

Story vývoje MHB8080A a nejen to

1. Tesla VÚST A. S. Popova

Výzkumný ústav sdělovací techniky (VÚST) bylo největší výzkumné pracoviště zaměřené na elektroniku v ČSSR. Hlavní sídlo měl na Novodvorské ul. V Praze 4, ale měl několik dalších detašovaných pracovišť v Praze a několik let dokonce detašované pracoviště v Košicích. V době největšího rozmachu zde pracovalo až 1800 zaměstnanců. Byla v něm pracoviště zabývající se materiály, součástkami i systémy. Vyvinula se zde v naší zemi prvá černobílá televize, barevná televize ale i spojovací systémy na družice a mnohé další. Práci usnadňovala velice dobře vybavená odborná knihovna, oddělení standardizace a oddělení patentů. Podrobnější informace lze nalézt v [1].



Obr. 1: Hlavní budova Tesly VÚST

2. Návrh polovodičů ve VÚST

Návrh tranzistorů, diod a dalších polovodičů měl ve VÚST dobrou tradici v divizi polovodičů ing. Cetkovského, CSc.. Mezi přední vývojáře patřil ing. Alois Černý, CSc. Nástup integrovaných obvodů se ale opozdil vlivem embarga západních států na k tomu potřebné technologie.

3. Divize mikroelektroniky

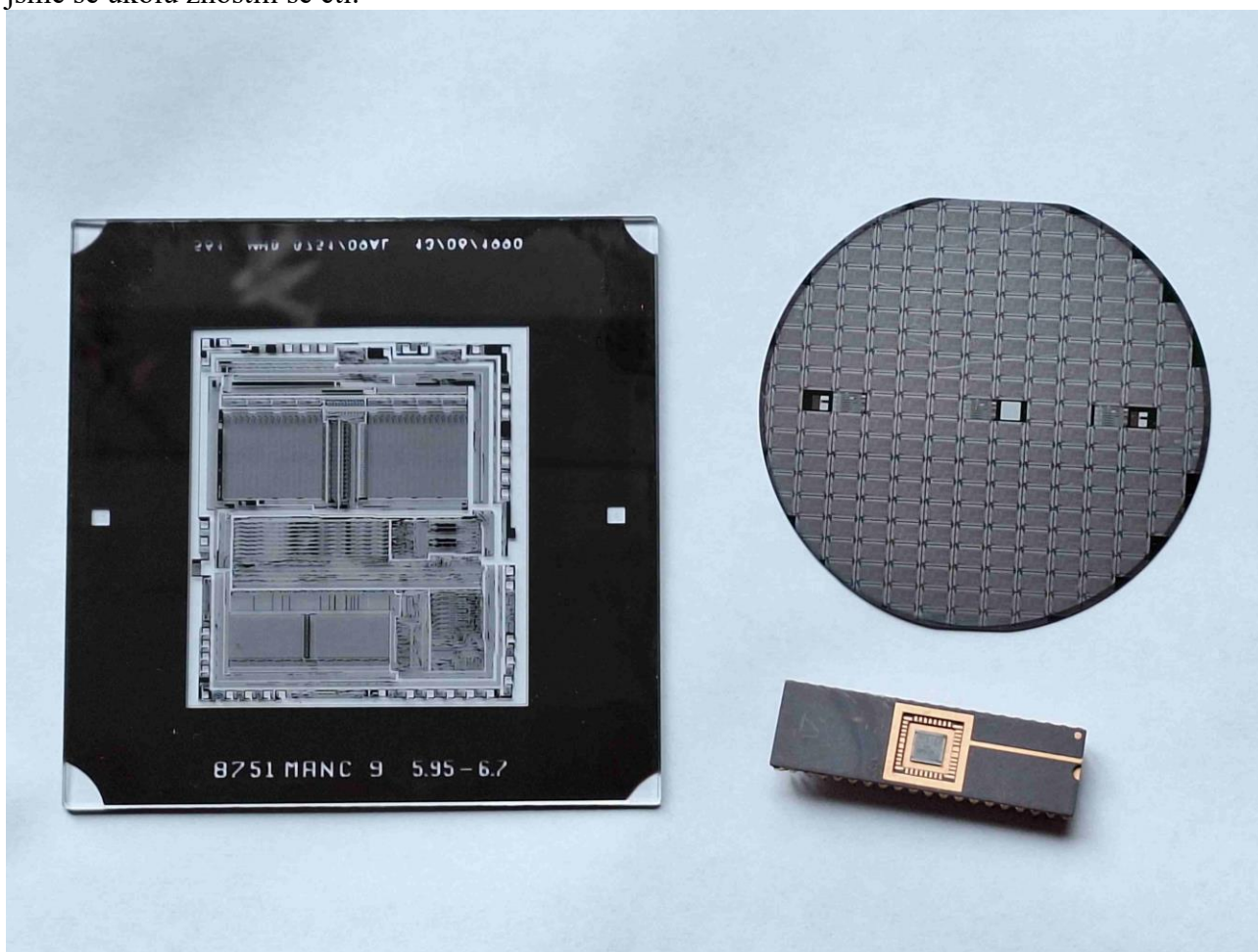
To se prolomilo v r. 1977, kdy byl zakoupen návrhový systém CALMA a licence na návrh obvodů včetně zaškolení pracovníků. Celá akce byla zřejmě koordinována z ministerstva, protože probíhala paralelně i v Tesle Piešťany a Tesle Rožnov. Několikaměsíčního zaškolení v zahraničí se účastnil ing. Michal Černoch, vedoucí oddělení návrhu IO, dále ing. Pavel Hloušek z oddělení programové podpory a já, v té době též návrhář IO (až později jsem se přeorientoval na testování a diagnostiku IO). Během školení jsme navrhli čip kalkulačky T4000 a otestovali jeho první funkční vzorky. Školení se účastnil i ing. Milan Mancel, technolog z Tesly Piešťany. Následně, 1.1.1978 byla ve VÚST založena divize mikroelektroniky (vedoucí Ing. Oldřich Malý). Prvé technologicky realizované obvody patřily do řady MHB4000 Jejich návrh jsme získali, pokud se nepletu, v rámci licence. Následoval obvod statické paměti RAM MHB1902 – jak a kde se navrhoval si nejsem jist. U obvodu kmitočtové telefonní volby MHB9110 si naopak jistý jsem, protože jsem ho navrhoval já, a to podle zahraničního vzoru metodou reverzního inženýrství.

4. Návrh MHB8080

Teprve po těchto zkušenostech bylo možné v průběhu let 1978-1979 přistoupit k návrhu MHB8080, též metodou reverzního inženýrství. Ve VÚST proběhlo rozpouzdření vzorových obvodů, jejich analýza, získání schématu na úrovni tranzistorů, z toho získání schématu na úrovni logických hradel (NAND, NOR, invertor a paměťový člen), návrh morfologie obvodu s respektováním našich pravidel návrhu a verifikace návrhu. Já jsem byl zodpovědný za vytvoření filozofie diagnostického testování a přípravu základního testu /2/. Měli jsme k dispozici 2 rozpouzdřené zahraniční vzorky, které se v detailech lišily (a nevěděli jsme, která verze je ta správná). Další problém byl, že zatímco k morfologii obvodu jsme měli předlohu, tak testovací program jsme museli vytvářet originální, tak říkajíc na zelené louce. Návrh probíhal ručně na plachtách o formátu A0 s milimetrovým rastrem. Plachet bylo odhaduji 25. Jednotlivé technologické vrstvy (hliník, difuze N, hradla, kontakty a vapox) se odlišovaly barvou. Přes veškeré překážky návrh pokračoval rychle, i díky nadšení návrhářského kolektivu, vedeného ing. Černochem (členové m.j. ing. Stehno a ing. Vybulková). Hlavní technologické ověření včetně pouzdření funkčních vzorků probíhalo v Tesle Piešťany, stejně jako testování funkčních vzorků a zapouzdření fungujících čipů. Prvá varianta obvodu 8080 byla navržena v technologii NMOS.

Předání výsledků návrhu a testu do výrobního závodu Tesla Piešťany /3/, /4/ probíhalo kolem roku 1980. Vycházím z datování článku /2/, publikovaného ve sborníku každoroční konference věnované diagnostice IO. Spolupráce s Tesla Piešťany byla velmi korektní a rád na ni vzpomínám, hlavně na šéfa vývoje doc. ing. Vladimíra Áče, CSc.

Tento projekt byl pro nás všechny, co jsme se na něm podíleli, velkou výzvou a domnívám se, že jsme se úkolu zhostili se ctí.



Obr. 2: Maska mikroprocesoru 8751, plátek s čipy a IO zapouzdřený v keramickém pouzdru

5. Návrh dalších IO v rámci Tesla VÚST

Postupně se navrhovaly obdobným způsobem mikroprocesory 8035/8048 a posléze i 8051/8751. Všechny tyto mikroprocesory již byly navrhovány v technologii CMOS 5μm. Výroba funkčních vzorků pak probíhala ve VÚST v poloprovozu ČIP, který též patřil do divize mikroelektroniky. Vedoucím pracovníkem tam byl ing. Dominik Chren. Používaly se plátky velikosti 3,5 palce. Vždy bylo vyrobeno několik neúplných oběžníků, tedy stovky čipů. Zda a u kterých procesorů bylo zapotřebí více otáček návrhu se nepamatují. Část problémů byla způsobena nestabilní technologií, která negativně ovlivňovala výtěžnost výroby. Zapouzdřeny byly pouze jednotky čipů (odhaduji do deseti), a to výlučně do keramických pouzder. Pouzdření prováděl RNDr. Zdenek Výborný, CSc., též zaměstnanec VÚST.

Mikroprocesor 8051/8751 byl zajímavý tím, že firmware, tedy soubor mikroinstrukcí, pomocí kterého byly realizovány jednotlivé instrukce procesoru, byl uložen v paměti ROM vytvořené implantací iontů (buď ionty na určité místo implantovány byly nebo nikoli a tím se realizovala logická „0“ nebo logická „1“. Implantaci iontů nelze na mikroskopu zjistit, takže se příslušný firmware musel vytvořit syntézou na základě popisů jednotlivých instrukcí.

Tento obvod byl poslední procesor, který jsme ve VÚST těsně před sametovou revolucí navrhovali. Nutno ale zmínit, že paralelně k obvodům navrhovaným metodou reverzního inženýrství vznikaly v divizi mikroelektroniky i zákaznické obvody (ASIC) na bázi hradlových polí a standardních buněk podle požadavků našich zákazníků. Právě tyto obvody nám v další etapě velice pomohly.

6. Firma ASICentrum spol. s r. o.

Po roce 1989 postupně končilo financování plánů výzkumu a vývoje ze státního rozpočtu, což vedlo ve svém důsledku k zániku Tesla VÚST. V roce 1992 založilo 7 společníků společnost ASICentrum /5/ coby následovníka sektorů návrhu a testování IO z bývalého VÚSTu. Začátky nebyly lehké. Naši výhodou bylo, že jsme byli relativně mladí, byli jsme motivovaní, měli jsme potřebné technické znalosti a drželi jsme pospolu. Nevýhodou bylo, že jsme nic nevěděli o podnikání a ještě větší nevýhodou bylo, že převážná většina bývalých zákazníků z doby VÚSTu byly podniky koncernu TESLA, z nichž mnohé po r. 1989 vlivem dovozu elektroniky ze západních zemí zbankrotovaly.

Hlavní milník v rozvoji firmy byl rok 2001, kdy majoritní podíl ve společnosti ASICentrum získala švýcarská firma EM Microelectronic, součást koncernu SWATCH Group, známého výrobce hodinek. Postupně jsme si získali důvěru a stali se hlavní návrhářskou kapacitou firmy EM. Dnes (v roce 2026) pracuje ve firmě ASICentrum 65 zaměstnanců. Integrovaných obvodů, na jejichž vývoji se firma podílela a podílí, se vyrábějí velké série a firma EM je vyváží do celého světa.

Literatura

- /1/ <https://vust.webnode.cz/reminiscence2/> - soubor „VUST od A do Z“
- /2/ Pleštil, A. – Stehno, Z. : Problematika detekce a lokalizace poruch obvodu MHB8080. Sborník přednášek Diagnostika mikroprocesorů III; ČSVTS-FEL-ČVUT 1981; str. 57-60
- /3/ Áč, V. a kol: Od tranzistora k integrovanému obvodu; Veda 2019,
- /4/ <https://www.piestanskydennik.sk/2019/03/31/teslaci-z-piestan-sa-vybrali-za-knihou-ich-zivota/>
- /5/ <https://www.asicentrum.com>

Definice pojmů

- * ASIC – Application Specific Integrated Circuit neboli zákaznický IO
- * čip – nezapouzdřený integrovaný obvod
- * hradlové pole – zákaznický obvod (ASIC), který je přizpůsoben potřebám zákazníka pomocí propojovací metalické vrstvy; ostatní výrobní masky tohoto obvodu jsou identické pro celou rodinu těchto hradlových polí, což snižuje složitost návrhu i vývojové náklady
- * integrovaný obvod (IO) – moderní elektronická součástka, která integruje až miliony jednoduchých elektronických součástek

- * oběžník – sada plátků (u nás většinou 24 ks), které prochází výrobními procesy IO naráz
- * otočka návrhu – pokud se na vyrobených vzorcích nalezne chyba, která vede k nutnosti opravy jedné nebo více masek a nutnosti nové technologické realizace vzorků, mluvíme o otočce návrhu; těchto otoček může být i více
- * plátek (wafer) – tenký plátek polovodičového materiálu (v našem případě Si), na kterém se vyrábí čipy, které vzniknou jeho rozřezáním
- * reverse engineering – návrh IO podle vzoru
- * sada masek IO – každá z masek je zapotřebí pro jednu výrobní operaci IO
- * technologie CMOS – technologie, která využívá tranzistory npn i pnp uspořádané tak, že jejich propojení je vždy u každého hradla mezi dvěma póly napájecího napětí v ustáleném stavu nevodivé; zaručuje to minimální spotřebu IO vyrobeného touto technologií
- * výtěžnost výroby – poměr počtu dobrých čipů k celkovému počtu vyrobených čipů (v %)

Poděkování

Děkuji za cenné informace k sepsání tohoto příspěvku Ing. Vaškovi Neumajerovi, bývalému řediteli TESLA VÚST, Ing. Dominikovi Chrenovi, bývalému vedoucímu technologického pracoviště ČIP ve VÚST a ing. Robertu Kvačkovi, současnému řediteli firmy ASICentrum sro. Především ale děkuji Ing. Janu Vrbíkovi, dlouholetému řediteli ASICentrum a mým dalším skvělým spolupracovníkům, díky nimž na své profesní působení rád vzpomínám.

Ing. Antonín Pleštil, CSc.