

## Ako vznikol prvý integrovaný obvod UART za Železnou oponou

MARTIN ŠPERKA

### How the first LSI UART in COMECON was developed

**This paper presents the short history of development LSI UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) – an important component of the serial communication between mini computers SMEP (equivalents of the DEC PDP 11 machines produced in Czechoslovakia and other socialist countries) and their peripherals. This integrated circuit, designed at the Institute for Technical Cybernetics, Slovak Academy of Sciences and produced at TESLA Piešťany, the first producer in the COMECON.**

### Úvod

V rámci spolupráce krajín RVHP (Rada vzájomnej hospodárskej pomoci) sa dohodlo, že vzorovým počítačom pre SMEP (Systém Malých Elektronických Počítačov) budú minipočítače americkej firmy Digital Equipment (DEC) – PDP 11. Jedného dňa v roku 1975 som dostal zoznam súčiastok, ktoré sa používali v počítači PDP 11/40. V zozname integrovaných obvodov (IO), ktoré sa v tomto počítači používali bol aj jeden IO veľkej integrácie - UART. Autor originálneho zoznamu súčiastok použitých v počítači PDP11 uviedol, že sa jedná o IO s neznámou funkciou. V tom čase nebol internet a nedalo sa to jednoducho vygúgliť tak ako dnes. Ja som však vedel o čo sa jedná, lebo som mal katalógový list tejto súčiastky od jednej americkej firmy, ktorý som dostal, keď sme sa spolu s Ivanom Kočišom zúčastnili rokovania na Generálnom riaditeľstve TESLA v Prahe o licencií pre Teslu Piešťany.

### Čo je to UART

UART (Universal Asynchronous Receiver and Transmitter) – univerzálny asynchrónny prijímač a vysielač je integrovaný obvod ktorý sa používal k pripojeniu terminálov k počítačom a v súčasnosti sa používa v dátovej komunikácii vrátane mobilných telefónov. V tej dobe to bol pomerne zložitý obvod a na začiatku výroby bol najzložitejším IO v ČSSR s nepravidelnou štruktúrou (približne 1100 tranzistorov), to znamená že jednotlivé časti sa opakujú len v malom počte na rozdiel od pamätí, kde sa pamäťová bunka pre jeden bit opakuje mnohokrát.

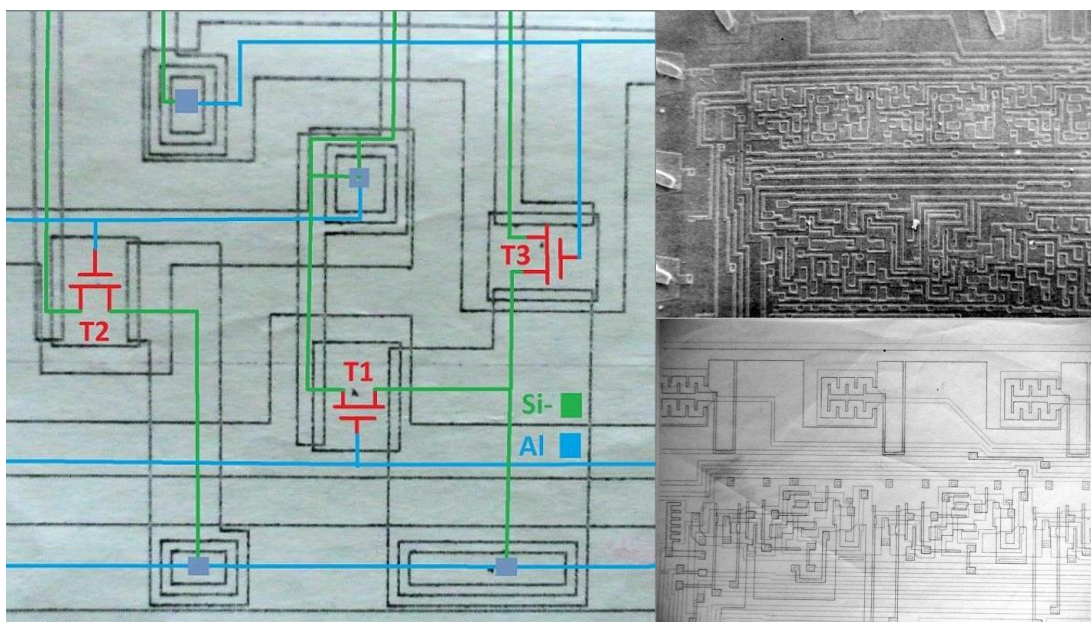
### Ako to celé začalo

Zhodou okolností sme na ústave mali dva mikropočítače francúzskej výroby Micral N (podľa Múzea počítačovej histórie v Mountain View v Kalifornii, to bol prvý komerčný, nestavebnicový mikropočítač na svete) s prvým osem bitovým mikroprocesorom Intel 8008. Tento mikroprocesor sme analyzovali s cieľom navrhnúť jeho ekvivalent a tak som vedel, že počítač obsahuje aj UART. Zašiel som za kolegom Jánom Langošom s tým, že by sme sa mohli naň bližšie pozrieť. Oslovili sme I. Kočiša, či by sme ho nemohli vymontovať z počítača, lebo tento bol bez mikroprocesora i8008 aj tak nefunkčný a používal sa len ako sedačka v prípade, že sa v jeho pracovni zišlo viac ľudí ako bolo stoličiek. Nakoľko firma Intel medzitým uviedla na trh n-kanálový mikroprocesor i8080, tak počítač s ním nebol už perspektívny. Jeden z technikov ústavu pán Cvečko, ktorý mal výkonnú spájkovačku odstránil kovový kryt na keramickom púzdre IO. Okamžite sme zamierili do laboratória elektrónovej litografie, kde bol

japonský elektrónový mikroskop JEOL, kde nám kolegovia Ján Andriák a Miroslav Kováč urobil fotografie čipu. V čase keď sme analyzovali i8008, tak sme s Janom Langošom chodili na elektrónový mikroskop do atómovej elektrárne v Jaslovských Bohuniciach a neskôr do Výskumného ústavu zvaračského, pretože snímky z polarizačného mikroskopu vo Fyzikálnom ústave SAV, kde sme pôvodne i8008 fotografovali, neposkytovali dostatočnú hĺbku ostrosti pre rozpoznanie morfológie čipu. Vo fotokomore som vyvolal film, exponoval a vyvolal zväčšeniny. Pri ustáľovaní a praní zväčšení som odišiel z tmavej komory, zabudol som na pustenú vodu, umývadlo sa upchalo a tmavú komoru som vytopil. To bol dôvod aby sme na ústav prijali profesionálneho fotografa Juraja Liptáka (ktorý neskôr emigroval do Nemecka a dnes je uznávaným fotografom a filmárom).

Model UART, ktorý sme mali k dispozícii bol od firmy General Instruments s technológiou kovového hradla MOS (Metal Nitrid Oxyd Silicon), ktorú v TESLA VÚST Praha a v závode TESLA Piešťany ovládali).

### Elektrická a logická schéma obvodu UART – reverzné inžinierstvo

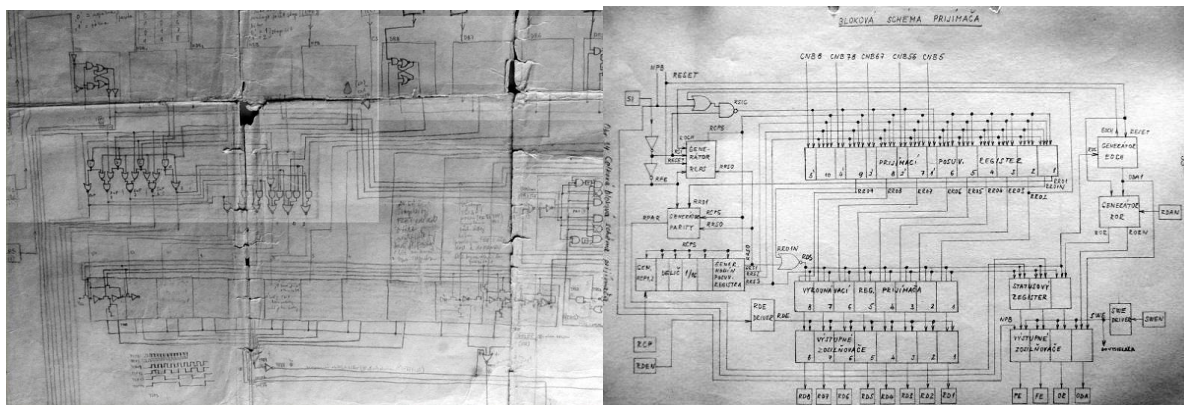


Obr. 1: Detail kresby morfológie s vyznačenými tranzistormi, vodičmi a kontaktami a fotografia časti čipu s kresbou tej istej časti po digitalizácii

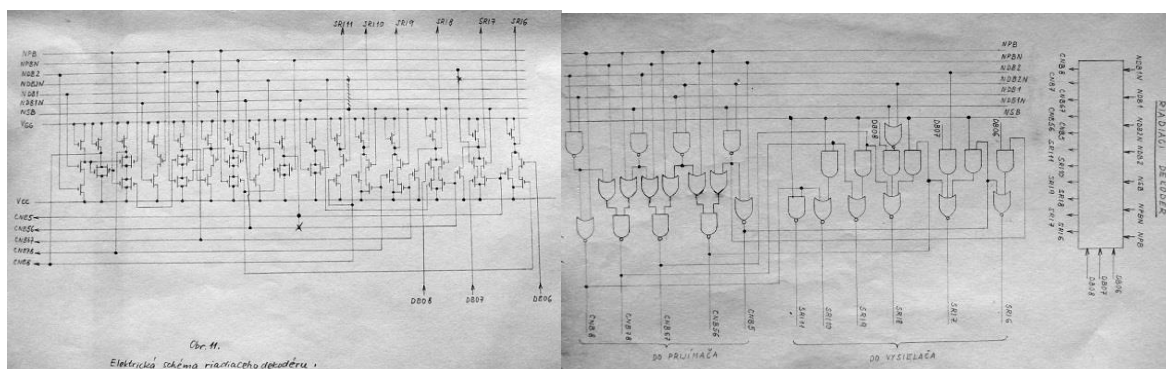
S nedočkavosťou som začal lúštiť elektrickú a logickú schému, ktorej cieľom bolo zdokumentovať a pochopiť funkciu tohto LSI obvodu. Bol to proces pripomínajúci skladanie veľkej abstraktnej mozaiky. Z množstva štvor a mnohouholníkov v rôznych vrstvách bolo treba rekonštruovať zapojenie tranzistorov, z nich logických obvodov a funkčných častí (inverzia k originálnemu návrhu).

Tieto mnohouholníky reprezentujúce elektródy tranzistorov a spoje medzi nimi. Spoj v jednej vrstve (hliník alebo difúzna oblasť) môže viesť z jednej strany čipu na jeho druhý koniec, pritom sa musí križovať s inými spojmi v tej istej vrstve. Aby človek pochopil funkciu, musí začať sledovať cesty elektrických signálov prichádzajúcich cez vonkajšie kontakty a ich účinok

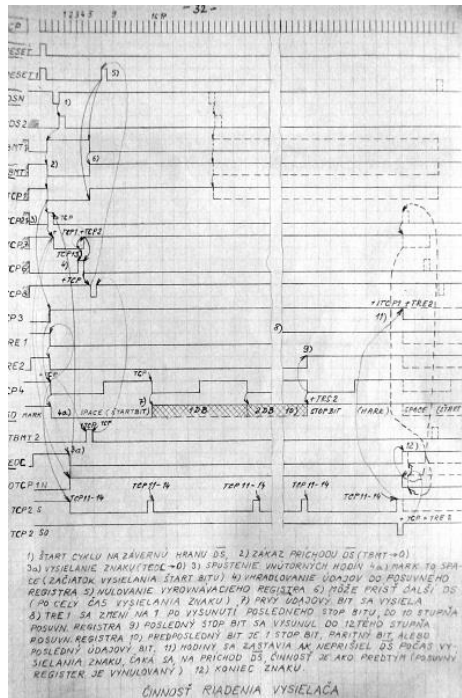
na výstupné vonkajšie kontakty. Z jednotlivých identifikovaných tranzistorov a ich prepojení som dostal logické obvody NOT, NAND alebo NOR a zosilňovače pre výstupné kontakty. Z logických obvodov a ich prepojení sa potom skladali jednotlivé funkčné moduly integrovaného obvodu (registre, dekodéry, multiplexory, počítadlá, ...). Logickú schému som kreslil na veľkú papierovú plachtu, čo umožnilo lepšiu orientáciu a pochopenie častí v kontexte fungovania celku.



Obr. 2: Výrez kresby logickej schémy celého čipu a bloková schéma prijímača



Obr. 3: Elektrická a logická schéma riadiaceho dekodéra



Obr. 4: Priebeh signálov riadenia vysieláča

Z opisu funkcie systému (priebehy signálov na vstupoch a výstupoch v katalógovom liste) som dedukoval a kreslil priebeh signálov vo vnútri čipu. Môj diplomant z Elektrotechnickej fakulty Stanislav Labjak naprogramoval simulátor logických funkcií, ktorý som použil na simulovanie komplikovanejších logických schém (napríklad dekodér nastavenia dĺžky bajtu, parity a počtu stop bitov).

Počas prác na projekte sa stala jedna nepríjemná príhoda. Papierovú plachtu som vkladal zrolovanú do kartónovej krabice. Pani upratovačka si myslela, že to patrí do smetí tak to vyhodila. Keď som prišiel ráno do práce neveril som vlastným očiam – moja dvojmesačná práca vyšla navniwoč. Našťastie papierové smetí si pred odnesením do kontajneru „uskładňovala“ blízko unimo buniek, kde sme vtedy sídlili a tak som ju tam našiel. V noci mierne pršalo, takže plachta bola mokrá, ale nepoškodená a čitateľná. Prvým výsledkom mojej práce bola elektrická a logická schéma IO UART.

Úplné pochopenie štruktúry a jej fungovania obvodu je dôležité pri jeho testovaní. Okrem toho tieto vedomosti sa môžu využiť v prípade modifikácie alebo originálnom návrhu obvodov, kde je možné znovu použiť jednotlivé funkčné moduly.

### Návrh a digitalizácia masiek

Jano Langoš s kolegom Petrom Kákošom začali kresliť masky (presnejšie grafické predlohy masiek) na milimetrový papier s použitím fotografií a optického mikroskopu, pomocou ktorého sa upresňovali detaily, neviditeľné na fotografiách. Nik nám to neprikázal a robili sme to bez vedomia šéfov, hnala nás zvedavosť. Až po niekoľkých dňoch, keď sme si boli istí, že sme schopní to zvládnuť ukázali sme prvé výsledky vedúcemu oddelenia Jánovi Jeznému a I. Kočišovi. Pri tejto príležitosti by som uviedol že v ÚTK SAV sme mali dostatok slobody k bádaniu a experimentovaniu. Vznikali a zanikali mnohé experimentálne mikro a mini projekty, bez zbytočných formálnych postupov ale bez nárokov na odmenu v prípade

neúspechu. Tak napríklad v dobe, keď ešte nik z nás nepočul o počítačovej myši, zkonštruoval Pavol Králik zariadenie pre ovládanie kurzora na grafickom displeji (ktorý sa neskôr používal aj v tomto projekte) s dvomi kolmo na seba umiestnenými potenciometrami umiestnenými v bakelitovej krabici. Niekomu napadlo, že by sa krabica obrátila a kolieska na potenciometroch by sa pohybovali po podložke a so zariadením by sa pracovalo tak ako v súčasnosti s myšou. Bolo to však nepohodlné, tak sme to nepoužívali. Ale rovnaké myšlienkové postupy mal pár rokov predtým aj vynálezca myši Douglas Engelbart v kalifornskom Stanford Research Institute. Tam neskôr problém vyriešili použitím guľičky namiesto koliečok.

Návrh masiek UARTu sa potom stal našou úlohou, ktorá prerástla do sledovaného projektu. Prác na vývoji sa zúčastnili viacerí pracovníci oddelenia vrátane vedúceho. J. Langoš a P. Kákoš kreslili na milimetrový papier 2,5 rozmerné (2D tvary viacerých vrstiev nad sebou) predlohy fotolitografických masiek pre jednotlivé technologické procesy (leptanie, difúzia, napařovanie hliníku, atď.). Na fotografii čipu je vidieť spleť geometrických štruktúr (mnohouholníky) a vizuálne je možné rozlíšiť jednotlivé vrstvy, ale nakresliť ich na papier mechanicky bez poznania ich funkcie sa nedá. Ostatní kresby digitalizovali, to je odčítavali súradnice mnohouholníkov z milimetrového papiera a kodovali do formátu PEPEM (Priamy Popis Masiek), ktorý bol vstupom do návrhového systému. Dáta sa do počítača vkladali pomocou abecedne-číslicového terminálu (monitor s klávesnicou) a archivovali na diernej páske. PEPEM umožňoval opis mnohouholníkov, pričom opakujúce sa vzory, ktoré sa nazývali figúry stačilo špecifikovať raz a potom ich opakovať na rôznych miestach čipu transláciou, preklopením a rotáciou o násobky pravého uhla. Jazyk umožňoval opis čiar, ktoré zvierali s vodorovnou osou uhly s násobkom 45 stupňov (v tej dobe pri programovaní návrhového systému som nepoznal Bresenhamov algoritmus pre rýchly výpočet - interpoláciu priamky). To malo za následok, že originálne tvary polygónov s inými uhlami sa museli meniť. Aj návrhové pravidlá (šírky difúzných a hliníkových spojov, veľkosti elektród tranzistorov a kontaktov) technológie MNOS firmy General Instruments a podniku TESLA sa mierne líšili a túto skutočnosť bolo treba v návrhu zohľadniť. Jednoduché škálovanie (vynásobenie všetkých súradníc všetkých vrstiev) merítkom sa nedalo použiť – takže to nebol proces priameho klonovania morfológie čipu.

Dáta na diernej páske (formát PEPEM) boli vstupom do systému SIKEM (Systém pre Kreslenie a Editovanie Masiek), ktorý som naprogramoval v jazyku Fortran a assembler na minipočítači Varian 620 (prvú, jednoduchšiu verziu na počítači Gier so súradnicovým zapisovačom Calcomp v jazyku Algol sme navrhli a naprogramovali s diplomantom Elektrotechnickej fakulty SVŠT a neskôršie kolegom Norbertom Feitscherom. Základné riadiace podprogramy pre ovládanie vstupno-výstupných zariadení – grafický monitor s pamäťovou obrazovkou Tektronix 601, obrazkový terminál, elektrostatická rastrová tlačiareň Statos firmy Varian a tablet s grafickým perom napísali kolegovia Ján Lupták a Štefan Ložek. V tom čase to bol jediný „interaktívny“ grafický systém pre kreslenie predlôh masiek integrovaných obvodov v ČSSR. Rožnovské bipolárne obvody boli omnoho jednoduchšie a tak sa spočiatku predlohy masiek zhotovovali ručne (o pár rokov neskôr zakúpili západný CAD systém). V Tesla VÚST mali systém bez grafického displeja a grafického vstupu (až s nákupom licencie IO MOS dostali americký CAD systém Calma). Dierna páska s údajmi sa načítala do programu a návrhár potom vizuálne porovnával obraz morfológie zobrazený na displeji s kresbou na papieri. Ak našiel vrchol polygónu s chybnými súradnicami, pomocou kurzora ovládaného perom na grafickej tabuľke ho označil a pomocou klávesnice opravil jeho súradnice. Z dnešného pohľadu to nebolo veľmi interaktívne, ale pohodlnejšie a rýchlejšie ako hľadať chyby vo výstupe zo zapisovača.

Keď boli všetky chybné súradnice opravené vydierovala sa nová dierna páska. Celý obraz čipu sa skladal z niekoľkých výkresov formátu A3. Obraz opraveného výkresu sa mohol vytlačiť na tlačiarni Statos. Takú rýchlu grafickú tlačiareň v tom čase nikto na Slovensku nevlastnil. Peniaze na jej nákup sa podarilo získať pri jednej návšteve prvého tajomníka ÚV KSS Jozefa Lenárta na pracovisku, ktorému I. Kočiš vsugeroval, že bez nej ťažko splníme úlohu v rámci dôležitého medzinárodného projektu. Kresba na počítači bola v rovnakom merítku ako kresba na milimetrovom papieri a tak bolo možné rýchlo skontrolovať korektnosť digitalizovaných dát. Keď mnohouholník na kresbe presahoval rozmer výkresu, bolo ho treba uzavrieť. Pre zhotovenie predlôh bolo treba vygenerovať nové dáta, ktoré polygóny opäť zjednotili. Program pre túto funkciu napísal kolega Jozef Jamriška. Výsledné dáta sa konvertovali programom (prvá verzia bežala na počítači Gier) do formátu švajčiarskeho súradnicového zapisovača Coragraph, ktorý bol v Slovenskom ústave geodézie a kartografie. Tento stroj dokázal rezať dvojvrstvovú fóliu Rubylith. Namiesto kresliaceho pera používal nôž, ktorý sa podľa smeru kresby natáčal a rezal červenú vrstvu fólie. Mnohouholníky museli byť uzavreté aby sa dala červená vrstva vylúpnuť. Vylúpaná oblasť bola priehľadná a kontrastovala s červenou hornou vrstvou. Bol to náročný proces vyžadujúci si pozornosť, pretože v prípade chyby by sa proces rezania musel opakovať – fólie sa importovali zo Západu a boli drahé. To bol konečný proces z našej strany.

Ďalšie prebiehali v Tesle Piešťany. Bolo to fotografovanie rubylithových fólií redukčnou kamerou, exponovanie 10 krát zmenšených fotografií na sklenené dosky a ich vyvolanie. Pomocou ďalšej kamery (step and repeat camera) sa zmenšené obrazy opäť zmenšili a opakovane exponovali na sklenené platne – konečné masky pre fotolitografické procesy. Pomocou nich sa potom robili ďalšie technologické procesy v čistom prostredí. Nasledovalo testovanie na doskách, rezanie dosiek na čipy, zapúzdrovanie čipov, kontaktovanie na vývody púzdra a finálne testovanie. Až o pár rokov neskôr sa redukcie namiesto fotografovania predlôh masiek vyrábali priamym exponovaním obrazov masiek pomocou drahého optického generátora vzorov riadeného počítačom. No a v súčasnosti sa namiesto fotolitografických procesov používa priama expozícia elektrónovým lúčom (elektrónová litografia), pretože rozmery detailov sú menšie ako je vlnová dĺžka svetla a fotolitografia je nepoužiteľná. Už v tej dobe, keď sa vývojom elektrónovej litografie začínali zaoberať ako prví na svete v Bellových laboratóriách v USA, prišiel I. Kočiš s nápadom, aby sme prebudovali elektrónový mikroskop na elektrónový litograf. Ale to je už iný príbeh na ktorého konci bolo založenie oddelenia elektrónovej litografie, ktoré dodnes úspešne existuje a zaslúži si zdokumentovať.

Keď sa návrhové práce blížili ku koncu kolega Stanislav Kubaljak začal navrhovať a konštruovať tester. Medzičasom sa vývoj počítačov SMEP v krajinách RVHP stupňoval a potreba obvodu UART sa stávala urgentná. Hlavný konštruktér SMEP profesor Boris N. Naumov z Moskvy sa pri návšteve ÚTK v sprievode I. Plandera, I. Kočiša a vtedajšieho riaditeľa Jána Ciráka, ktorý bol v tom čase menovaný hlavným konštruktérom SMEP za Slovensko, ako aj funkcionárov SAV sa pýtal na pokrok vo vývoji UARTu. Pamätám si ako im povedal, keď mu odpovedali na jeho dotaz o termíne ukončenia projektu, že nechce hovoriť s nimi ale so mnou o samote „Nu Márťin kak déla, chočjú slúšať právdnu ...“ začínala jeho otázka.

### **Súčiastková základňa počítačov SMEP**

Počas vývojových prác som bol menovaný za člena Pracovnej skupiny č. 3 pre súčiastkovú základňu v Rade špecialistov č.2 pre technické prostriedky počítačov SMEP. Zúčastnil som sa niekoľkých pracovných zasadnutí v NDR a ZSSR, kde sa riešila problematika súčiastok pre počítače SMEP. Bol to veľký projekt a del'ba ako aj koordinácia prác mala veľký potenciál.

Keby tento proces začal skôr a všetko fungovalo v súlade s víziou, tak by rozdiel v úrovni vývoja a výroby počítačov medzi Západnou Európou, USA a Japonskom na jednej a štátni RVHP na druhej strane nebol tak veľký. Ale spolupráca narážala na problémy. Jedným z nich bolo málo flexibilné dlhodobé plánovanie v tak rýchlo sa vyvíjajúcej oblasti ako je elektronika a výpočtová technika. Jeden z paradoxov vo vývoji a výrobe integrovaných obvodov sa prejavoval aj v práci odbornej skupiny, ktorej prvým cieľom bolo mapovanie stavu vývoja a koordinovanie výroby súčiastok, hlavne integrovaných obvodov v jednotlivých krajinách.

Pracovníci n.p. TESLA Rožnov mi dali zoznam všetkých elektronických súčiastok, ktoré sa v ČSSR vyrábali a ktoré sa plánovali v najbližšej dobe dostať do výroby. Boli to prevažne malé a stredné bipolárne IO. No v USA to bola doba dramatických zmien. Každým týždňom sa na trhu objavovali nové LSI s technológiou MOS, ktorá sa v porovnaní s technológiou bipolárnych IO dostávala aj napriek nižšej spínacej rýchlosti do popredia vďaka vyššej hustote tranzistorov na čipe, menšej spotrebe energie a jednoduchšími technologickými postupmi.

Československo patrilo medzi prvé krajiny v Európe, ktoré vyrábali bipolárne SSI a malo istý náskok, ale ten sa udržal len v rámci RVHP. Okrem ČSSR sa IO vyrábali hlavne v ZSSR a NDR. Ale všetci ponúkali približne rovnaký sortiment. Okrem zoznamu toho, čo jednotlivé krajiny vyrábali, prezentoval a diskutoval sa aj zoznam IO, ktoré sú potrebné pre vývoj ďalších modelov SMEP. Proces tých pracovných stretnutí ktorých som sa zúčastnil možno charakterizovať dialógom:

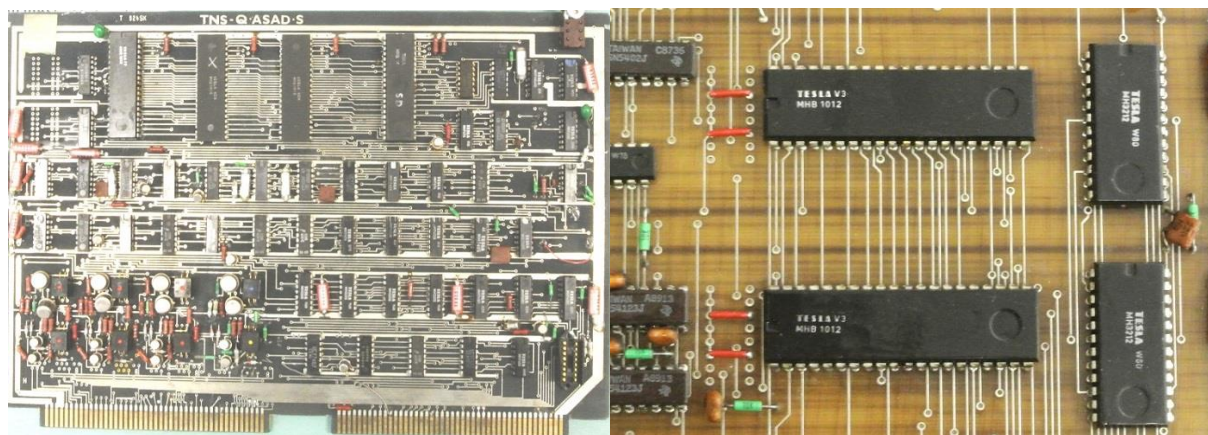
Zástupca krajiny X: „Naša krajina ponúka súčiastky ABC a k vývoju SMEP by sme potrebovali súčiastky DEF – kto ich bude vyrábať?“ Koordinátor stretnutia: „No mohli by ste ich vyrábať aj vy, máte nato predpoklady“ Zástupca krajiny X: „Áno chápeme, ale vývoj je drahý, nemáme voľné kapacity a plán vývoja a výroby na nasledujúce roky už máme schválený ... „ Z Tesly som dostal som inštrukciu – len nič nesľubujte. V trhovom hospodárstve by asi zástupcovia krajín okamžite telefonovali domov s informáciou čo na trhu chýba. No v tomto prípade, výrobcovia v jednotlivých krajinách nestíhali pokryť ani domácu spotrebu a tak sa súčiastky pre počítače SMEP sa museli dovážať aj zo Sovietskeho sväzu alebo NDR, prípadne za drahé valuty aj z USA a Západnej Európy.

### **Opäť v Tesle v Piešťanoch**

Konečne prišiel deň D, keď sme všetky rubylithové fólie odovzdali do Piešťan. O pár dní prišla správa, že technologické procesy sú ukončené a obvod je možné testovať. S Janom Langošom a Stanom Kubaljakom sme vycestovali do Piešťan. Naším piešťanským partnerom bol Bartolomej (Berco) Talpaš, ale komunikovali sme aj s inými pracovníkmi závodu.

Čipy sa testovali na doske. Berco nastavil sondy na vstupno výstupné kontakty a S. Kubaljak spustil tester. Ak si dobre spomínam, pri prvom čipe bola nulová odozva, potom testovali ďalšie čipy, ale nefungovali. Testovanie systému na jeho vstupoch a výstupoch bez možnosti vidieť čo sa deje v jeho vnútri je testovaním „čiernej skrinky“. Ale my sme vďaka poznaniu vnútornej štruktúry a funkcie testovali „bielu skrinku“. Snažili sme sa z odoziev na vstupné postupnosti signálov dedukovať, kde môže byť chyba. Aj keď som poznal dobre vnútornú funkcionálnu a Stano vonkajšie chovanie, chybu sme diagnostikovať nedokázali, ale boli sme radi že obvod žije aj keď nie je zdravý. Vrátili sme sa do Bratislavy a nasledovala kontrola všetkých tranzistorov podľa logickej a elektrickej schémy a ich porovnanie s morfológiou. Jediná chybná súradnica z desiatok tisícov súradníc spôsobí nefunkčnosť tranzistora alebo chybné spojenie. Chyba môže byť lokálna prejavujúca sa len pri určitej funkcii, alebo globálna,

keď je celý systém nefunkčný. Už si nepamätám presne, ale v jednej maske chýbal asi jeden obdĺžnik, teda jedno hradlo (elektróda gate) tranzistora. Pri ďalšom výjazde do Piešťan sme boli úspešnejší a po namáhavom a dlhom pracovnom dni, úplne vyčerpaní sme to náležite oslávili. Potom prišiel deň keď z Piešťan došiel zapúzdrený UART. Bol som vtedy na služobnej ceste a kolegovia mi povedali, že z obrazovkového terminálu vytiahli originálny americký obvod a vložili piešťanský ekvivalent a ten po pripojení k počítaču fungoval. Tesla Piešťany sa stala prvým výrobcom tejto dôležitej súčiastky v štátoch RVHP.



Obr. 6: Piešťanský UART (4x) v doske sériového rozhrania Q-ASAD (JZD Slušovice) počítača RPP-16 a doske D-ASAD počítača SMEP 50/50

## Na záver

UART sme s Jánom Langošom začali vyvíjať z vlastného popudu – ako výzvu. Neskôr sa stal sledovaný projekt. Pre ilustráciu za projekt sme (J. Langoš, S. Kubaljak a ja) dostali finančnú ocenenie z Predsedníctva SAV. Bolo to vo výške približne polovice mesačnej mzdy a keď na konci roka vedúci oddelenia rozdeľoval odmeny tak nám dal menej, pretože „oni už dostali odmenu z predsedníctva“. Ale napokon na projekte pracovalo celé oddelenie a bez ich pričinenia by sa projekt neukončil.



Obr. 7: Tamara Hudáková pri práci so systémom SIKEM a Peter Kákoš, Ján Langoš, Martin Šperka a Stanislav Kubaljak nad kresbou masiek UART

Napriek tomu, že finančné ohodnotenia mnohých náročných projektov, ktoré sa na ÚTK riešili nebývalo veľké, mnohí pracovníci ÚTK SAV boli workoholici a pracovali so zápalom ďaleko



nad rámec povinností. Pracovali sme na zaujímavých projektoch a mali sme v rámci možností slobodu, dobre vybavenú knižnicu, ale hlavne zaujímavé, priateľské a otvorené prostredie v ktorom sa mladí inžinieri mohli realizovať a mali podporu a rešpekt vedenia a kolegov.

---

**Doc.Ing.Martin Šperka, PhD.**

Múzeum počítačov pri Výpočtovom stredisku, Centrum spoločných činností SAV, Bratislava

Vzdelanie: Maturita Stredná priemyselná škola spojovej techniky, Banská Bystrica (1965), Ing. Fakulta elektrotechniky, ČVUT, Praha, (1970), PhD. ÚTK SAV, študijný pobyt UNIDO Ohio State University, Columbus, USA (1981).

Prax: Technik počítačov, DATASYSTÉM, Bratislava (1970), vývojový pracovník, Výskumne - vývojové stredisko TESLA Nižná, neskôr Výskumný ústav výpočtovej techniky, Žilina (1971 - 1973), výskumný a vedecký pracovník, Ústav technickej kybernetiky SAV (1973-1991), odborný asistent Vysoká škola výtvarnýc umení (1991 - 1996), docent Fakulta elektrotechniky a informatiky, neskôr Fakulta informatiky a informačných technológií, STU Bratislava (1996 - 2008), zakladajúci dekan, Fakulta informatiky, Paneurópska vysoká škola (2008 – 2017), vedúci, Múzeum počítačov pri VS SAV (2017 -)