

První integrovaný obvod

Je tomu právě půl století, co americký inženýr **Jack Clair Kilby** (obr. 1), pozdější nositel Nobelovy ceny a v roce 1958 čerstvý nováček v americké firmě Texas Instruments, předvedl kolegům první funkční **integrovaný obvod**^{*)}.

Vývojáři si tehdy lámali hlavu, jak zefektivnit výrobu složitých elektrických obvodů velmi malých rozměrů, a přitom zajistit jejich spolehlivé fungování. Šlo o to, aby se jednotlivé elektronické součástky upravené do stejně velkých modulů (nabízí se analogie s „kostičkami“ lega) mohly snadno spojovat podle potřeby toho kterého obvodu. Tato koncepce měla oslabit vládu „tyranie množství“. Tímto termínem se označovaly potíže vznikající u složitých obvodů (se stovkami či tisíci diskrétních součástek), u nichž strmě roste počet kontaktů mezi součástkami, a s tím i nároky na výrobu (cena) a také riziko, že vznikne porucha.

Dovolená? Ne!

U firmy Texas Instruments (TI) nastoupil J. Kilby v květnu roku 1958. Byl pověřen prací na mikromodulech. Mikromoduly měly stavbu obvodů zjednodušit a zlevnit. Ekonomické odhady ovšem na velké úspory neukazovaly a hlavní problém – vysoký počet součástek – zůstal.

V červenci většina zaměstnanců odjela na dovolenou a J. Kilby zůstal v laboratoři téměř sám. Na dovolenou ještě nárok neměl, zato měl spoustu času a klid na přemýšlení. Rozvažoval, čím by se mikromoduly daly nahradit, a uvědomil si, že jediné, co lze v polovodičové firmě dělat efektivně, jsou polovodiče.

Místo úmorného propojování droboučkých součástek ještě titěrnějšími drátky by mělo jít vyrábět kompletní obvod se všemi aktivními i pasivními prvky a vodiči přímo na povrchu polovodičových destiček. Vyřešil by se tak problém spojení (integrace) mnoha jednoduchých elektrických součástek, které společně tvoří elektrický obvod vykonávající nějakou složitější funkci.

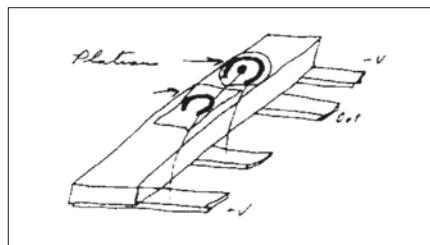
Nemohly by se tedy z polovodiče vyrobit všechny součástky obvodu? To byla Kilbyho

nosná myšlenka (obr. 2)! Polovodičové diody a tranzistory se už sice vyráběly, ale pasivní prvky (odpory a kondenzátory) ještě ne (stačily na ně totiž levnější materiály než tehdejší polovodiče).

Za dva týdny Kilby držel v ruce první integrovaný obvod – skleněnou destičku s při-



Obr. 1. Americký inženýr Jack Clair Kilby, pozdější nositel Nobelovy ceny, sestavil v roce 1958 první funkční integrovaný obvod



Obr. 2. Část Kilbyho zápisků se schematickým náčrtem koncepcce integrovaného obvodu (1958)

lepeným plátkem germania, na němž se nacházel jednoduchý oscilátor.

Když se Kilbyho šéf vrátil z dovolené, myšlenku svého kolegy podpořil a už 12. září mohli vedení firmy společně předvést první tři funkční integrované obvody (oscilátory). Každý měl velikost asi 11×2 mm. Vyrobeny byly z kousku germania s kontakty (posta-

ru) tvořenými přilepovanými drátky. 6. února 1959 firma podala patentovou přihlášku a poté vynález předvedla veřejnosti. První integrovaný obvod byl vyroben s běžným vybavením, jako jsou pece, leptací zařízení, masky z kusu filmu apod. Nejdražší věc nestála víc než 10 000 dolarů (dnešní výrobní linky pracují s vybavením za miliony dolarů a celkem stojí miliardy.)

Druhý v řadě, ale nepřehlédnutelný – Robert Noyce

Jak už to bývá, významné vynálezy přicházejí v době, kdy vývoj dozraje, a tak k němu často dospěje několik badatelů zároveň. To se stalo i v případě integrovaného obvodu. Nezávisle na Kilbym se myšlenkou integrace součástek zabýval v mladé kalifornské firmě Fairchild Semiconductor i výzkumník **Robert Noyce**, pozdější zakladatel společnosti Intel.

Místo nepraktického skla použil křemík a počátkem roku 1959 vytvořil křemíkový integrovaný obvod planární technologií, která je pro levnou masovou výrobu mnohem vhodnější než Kilbyho obvod. Protože ve firmě Fairchild později už o aktivitách Texas Instruments věděli, vypracovali velmi podrobnou patentovou přihlášku a doufali, že se s podobným vynálezem Texas Instruments nebude překrývat. Pečlivá práce se vyplatila. První patent byl udělen 25. dubna 1961 Noycemu, zatímco Kilbyho přihláška byla stále ještě analyzována (patent mu byl udělen až roku 1964).

Následovaly patentové spory, které však skončily smírně. Prvenství Jacka Kilbyho bylo uznáno, ale nepochybné jsou i velké zásluhy Noyceho. V mnoha přehledech historie polovodičů se proto uvádějí jako vynálezci integrovaného obvodu oba dva.

Na rozdíl od vynálezu tranzistoru^{**)} byl integrovaný obvod vynálezem s relativně malými vědeckými důsledky. Určitě lze říci, že v té době poměrně málo přispěl k rozvoji vědeckého myšlení, ale později znamenal posun průmyslu hluboko do mikrosvěta.

redakce Elektro,
zpracováno podle podkladů www

^{*)} Integrovaný obvod (IO) je moderní elektronická součástka. Jedná se o spojení (integraci) mnoha jednoduchých elektrických součástek, které společně tvoří elektrický obvod vykonávající nějakou složitější funkci. Integrované obvody dělíme na monolitické a hybridní. U nás se mezi profesionály i amatéry vžil zajímavý termín pro integrovaný obvod, a to slovo „šváb“ (z anglického bugs, brouci). Monolitické IO dnes jasně převažují. Jejich jednotlivé součástky jsou vytvořeny a vzájemně spojeny (s pomocí difuze a epitaxe) na jediné polovodičové, nejčastěji křemíkové destičce. Pro srovnání procesor Intel Pentium 4 se skládá z cca 42 milionů tranzistorů a nejméně spoje na destičce jsou široké 0,18 μm (lidský vlas má průměr cca 100 μm). Hybridní IO se skládají z několika součástek (zpravidla některé z nich bývají monolitické IO), které jsou přilepeny a pospojovány na malé destičce (zpravidla keramické).

^{**)} Tranzistor je polovodičová součástka, kterou tvoří dvojice přechodů PN. Jedná se v podstatě o spojení dvou polovodičových diod v jedné součástce, většinu vlastností tranzistoru však dvojicí diod nahradit nelze. Tranzistor je základem všech dnešních integrovaných obvodů, jako např. procesorů, pamětí atd. Tranzistorový efekt byl objeven a tranzistor vynalezen 16. prosince 1947 v Bellových laboratořích týmem ve složení William Shockley, John Bardeen a Walter Brattain. Za tento objev jim byla roku 1956 udělena Nobelova cena za fyziku.