odpornością na szumy. Coraz częściej powstają w tej technologii procesory, pamięci, układy ASIC. Jest chętnie stosowana w układach Little Logic.

**AUP** – *Advanced Ultra-Low-Power CMOS*. Rodzina układów cyfrowych o niezwykle niskim zapotrzebowaniu na energię, nadająca się znakomicie do urządzeń zasilanych bateryjnie. Seria AUP w porównaniu z innymi seriami niskonapięciowymi (3,3 V) odznacza się aż o 91% mniejszym statycznym prądem zasilającym i o 83% mniejszym prądem dynamicznym. Jednocześnie z tak korzystnymi

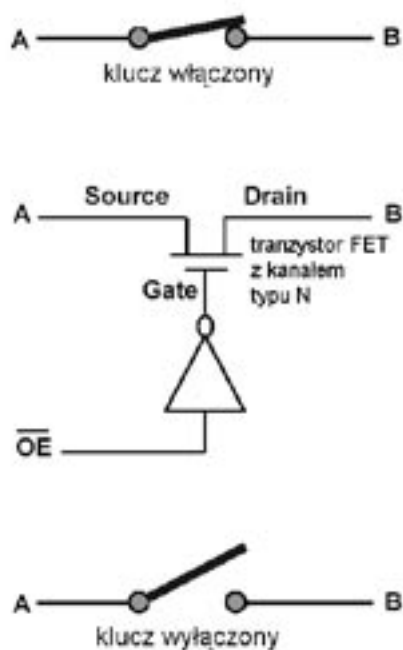
parametrami związanymi z mocą, udało się uzyskać bardzo krótkie czasy propagacji (2 ns dla 3,3 V i 3 ns dla 1,8 V). Seria AUP (na dzień dzisiejszy) obejmuje jedynie układy Little Logic.

**AVC** – *Advanced Very-Low-Voltage CMOS*. Technologia niskonapięciowa – od 1,2 V do 3,6 V (optymalnie 2,5 V). Czasy propagacji uzyskiwane w tej technologii są mniejsze od 2 ns przy napięciu zasilającym równym 2,5 V. Układy AVC umożliwiają konstruowanie magistral pracujących z częstotliwościami przekraczającymi 100 MHz. Nadają się do aplikacji wykorzystujących kilka napięć zasilających.

**BCT** (TI, Fairchild), **BC** (ON, Toshiba) – *BiCMOS Technology*. Struktura układów BCT jest wykonana jednocześnie w technologii bipolarnej i CMOS. Uzyskano dzięki temu kompatybilność wyjść z układami TTL, przy zachowaniu pewnych cech układów CMOS. Rodzina BCT stosowana jest powszechnie do produkcji driverów, zatrząsków (*latches*) i transeiverów. Niska impedancja obwodów wyjściowych pozwala na pracę z dużymi prędkościami, zapewniając przy tym dużą wydajność prądową. Odmiana **64BCT** (TI) może pracować w zakresie temperatur od -40°C do +85°C.

**CB3Q** – *2.5-V/3.3-V Low-Voltage High-Bandwidth Bus-Switch Crossbar*. Jest to rodzina szerokopasmowych kluczy pracujących z częstotliwością bliską 500 MHz, bazujących na tranzystorach FET (**rys. 1**). Charakteryzują się one niską rezystancją włączonego klucza  $R_{on}$  i bardzo krótkimi czasami propagacji. Umożliwiają przełączanie sygnałów w zakresie napięciowym od zera do  $V_{CC}$  zarówno od strony wejścia, jak i wyjścia (*rail-to-rail input/output* – **RRIO**). Rodzina CB3Q jest rozwinięciem rodzin CBT i CBTLV.

**CB3T** – *2.5-V/3.3-V Low-Voltage Translator Bus-Switch Crossbar*. Budowa układów CB3T jest podobna do CB3Q. Serię tę można wykorzystywać do realizacji 2-kierunkowych translatorów poziomów w aplikacjach wykorzystujących kilka napięć zasilających. Przykładowo przy zasilaniu 3,3 V można dokonać translacji 5-woltowego sygnału wejściowego do poziomu 3,3 V na wyjściu, a przy zasilaniu 2,5 V możliwa jest translacja sygnału wejściowego o poziomach



Rys. 1

5 V lub 3,3 V do poziomu wyjściowego 2,5 V. Parametry tej rodziny pozwalają na konstruowanie interfejsów pomiędzy różnorodnymi komponentami systemów (pamięci, procesory, urządzenia peryferyjne, układy ASIC i bloki logiczne) wykorzystujących różne standardy sygnałów cyfrowych – TTL, LVTTTL, CMOS.

**CBT** (TI), **FST** (Fairchild), **FST/QS** (IDT), **P15C** (Pericom) – *Crossbar Technology*. Kolejna rodzina oparta na kluczach wykorzystujących tranzystory FET. Znajduje zastosowanie głównie do produkcji szybkich przełączników magistralowych, multiplekserów i demultiplekserów. Klucze CBT coraz powszechniej zastępują wysłużone bufony CMOS-owe typu HC245. Charakteryzują się dużą większą szybkością pracy i mniejszą mocą rozpraszaną, ponadto dobrą izolacją przełączanych szyn. Nadają się do realizacji 2-kierunkowych translatorów poziomów dla aplikacji wykorzystujących napięcia zasilające 5 V i 3,3 V.

**CBT-C** – *5-V Bus-Switch Crossbar Technology Logic With -2-V Undershoot Protection*. I w tej rodzinie wykorzystuje się klucze bazujące na tranzystorach FET. Układy CBT-C w porównaniu z wersją CBT posiadają dodatkowe zabezpieczenie przed podaniem na wejście zbyt dużego napięcia ujemnego – *undershoot protection* (chroni układy przed napięciami aż do -2 V). Mają ponadto krótszy czas włączania/wyłączania.

**CBTLV** (TI, IDT), **P13B** (Pericom) – *Low-Voltage Crossbar Technology*. Rodzina CBTLV stanowi niskonapięciowe (3,3 V) uzupełnienie 5-woltowej rodziny kluczy CBT. Układy CBTLV stosuje się w systemach wieloprocessorowych m.in. do łączenia i rozgałęziania szybkich magistral, ale w pewnych aplikacjach mogą również zastępować... przekaźniki. Zapewniają przy tym dużo większą prędkość włączania i wyłączania oraz poprawiają pewność włączenia.

**F** – *Fast (Advanced Shottkey)*. Układy 74Fxxx są wykonane w technologii bipolarnej, udoskonalonej w porównaniu z wcześniejszymi seriami 74xxx i 74Sxxx. Rodzina 74F cechuje się większą szybkością niż 74S, przy jednoczesnym, mniejszym zużyciu energii. Seria F zawiera podstawowe funkcje logiczne.

**FCT** – *Fast CMOS TTL*. Nazwa tej rodziny jest trochę myląca. W rzeczywistości chodzi o technologię CMOS 6 μm. Umożliwia ona uzyskanie wydajności prądowej wyjść do 40 mA lub 64 mA, przy czasach propagacji na poziomie 5 ns. Rodzina jest zoptymalizowana do napięcia zasilającego 5 V i zgodna pod względem wyprowadzeń ze standardowymi rodzinami bipolarnymi i CMOS. Nie zastosowano w niej diod zabezpieczających wejścia i wyjścia. Większość układów FCT posiada wyjścia 3-stanowe. Seria FCT stosowana jest w wysokoprądowych interfejsach szyn danych.

**HC, HCT** – *High-Speed CMOS (HCMOS)*. Serie HC i HCT obejmują wszystkie podstawowe funkcje. Są przeznaczone do nisko- i średnio-szybkich aplikacji, wymagających małych mocy zasilających. Rodziny HC i HCT są nadal jednymi z najbardziej popularnych. W nowych konstrukcjach zalecane jest przechodzenie do nowocześniejszych serii AHC i AHCT, które przy porównywalnych parametrach i konkurencyjnych cenach zużywają mniej energii. Wejściowe i wyjściowe poziomy logiczne serie HC są zgodne z układami CMOS, w serii HCT natomiast wejścia odpowiadają poziomom TTL, a wyjścia CMOS.

**LS** – *Low-Power Shottky*. Rodzina LS powstała w wyniku prac nad polepszeniem parametrów dwóch poprzednich rodzin – podstawowej TTL i S, w której zastosowano diody Shottky'ego. Uzyskano dużą szybkość

pracy, przy stosunkowo małej mocy strat. Dobre parametry spowodowały, że układy LS praktycznie wyparły całkowicie podstawową serię 74xxx. To właśnie układy LS przez wiele lat stanowiły *de facto* standard. Są stosowane dość powszechnie do dziś, choć tacy potentaci światowi, jak ON Semiconductor wycofali się już z produkcji tej serii.

**LV** (TI, Hitachi/Renesas, Philips), **LV-A** (TI), **LVQ/LVX** (Fairchild, ON, Toshiba) – *Low-Voltage CMOS Technology*. Rodzina LV powstała w wyniku modyfikacji (idących w kierunku obniżenia napięcia zasilającego) stosowanych wcześniej układów HCMOS. Powstały w ten sposób układy dostosowane do napięcia zasilającego równego 3,3 V. Istnieją także kolejne odmiany, których wyróżniającą cechą jest tolerowanie 5-woltowych sygnałów wejściowych. Są to serie LV-A (TI) i LVX (pozostali producenci). Seria LV-A jest szybsza od LV. Układy LV-A mogą być zasilane napięciem od 2 do 5 V. Tego warunku nie spełnia ogólnie seria LV, w której standardowo napięcie zasilające jest równe 3,3 V (od 2 do 3,6 V). Serie LV-A i częściowo LV mogą pracować w systemach z kilkoma napięciami zasilającymi. Wybrane układy (nawet najprostszymi bramki) mogą być wykorzystywane do translacji poziomów LVTTTL i TTL. Produkuje się też specjalne translatory, zasilane dwoma napięciami (np. 3,3 V i 5 V).

**LVC** (TI, Hitachi/Renesas, IDT, Philips), **LCX** (Fairchild, IDT, ON, Pericom, Toshiba), **LPT** (Pericom) – *Low-Voltage CMOS Technology*. Technologia CMOS z procesem 0,8 μm przeznaczona specjalnie do 3-woltowych aplikacji. Lista produkowanych w tej serii układów rozciąga się od najprostszymi bramek aż do interfejsów magistralowych. Wejścia i wyjścia układów LVC/LCX tolerują sygnały 5-woltowe. Technologia LVC jest powszechnie stosowana w układach Little Logic.

**LVT** – *Low-Voltage BiCMOS Technology*. LVT to 3-woltowa technologia BiCMOS 0,72 μm, tolerująca wejściowe i wyjściowe sygnały 5 V. Układy tej serii cechują się krótkimi czasami propagacji – typowo 3,5 ns przy napięciu zasilającym równym 3,3 V. Są szybsze o 28% w porównaniu z rodziną ABT.

**S** – *Shottky*. Układy serii S są wykonywane w przestarzałej tech-

**Tab. 1. Parametry napięciowe cyfrowych układów scalonych**

Seria	Szereg napięć zasilających [V]	Roboczy zakres napięć zasilających [V]	Standard poziomów wejściowych	Standard poziomów wyjściowych	Wartości zalecane		Wartości dopuszczalne		
					Tolerancja napięć wejściowych [V]	Tolerancja napięć wyjściowych [V]	Napięcie zasilające [V]	Dopuszczalne napięcie wejściowe [V]	Dopuszczalne napięcie wyjściowe [V]
ABT	5	4,5...5,5	TTL/LVTTL	TTL	$V_{cc}$	5,5	-0,5...7	-0,5...7	-0,5...5,5 (H, PO)
AC	5; 3,3	1,5...5,5	CMOS	CMOS	$V_{cc}$	$V_{cc}$	-0,5...6		
ACT	5	4,5...5,5	TTL	CMOS	$V_{cc}$	$V_{cc}$	-0,5...6		
AHC	5; 3,3	2,0...5,5	CMOS	CMOS	5,5	$V_{cc}$	-0,5...7	-0,5...7	-0,5... $V_{cc}+0,5$
AHCT	5	4,5...5,5	TTL	CMOS	5,5	$V_{cc}$	-0,5...7	-0,5...7	-0,5... $V_{cc}+0,5$
ALB	3,3	3,0...3,6	custom	custom	$V_{cc}$	$V_{cc}$	-0,5...4,6	-0,5... $V_{cc}+0,5$ (I/O) -0,5...4,6 (pozostałe)	-0,5... $V_{cc}+0,5$
ALS	5	4,5...5,5	TTL	TTL	(7)		7	7	
ALVC	3,3; 2,7; 2,5; 1,8	1,65...3,6	LVTTTL	LVTTTL	3,6	$V_{cc}$	-0,5...4,6	-0,5...4,6	-0,5... $V_{cc}+0,5$
ALVT	3,3; 2,5	2,3...3,6	TTL/CMOS/ LVTTTL	LVTTTL	5,5	(7)	-0,5...4,6	-0,5...7	-0,5...7
AS	5	4,5...5,5	TTL	TTL	(7)		7	7	
AUC	2,5; 1,8; 1,5; 1,2; 0,8	0,8...2,7	LVC MOS	LVC MOS	3,6	$V_{cc}$	-0,5...3,6	-0,5...3,6	-0,5...3,6 (HZ, PO) -0,5... $V_{cc}+0,5$ (H)
AUP	3; 2,3; 1,65; 1,4; 1,1; 0,8	0,8...3,6	LVC MOS	LVC MOS	3,6	$V_{cc}$	-0,5...4,6	-0,5...4,6	-0,5...4,6 (HZ, PO) -0,5... $V_{cc}+0,5$ (H)
AVC	3,3; 2,5; 1,8; 1,5; 1,2	1,2...3,6	LVC MOS	LVC MOS	3,6	$V_{cc}$ - wyjścia aktywne 3,6 - HZ	-0,5...4,6	-0,5...4,6	-0,5...4,6 (HZ, PO) -0,5... $V_{cc}+0,5$ (H)
BCT	5	4,5...5,5	TTL	TTL	(7)	$V_{cc}$	-0,5...7	-0,5...7	-0,5...5,5 (HZ, PO) -0,5... $V_{cc}$ (H)
4000	5; 10; 15	3...18	CMOS	CMOS	$(V_{DD}+0,5)$		-0,5...20	-0,5... $V_{DD}+0,5$	
F	5	4,5...5,5	TTL	TTL	(7)	$V_{cc}$	-0,5...7	-1,2...7	-0,5... $V_{cc}$
FCT	5	4,75...5,25	TTL	TTL	(7)	(7)	-0,5...7	-0,5...7	-0,5...7
HC	6; 5; 2	2...6	CMOS	CMOS	$V_{cc}$	$V_{cc}$	-0,5...7		
HCT	5	4,5...5,5	TTL	CMOS	$V_{cc}$	$V_{cc}$	-0,5...7		
LS	5	4,75...5,25	TTL	TTL	(7)		7		
LV	5; 3,3; 2,5	2,0...5,5	CMOS	CMOS	5,5	$V_{cc}$	-0,5...7	-0,5...7	-0,5...7 (HZ, PO) -0,5... $V_{cc}+0,5$ (H)
LVC	3,3; 2,7; 2,5; 1,8	2,0...3,6	TTL/CMOS/ LVTTTL	LVTTTL	5,5	$V_{cc}$	-0,5...6,5	-0,5...6,5	-0,5... $V_{cc}+0,5$
LVT	3,3; 2,7	2,7...3,6	TTL/CMOS/ LVTTTL	LVTTTL	5,5	$(V_{cc}+0,5)$	-0,5...4,6	-0,5...7	-0,5...7 (HZ, PO) -0,5... $V_{cc}+0,5$ (H)
S	5	4,75...5,25	TTL	TTL	(5,5)		7	5,5	
74xxx	5	4,75...5,25	TTL	TTL	(5,5)		7	5,5	
VME	3,3	3,15...3,45	TTL/LVTTL	LVTTTL	5,5	$(V_{cc})$	-0,5...4,6	-0,5...7	-0,5...7 (HZ, PO) -0,5... $V_{cc}+0,5$ (H lub L port A i Y) -0,5...4,6 (H lub L port B)

Legenda:

HZ - obowiązuje dla stanu wysokiej impedancji

PO - obowiązuje dla stanu *Power-off*

H - obowiązuje dla stanu wysokiego

L - obowiązuje dla stanu niskiego

dane ujęte w nawiasy zostały powtórzone z kolumny „wartości absolutne”, gdyż nie zostały wyszczególnione w katalogach

nologii bipolarnej. Z tego względu, dzisiaj jest to rodzina właściwie już zupełnie bez znaczenia, została wyparta przez wiele nowocześniejszych, charakteryzujących się dużo lepszymi parametrami. Poza Texas Instruments chyba wszyscy producenci wycofali już ze swoich ofert układy serii S, tymczasem u TI nawet dziś można zamówić próbki np. układów 74S00.

**TTL** – *Transistor-Transistor Logic*. Technologia bipolarna, która jako pierwsza zaczęła się liczyć w skali przemysłowej. To o niej możemy powiedzieć, że zapoczątkowała burzliwy rozwój techniki cyfrowej. Układy rodziny TTL w swojej oryginalnej, pierwotnej wersji mają oznaczenie 74xxx (bez żadnych liter). Taką nomenklaturę przyjęła większość światowych producentów. Przez długie lata „panowania”, seria 74xxx rozrosła się do bardzo okazałych rozmiarów. W chwili obecnej, poza firmą Texas Instruments, układy te nie są już oferowane przez żadnego wytwórcę, ale strata to nie duża, bo stosowanie układów 74xxx byłoby w dzisiejszych czasach czymś

zupełnie niezrozumiałym. Najślabszą stroną TTL-i (w pierwotnej postaci) jest olbrzymia prądożerność i niestety niezadowalająca współczesnych konstruktorów szybkość działania.

**Little Logic** (TI), **TinyLogic** (Fairchild), **Uni-Logic** (Hitachi/Renesas), **MiniGate** (ON), **SOTiny Gates** (Pericom), **Pico Gate** (Philips), **EasyGate** (STM). Wszystkie wymienione tu nazwy określają rodzinę układów wykonywanych w ultraminiaturowych obudowach. Zawierają one najczęściej pojedyncze sztuki elementarnych funktołów (bramki – klasyczne, z wyjściami *open-drain*, wejściami Schmitta, inwertery), ale także i bufony 3-stanowe, drivery i bufony szyn, multipleksery, dwukierunkowe przełączniki, przetrzutniki. Ciekawostką niespotykaną w standardowych (dużych) układach są uniwersalne, konfigurowalne bramki wielofunkcyjne. Realizowane przez nie funkcje logiczne zależą od stanów logicznych podanych na wejścia konfiguracyjne.

Opis układów Little Logic został umieszczony poza kolejnością alfabe-

tyczną nie tylko dlatego, że istnieją różne nazwy tej rodziny. Układy Little Logic nie są produkowane w specjalnie opracowanej dla nich technologii. Wykorzystuje się do tego znane już nam wersje AHC, AUC, AUP, LVC, AHCT, CBT. Układy te są niezastąpione, gdy okazuje się np., że w dużym projekcie zabrakło jednej bramki. Dzięki nim można również dużo lepiej projektować mozaikę połączeń obwodu drukowanego. Pojedyncze bramki mogą być umieszczane w takich miejscach płytki, które pozwalają zmniejszyć liczbę połączeń i znacząco je skrócić. Układy Little Logic zużywają mało energii, są szybkie, charakteryzują się niską emisją zakłóceń. Są bardzo często wykorzystywane do translacji poziomów logicznych.

W następnym odcinku będziemy kontynuować poznawanie rodzin układów cyfrowych, pod kątem możliwości łączenia w jednej aplikacji układów zasilanych różnymi napięciami.

**Jarosław Doliński, EP**  
[jaroslaw.dolinski@ep.com.pl](mailto:jaroslaw.dolinski@ep.com.pl)