

# Świat analogowy

„Wszystko się staje cyfrowe”. Telefony, telewizja, dyski wideo, aparaty słuchowe, sterowanie silnikami, wzmacniacze akustyczne, zabawki, drukarki – wszystko.

Układy analogowe są przestarzałe albo wkrótce takie będą. Tak przynajmniej myśli większość ludzi.

Układowi analogowemu przepowiada się śmierć od czasu, kiedy nastały komputery osobiste. Ale one ciągle istnieją, mało tego, rozwój analogowych układów scalonych następuje w dokładnie takim samym tempie jak układów cyfrowych. Cyfrowy odtwarzacz dysków wizyjnych zawiera więcej układów analogowych niż (analogowy) magnetowid.

Wyjaśnienie tego faktu jest całkiem proste: świat jest w gruncie rzeczy analogowy. Mamy analogowy słuch. Widzenie, smak, dotyk, zapach – wszystkie zmysły są analogowe. Również wstawanie i chodzenie. Generatory, silniki, głośniki, mikrofony, solenoidy, baterie, anteny, lampy, diody LED i laserowe, czujniki – są podstawowymi podzespołami analogowymi.

Revolucja cyfrowa odbywa się na szczycie rzeczywistości analogowej. Ten fakt się nie zmieni. Gdzieś, jakoś trzeba wejść i wyjść z systemu cyfrowego i połączyć się ze światem rzeczywistym.

Niestety przewaga i urok układów cyfrowych krzywdzą technikę analogową. Kształci się za mało konstruktorów analogowców. W takiej sytuacji decyzje wpływające na osiągi układów analogowych są podejmowane przez inżynierów specjalizujących się w technice cyfrowej.

W układach scalonych bezustannie parcie w kierunku zwiększania prędkości układów cyfrowych doprowadziło w efekcie do ciągłego zmniejszania napięć zasilających, a to jest przekleństwem przy projektowaniu precyzyjnych układów analogowych. W technologii 350 nm (3,3 V) ciągle jest rezerwa dla precyzyjnych układów analogowych, chociaż napięcie 5 V byłoby korzystniejsze. W technologii 180 nm (1,8 V) zadanie staje się zawile i czasochłonne, i zaczynają się pogarszać osiągi. Projekty analogowe w technologii 120 nm (1,2 V) stają się bardzo trudne nawet przy osłabionych osiąгах. Projektowanie układów analogowych w technologii 90 nm jest prawie niemożliwe.

Istnieją procesy technologiczne dla „sygnałów mieszanych”, które rzekomo pozwalają wytwarzać układy analogowe i cyfrowe w tym samym czipie. W procesie 180 nm na przykład niektóre elementy mogą pracować z napięciem nieco wyższym (np. 3 V). O ile takie uzupełnienie jest pożądane (choćby było marginalne), o tyle dane projektowe (np. modele) są często nieadekwatne i zorientowane w kierunku projektów cyfrowych.

Stąd ta książka. Powinna dać Czytelnikowi przegląd projektowania analogowych układów scalonych, tak by mógł on zdecydować, jaka funkcja analogowa może być zintegrowana, a jaka nie lub też, jaka powinna zostać zintegrowana, a jaka nie. Co powinno być umieszczone na tym samym czipie razem z układami cyfrowymi,

a co powinno być zrealizowane osobno. A także, co jest równie ważne, ta książka powinna nauczyć zadawania w fabrykach produkujących układy scalone właściwych pytań, tak by zaprojektowany układ działał poprawnie. Już za pierwszym razem.

\* \* \*

Czytelnik dowie się, że wszystkie scalone układy analogowe składają się z rozpoznawalnych elementów składowych – bloków funkcjonalnych złożonych z zaledwie kilku tranzystorów. Te „cegiełki” dowiodły swojej przydatności i dlatego są używane w kolejnych projektach. Dlatego sensownie jest rozpocząć od w miarę szczegółowego zapoznania się z takimi blokami, jak źródła prądowe, złożone tranzystory, stopnie różnicowe, kaskody, obciążenia aktywne, tranzystory w połączeniu Darlingtona lub źródła prądowe, a dopiero potem zbadać, jaki jest najlepszy sposób połączenia tych bloków w celu zrealizowania określonej funkcji.

\* \* \*

Podręczniki akademickie dotyczące projektowania układów scalonych są często wypełnione formułami matematycznymi. Ważne jest dobre zrozumienie podstaw, ale obliczanie każdego szczegółu projektu jest stratą czasu. Niech ten przykry obowiązek spełnia symulator – robi to lepiej i szybciej niż człowiek. Wykonanie analizy w ciągu kilku sekund pozwoli konstruktorowi stwierdzić, czy znajduje się na właściwej ścieżce i jak dobre są właściwości układu. Zakładając, że dysponuje się odpowiednimi modelami i odpowiednim symulatorem, analiza pozwoli dowiedzieć się więcej o układzie niż słowa i wykresy na papierze.

\* \* \*

Następujące osoby przesłały swoje komentarze, sugestie i poprawki, za co autor jest im wdzięczny:

Bob Pease, Jim Feit, Ted Bee, Jon Fischer, Tim Camenzind, Jules Jelinek, Brian Attwood, Ray Futrell, Beat Seeholzer, David Skurnik, Barry Schwartz, Dale Rebetz, Tim Herklots, Jerry Gray, Paul Chic, Mark Leonard, Yut Chow, Gregory Weselak, Lars Jespersen i Wolfgang Horn.