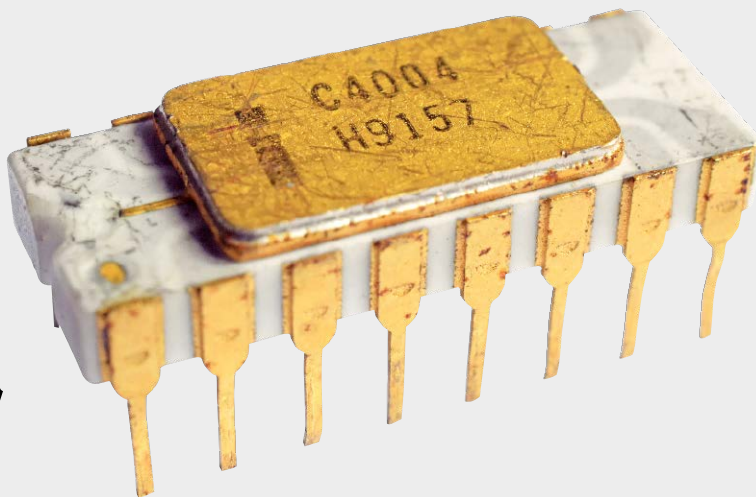


Krótką historia na jubileusz 50-lecia mikroprocesora



Nie do wiary, to już pół wieku?! Wprawdzie pierwszy mikroprocesor, słynny 4004, Intel wprowadził na rynek wiosną 1971 roku, to jednak koncepcja tego układu, wbrew amerykańsko-centrycznej wizji świata, zrodziła się wcześniej w Japonii. W czerwcu 1969 r. Dr Masatoshi Shima z firmy Busicom zawiązał w Santa Clara i przedstawił w firmie Intel zamówienie na wyprodukowanie zestawu układów logicznych do kalkulatora planowanego do produkcji w Busicom. Schematy, które przywiózł ze sobą Japończyk, były rewolucyjne – zrywały z programowaniem wszytym w hardware, proponując architekturę komputerową z jednostką arytmetyczną o dostępie swobodnym, realizującą zadania logiczne zarządzane przez software. Koncepcja architektury logicznej, rozdzielającej dane od adresów i zawierającej blok CPU (Central Processor Unit), blok pamięci ROM, blok pamięci RAM i blok interfejsów peryferyjnych, zakładała de facto budowę małego komputera na układach scalonych. Właśnie 4-bitową jednostką centralną z tego projektu stał się pierwszy na świecie mikroprocesor oznaczony jako 4004. Japończycy wiedzieli, co chcą osiągnąć, ale nie mieli do tego technologii. Mieli ją Amerykanie w firmie Intel, która wówczas istniała dopiero od niespełna roku, czyli według obecnych pojęć była start-upem. Skąd w start-upie najnowocześniejsza na świecie technologia? Otóż przywędrowała w głowach założycieli Intela, a wcześniej pracowników firmy Fairchild – Gordona Moore'a i Roberta Noyce'a, za którymi przyszli do Intela czołowi technolodzy Fairchilda – A. Grove i L.L. Vadász. Była to technologia SGT (Silicon Gate Technology), opracowana w 1967 roku w firmie Fairchild przez Federico Faggin, który również przeszedł do Intela w roku 1970.

Intel zaczął się od zdrady Fairchilda przez jego najlepszych technologów, której przyczyną bezpośrednią były niezaspokojone ambicje Roberta Noyce'a – chciał zostać prezesem Fairchilda, a właściciele firmy mieli inne plany. Nie mogą się powstrzymać, by nie napisać w tym miejscu paru zdań o historii kilku zdrad, które stały



Gordon Moore



Robert Noyce

się motorem postępu technologicznego uwieńczonego powstaniem mikroprocesora.

Zaczął się od „zdradzieckiej ósemki”, tj. przejścia w 1957 roku ośmiu najzdolniejszych uczniów odkrywcy tranzystora Williama Shockleya z jego firmy Shockley Semiconductor Laboratory do firmy Fairchild. Tej ósemce przewodził Robert Noyce, który 11 lat później wraz z Gordonem Moore'em odszedł „na swoje”, zakładając firmę Intel. Obie „zdrady” miały swoje przyczyny. W 1957 r. R. Noyce z siedmioma kolegami mieli dość apodyktycznego szefa (W. Shockley był geniuszem – laureatem Nagrody Nobla za odkrycie tranzystora – ale człowiekiem bardzo trudnym we współżyciu) i chcieli rozwiązać prace nad technologią krzemową, z czym nie zgadzał się W. Shockley. Przejście „zdradzieckiej ósemki” do Fairchilda

uczyniło z tej firmy, produkującej wcześniej przyrządy optyczne, światową potęgę w technologii półprzewodnikowej. Na początku lat sześćdziesiątych dwie firmy przewodziły światowej mikroelektronice: Fairchild w segmencie układów scalonych analogowych i Texas Instruments w segmencie układów scalonych cyfrowych, przy czym w innowacjach technologicznych zdecydowanym liderem światowym był Fairchild. Wynalazkiem fundamentalnym, bez którego nie byłaby możliwa produkcja układów scalonych, okazała się technologia planarna, użyta przez R. Noyce'a w roku 1959 do wyprodukowania pierwszego układu scalonego. Układy scalone produkowane w pierwszej połowie lat sześćdziesiątych bazowały na tranzystorach bipolarnych, chociaż już w 1963 r. były dobrze znane i opisane właściwości tranzystora MOS, w szczególności inwertera CMOS i doskonale zdawano sobie sprawę z kolosalnej przewagi tych tranzystorów nad bipolarnymi w zastosowaniu do układów scalonych. Jednak rozwój technologii układów scalonych MOS napotkał na przykrą przeszkodę w postaci ich niestabilności czasowej. W rozwiązaniu tego problemu



William Shockley



Bruce E. Deal

największe zasługi ma dr Bruce Deal pracujący w firmie Fairchild. Pierwsze układy scalone w technologii PMOS z bramką aluminiową nie dość, że mogły po jakimś czasie przestać pracować (niestabilność), to wymagały zasilania napięciem 24 V i były dość powolne. Dopiero opracowanie technologii NMOS z tak zwaną samocentrującą bramką polikrzemową (SGT) zwiększyło szybkość działania układów MOS około 5-krotnie i pozwoliło zmniejszyć napięcie zasilania do poziomu kompatybilnego ze standardem zasilania (+5 V) bardzo wówczas popularnych układów cyfrowych TTL.

Autorzy „drugiej zdrady” – R. Noyce i G. Moore – mieli gotową technologię do ekspansywnego rozwoju produkcji układów scalonych LSI (zawierających ponad 1000 tranzystorów) w ich własnej firmie Intel. Zaczęli od pamięci RAM 1 kbit, a wizyta dr. Shimy z zamówieniem na mikroprocesor otworzyła przed ich firmą fantastyczne perspektywy. Trzeba było tylko przeciągnąć z Fairchilda do Intela twórcę technologii NMOS Silicon-gate Federico Faggina, który okazał się również wybitnie uzdolnionym projektantem na poziomie elementarnych układów logicznych. Japoński pomysł wyartykułowany na poziomie schematów blokowych architektury został doprowadzony do postaci projektów układu 4004 na poziomach logicznym, elektrycznym i technologicznym. Dokonał tego Federico Faggin i w topologii ścieżek czipa tego układu wpisał swoje inicjały FF, uważając siebie, nie bez podstaw, za twórcę pierwszego mikroprocesora.

Można też mówić o „trzeciej zdradzie”, a może po prostu o amerykańskiej mobilności, gdyż po kilku latach F. Faggin odszedł z Intela i założył firmę Zilog produkującą kultowy mikroprocesor Z80, stosowany w legendarnych minikomputerach ZX Spectrum, Amstrad, Commodore 128 (jako drugi procesor).

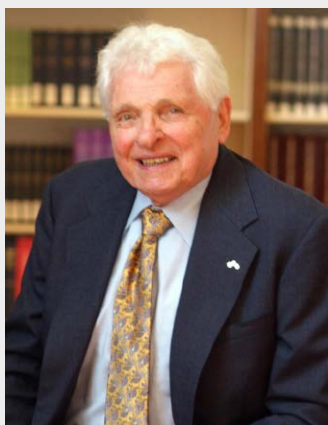
Bohater tej opowieści – mikroprocesor 4004 – nie odegrał wielkiej roli. Japończycy zastosowali go w swoim kalkulatorze i użyto go jeszcze w kilku innych aplikacjach, ale dopiero jego następcą 8-bitowy Intel 8008 i kolejny 8080 na dobre otworzyły nieograniczone możliwości aplikacji i rozwoju elektroniki.

Układ 4004 zawierał 2300 tranzystorów i miał ścieżki o szerokości 10 μm . Po 50 latach w technologii CMOS wymiar charakterystyczny jest 1000-krotnie mniejszy, czyli wynosi 10 nm, a gęstość upakowania jest milion razy większa, czyli układy scalone zawierają miliardy tranzystorów. A jednak podstawowe idee nie zmieniły się – nadal rzeźbimy ścieżki w krzemie i budujemy wielkie systemy z klocków znanych ponad 50 lat temu, tj. z inwerterów CMOS.

Jak już tyle napisałem, to może jeszcze dodam wątek polski i mój osobisty. W 1973 roku na IV Konferencji Mikroelektroniki w Toruniu gościliśmy czterech przedstawicieli firmy Fairchild, wśród nich był wspomniany już wcześniej dr Bruce Deal i dr Harry Sello (uczeń i ulubieniec W. Shockleya). Nikt tak pięknie nie potrafił opowiadać o pierwszym mikroprocesorze jak Harry Sello. Nie była to wizyta przypadkowa. Od wielu miesięcy



Federico Faggin



Harry Sello

uzgadniane były 2 licencje CEMI (Centrum Mikroelektroniki na Śłużewcu w Warszawie, gdzie obecnie jest galeria handlowa) z Fairchildem, w tym jedna na układy scalone MOS LSI. Tak się złożyło, że organizatorzy konferencji powierzyli mi eskortowanie dwóch Amerykanów w podróży pociągiem z Torunia do Warszawy. Jednym z nich był dr B. Deal – mój guru, gdyż mój doktorat i habilitacja, którą wówczas robiłem, dotyczyły niestabilności struktur MOS, tj. tematyki, w której dr Deal był światowym autorytetem. Rozmowa z nim była dla mnie wielką gratką. Okazało się szybko, że ja znam każdy jego artykuł, a on nie wie nic o moich pracach. Żartuję, rzecz jasna, choć przecież miałem publikacje w pismach światowych, m.in. w amerykańskim „Journal of Electrochemical Society”, a w artykułach Philipsa powoływano się na moją metodę diagnostyczną. W połowie drogi do Warszawy, gdzieś w okolicach Kutna, stało się jednak jasne, że dr Deal nie tylko nie słyszał o moich pracach, ale w ogóle nie zna żadnych prac poza swoimi. Wtedy zrozumiałem, że poza Silicon Valley jest pustynia, którą nie warto się interesować.

A z dr. Harrym Sello, który w Toruniu miał porywający wykład na temat mikroprocesora, choć ciągle reprezentował firmę Fairchild, spotkałem się po latach. Około 1990 r. dr H. Sello wizytował Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych, którym wówczas kierowałem. Poza rozmową biznesową oddawaliśmy się nostalgicznym wspomnieniom konferencji w Toruniu i oplakiwaliśmy okrutny los firmy Fairchild, która z potęgi światowej stoczyła się do niebytu. My friend Harry (z Amerykanami można się zaprzyjaźnić błyskawicznie) wspominał m.in. swoją misję we Włoszech. Otóż wśród wielu nietrafionych działań zarządu Fairchilda była nieudana próba zbudowania joint venture z Włochami. Na paroletnią „zsyłkę” do Włoch wysłano Harry’ego, o czym chętnie wspominał, opowiadając różne anegdoty. Na przykład taką: „zwolniłem z pracy jegomościa, który uprawiał seks w miejscu pracy. Następnego dnia złożyła mi wizytę jego żona i zwymyślała mnie najgorszymi wyzwiskami. A ja wszystko zrozumiałem. Byłem zachwycony, że po 2 latach pobytu tak dobrze opanowałem język włoski”. Taki był Harry. Zmarł 2 lata temu i już nikt na świecie nie opowie Wam tak jak on o pierwszych mikroprocesorach.

Niestaw Nowak

PS A z licencji Fairchilda w 1973 roku nic nie wyszło. Gdy w Pentagonie dowiedzieli się, że kraj komunistyczny dostanie najnowszą technologię (2–3 lata po USA), to złapali się za głowy i prezes Fairchilda Lester Hogan zapłacił za to stołkiem prezesowskim, a gotowy już kontrakt został unieważniony. Młodym Czytelnikom wyjaśniam, że w czasach zimnej wojny w USA ustalano normy sygnowane przez COCOM (Coordinating Committee for Multilateral Export Control), które precyzyjnie określały, jakie technologie są dostępne dla krajów komunistycznych, tak aby utrzymać stałe opóźnienie technologiczne tych krajów wobec USA od 10 do 15 lat. Normy te obowiązywały cały Zachód i nie były to żarty. Osobiście znałem biznesmena z zachodniej Europy, który z nami niejawnie współpracował i w USA czekał na niego wyrok 150 lat. Dodam dla jeszcze większej jasności, że nasz Wielki Brat (ZSRR) też stosował wobec nas embargo technologiczne, choć czynił to obłudnie pod płaszczykiem koordynacji prac rozwojowych z planami militarnymi w ramach Układu Warszawskiego. Może kiedyś napiszę w jakich warunkach moje pokolenie Polaków podejmowało wysiłki, by nadążyć w technologii, łamiąc embargo amerykańskie w tajemnicy przed ZSRR. Kluczową rolę w tych działaniach motywowanych patriotyzmem odgrywały służby, którym szczególną satysfakcję sprawiało wyprowadzanie w pole Radzianów, jak pogardliwie nazywali „bratnie” służby ZSRR. Tym ludziom Najjaśniejsza odpłaciła w ostatnich latach odebraniem im emerytur. Ale to temat na inną okazję.