

KALKULÁTORY

Milan Špalek

(Pokračování)

Kalkulátor měl předprogramované funkce goniometrické, cyklometrické, logaritmické, exponenciální, obecnou mocninu, druhou odmocninu, druhou mocninu, $n!$, π , $1/x$, převody mezi desetinným a šedesátiným vyjádřením zlomku, převody polárních a pravouhlych souřadnic, převody desítkových a oktálových (osmičkových) čísel, přímé sčítání v šedesátině soustavě a funkce INTEGER a FRACTION. K programování sloužily dvě vložky, čtyři relační testy, pět uživatelem definovatelných kláves, labely a pouze přímé adresování. Na štítek bylo možno během asi 1 sekundy nahrát všech 600 bitů programové paměti. Další informace o HP-35 a HP-65 lze nalézt v [7] a [8].

HP-65 ztratila své suverénní postavení nejdokonalejšího programovatelného kalkulatoru o rok později, když firma Texas Instruments přišla s programovatelným kalkulatorem SR-52. Informace o tomto přístroji přinesly články [1] a [2].

SR-52 je rovněž plně programovatelný kalkulator s kapacitou paměti programů 224 kroků s možností částečného sdružování kroků (sdružuje se prefixové tlačítko 2nd s příslušnou funkcí nebo operací), kapacita paměti dat je 20 registrů. Registry mohou uchovávat dvanáctimístnou mantisu (kalkulátor HP „jen“ desetimístnou).

Programovací logikou je AOS s devíti úrovněmi závorek. SR-52 měla předprogramován výpočet druhé i obecné mocniny a odmocniny, $1/x$, faktoriál, logaritmy a exponenciály, goniometrické a cyklometrické funkce, převody mezi stupni a radiány, polárními a pravouhlymi souřadnicemi a mezi desetinným a šedesátiným tvarem zlomku. K programování byly určeny 72 labely, 5 vložek, 6 relačních testů, přímé i nepřímé adresování (pomocí libovolného registru) a bylo možno vyvolávat podprogramy ve dvou hladinách.

Na štítek bylo možno nahrát 224 kroky po 8 bitech. Existovalo dokonce možnost nahrát na štítek i obsahy datových registrů a je pozoruhodné, že o tom v uživatelském manuálu nebyla nikde žádná zmínka. Stačilo přenést data z původních registrů do registrů s adresou větší než 70, kde byl jinak uložen program, a vydat příkaz k nahrání na štítek. Opačným postupem bylo možno data vrátit do původních registrů R00 až R19.

V roce 1976 byla k dostání i tiskárna PC-100, kterou bylo možno připojit ke kalkulatorům TI. Ve stejném roce se objevil i stolní plně programovatelný kalkulator SR-60 s alfanumerickým displejem. Jeho kapacita 40 pamětí a 480 kroků bylo možno přidavným modulem rozšířit na 100 pamětí a 1920 kroků.

Vývoj techniky LSI probíhal v těchto letech takto: v roce 1973 existovaly čipy 4K byte a na trhu byl osmibitový mikroprocesor INTEL 8080, který se stal na dlouhou dobu vzorem pro další výrobce. V roce 1974 se objevil další důležitý typ mikroprocesoru MOTOROLA 6800 a o rok později byly k dispozici pamětové čipy 16K byte. Paměti 16K byte se vyrábělo v roce 1975 asi 1000 kusů, v roce 1976 asi 100 000 kusů a v roce 1979 již více než 60 milionů kusů.

V roce 1976 byla již na světových trzích nabízena široká paleta programovatelných kalkulatorů. Firmy TI a HP nabízejí i vědecké kalkulatory s mnoha funkcemi SR-51A a HP-27. Ceny těchto kalkulatorů přesahovaly 100,- \$. V témže roce byla rozšířena řada kalkulatorů HP-20, jejíž výroba byla

zahájena v roce 1975 (typy HP-21, HP-22, HP-25). Popis vnitřní struktury těchto typů je v [1] a [9]. V roce 1976 se objevil programovatelný typ HP-25C, což byl první kalkulator se stálou pamětí (continuous memory) typu C-MOS.

V témže roce byl typ HP-65 nahrazen plně programovatelným kalkulatorem HP-67 a HP-97, oba typy jsou vyráběny dodnes [3]. Později byl vyroben ještě kalkulator HP-97 S I/O, který umožňoval připojit měřicí přístroje po sběrnici BCD on line – je to dodnes jediný programovatelný kalkulator tohoto druhu ve výrobním programu HP, TI nic podobného nevyrábí.

Mikroprocesor uvedených kalkulatorů je shodný s obvodem Arithmetic-Control-Timing kalkulatorů řady HP-20. HP-67 má čtyři pamětové čipy v pouzdrech s osmi vývody. Na čipu jsou 1024 desetibitová slova mikroprogramu v paměti ROM a současně šestnáct 56bitových registrů paměti RAM. 32 registry slouží k uložení programu (224 plně sdružených kroků) a k dispozici je 26 pamětí dat.

Snímač štítků lze ovládat těmito příkazy: nahraj a založ obsah všech datových registrů, nahraj a založ obsah vybraných registrů, nahraj a založ obsah programové paměti, sdruž programové subsekcce, nahraj úhlový mód, postavení vložek a formát displeje. Štítky byly (proti HP-65) nového typu. Záznam byl dvoustopý a na každou stopu bylo možno nahrát 952 bitů, rozdělené do 34 dílčích záznamů po 28 bitech. První a poslední informace na každé stopě nahrál počítač automaticky a při zakládání pak podle nich poznal charakter nahrávky (např. že jde o první část programu a že program na druhé straně ještě pokračuje). V případě, že bylo třeba k realizaci výpočtu založit ještě druhou stranu štítku, objevil se na displeji příkaz Crd. Zbylých 32 x 28 bitů na každé stopě sloužilo k záznamu 16 pamětových registrů nebo 112 kroků programu.

K programování sloužily tyto operace: 8 testů, 4 vložky, příkazy cyklu DSZ a ISZ, sekundová a pětisekundová pauza, přímé, nepřímé a relativní adresování, 10 uživatelem definovatelných tlačítek, 20 labelů. Podprogramy bylo možno vytvářet ve třech hladinách.

Z předprogramovaných funkcí lze jmenovat např.: goniometrické, cyklometrické, logaritmické, exponenciální, obecnou mocninu, druhou mocninu a odmocninu, faktoriál, $1/x$, π , procenta, procentové difference, procenta ze sumy, převody souřadnic polárních na pravouhly a naopak, převody šedesátiného a desetinného tvaru zlomku, přímé sčítání a odčítání v šedesátině tvaru zlomku, statistické funkce, sumu, vynechání dat, aritmetický průměr, směrodatnou odchylku, lineární regresi a odhad \hat{y} podle vypočtené lineární závislosti. Typy HP-97 a HP-97 S I/O byly vybaveny tepelnou tiskárnou.

V roce 1977 přišla konkurenční firma TI s dvěma kalkulatory, které tehdy znamenaly další „minirevoluci“. Byl to střední kalkulator TI-58, později vylepšený o stálou paměť (TI-58C) a plně programovatelný TI-59. Současně s nimi přišla na trh i nová tiskárna PC-100A s možností alfanumerického zápisu a plotingu. Popis obou přístrojů nalezneme v [4]. Střední pamětová kapacita byla 240

kroků a 30 pamětí, popřípadě 480 kroků a 60 pamětí. TI-59 uměla na štítek nahrávat jak data, tak i program – k nahrání obsahu celé paměti bylo třeba dvou štítků. Jako první kalkulatory používaly software v modulech s pamětmi typu PROM. Majitelé těchto kalkulatorů měli i možnost požádat firmu o zhotovení modulu podle vlastního návrhu.

V roce 1975 dosáhl odbyt programovatelných kalkulatorů na celém světě 1,5 mil. kusů v celkové ceně asi 224 milionů US \$. Kalkulatory TI představovaly v roce 1977 absolutní „jedničku“ a jejich výrobce si toho byl samozřejmě vědom. V Houstonu (Texas) založil speciální vyučovací středisko s vyukajícím technickým vybavením, ve kterém své zaměstnance zaučoval v programování. V roce 1978 vznikla síť takových škol po celých USA a tato střediska slouží celé veřejnosti. Školné je spíše symbolické (15,- \$) a ti účastníci, kteří si po absolvování koupí TI-59, mají školení zcela zdarma. Firmě se tato obchodní politika nesporně vyplácela. Mimochodem uvádí se, že možnosti TI-59 jsou srovnatelné s možnostmi počítače IBM 1401 z roku 1959.

Kalkulatory měly předprogramované tyto funkce: druhou i obecnou mocninu a odmocninu, logaritmy, funkce exponenciální, goniometrické a cyklometrické, převody souřadnic, převody šedesátiných a desetinných zlomků, přímé sčítání v šedesátině tvaru, statistické funkce prakticky shodné s HP-67. Programovací jazyk byl rozšířen o některé operace převzaté z kalkulatorů HP a z předchozích typů TI. Jedinou úplnou novinkou byla funkce signum. Podrobnosti nalezneme v [4].

V roce 1977 již získávaly na významu osobní počítače, které se v té době již zcela vyzuly z dětských střežičků. Počet jejich výrobců se neustále zvětšoval, např. koncem sedmdesátých let jich bylo v USA více než 60. Mikroprocesory se začaly objevovat i v jiných výrobních spotřebních elektroniky.

V letech 1978 a 1979 nastoupila technika VLSI (Very Large Scale of Integration) – velmi vysoká hustota integrace. Realitou se staly paměti RAM se 64K byte na čip (např. TMS 4146 s plochou čipu 21,3 mm²). Plocha jedné pamětové buňky je u tohoto typu 170 μm². Japonská firma NIPPON umístila svou paměť 64K byte na čip o rozměrech 6,1 x 5,8 mm, jednotlivé buňky měří 14 x 15 μm. V očekávání je i RAM 256K byte a v letech 1982 až 1983 paměť RAM 1M byte na čipu. Ve výrobě jsou již běžné magnetické bublinkové paměti 256K bitů (ROCKWELL a TI), 1M bitů (INTEL). Hovoří se o novém vývojovém směru WSI (Wafer Scale Integration), tj. integrace kompletních systémů na keramickém plátku s průměrem přes 10 cm.

Objevují se i „analogové“ mikroprocesory (INTEL 2920, AMI S 2811) a číslicové mikroprocesory nové generace, šestnáctibitové typy INTEL 8086, ZILOG Z-8000, MOTOROLA MC 68000, ROCKWELL SUPER-65 a jiné, z nichž některé jsou již v sériové výrobě (ZILOG, INTEL). Mohou přímo adresovat paměť řádu megabitů a svou operační rychlostí spolehlivě překonají leccos který dnešní minipočítač. Firma PHILIPS vyvíjí jako periferní paměť speciální laserovou jednotku, která by na disku o průměru

30 cm uchovávala až 10^{10} bitů. K tomu lze poznamenat, že lidská paměť má kapacitu asi 10^{11} až 10^{12} bitů.

Ve výčtu nejznámějších typů kalkulačů nelze opomenout poslední typ HP-41C. Tento přístroj představuje vzor toho, jak by mělo vypadat uspořádání programovatelných kalkulačů v první polovině osmdesátých let: výměnné moduly ROM i RAM, řada různých periferních jednotek, v budoucnosti paměti s kapacitou o několik řádů větší, vnější paměť z bublinkových domén atd.

Centrální procesor je u tohoto počítače zcela nového typu s pěti pracovními 56 bitovými registry A, B, C, M a N, jeden 8bitový registr, jeden 14bitový stavový registr, dva čítače a čtyři registry zpětných adres. CPU je údajně dvakrát rychlejší než u předchozích kalkulačů HP. Je schopen adresovat až 64K byte desetibitových slov v ROM a 7K byte paměti RAM. Paměti RAM s organizací 16 registrů po 56 bitech je celkem pět. 1,75K byte RAM lze připojit ve formě čtyř modulů. Jeden z pěti čipů RAM slouží jako interní paměť, zbylé čtyři čipy jsou k dispozici uživateli. Činnost HP-41C řídí mikroprogramy v pamětech ROM (tři čipy) s celkovou kapacitou 12K desetibitových slov. To je šestnáctkrát více než v HP-35 a třikrát více než v HP-67. Adresové pole má 16 bitů; čtyři první bity slouží k výběru jednoho ze 16 obvodů ROM. Jak vidíme, CPU má ve svých adresovacích možnostech dosud značné rezervy a to svědčí o tom, že HP počítá s dalším, zvětšováním kapacity modulů nebo s brzkou konstrukcí ještě výkonnějšího kalkulačů se stejným mikroprocesorem.

HP-41C byl rovněž na stránkách AR (A6/1980) již ve stručnosti popsán. Má předprogramovány tyto funkce: goniometrické, cyklometrické, logaritmické, exponenciální, procenta, procenta z difference, pí, $1/x$, odmocniny, mocniny, obecné mocniny, obvyklé typy převodů, běžné operace se zásobníkem, obvyklé statistické funkce včetně možnosti specifikovat blok statistických registrů a jiné. Pokud jde o programování, použitá implementace jazyka RPN umožňuje vše, co bylo možné na HP-67, HP-29C, HP-34C a jiných obdobných kalkulačích, včetně řady novinek. Jsou to např. funkce pro operace s alfanumerickými „texty“, programování tónového generátoru, 10 relačních testů pro srovnání čísel a 2 testy pro srovnání alfabetských řad, 56 vlnáček, automatické i programovatelné vypínání kalkulačů, signum, modulu, všechny běžné druhy adresování atd. Připojením periferních zařízení (snímač štítků, tiskárna/plotter, WAND) se počet možných funkcí dále zvětšuje.

Protože možných funkcí jsou celé stovky, je HP-41C vybaven ještě zvláštní „katalogovou“ funkcí. Vyvoláme-li funkci CATALOG 1, vyjmenuje kalkulač všechny programy, které jsou uloženy v jeho paměti. CATALOG 2 vyjmenuje všechny funkce v periferních zařízeních a CATALOG 3 vyjmenuje všechny předprogramované funkce a operace v kalkulačů.

Všechny dosud publikované popisy HP-41C si všimají možnosti přiřadit některou funkci kalkulačů, která není na žádném tlačítku klávesnice, nebo funkci z periferního zařízení či label vlastního programu libovolnému tlačítku. Tento zajímavý postup nebyl nikde popsán.

Mějme v paměti uložen program, který řeší integrál Gaussovou metodou. Je označen labelem „GAUSS“. Chceme-li tuto funkci přiřadit například tlačítku X/Y, které je v prvním sloupci druhé řady klávesnice, zvolíme nejprve funkci ASN (assign – na displeji se objeví ASN). Dále zvolíme pracovní režim ALPHA (na displeji se objeví příslušný znak). Nyní vypíšeme název programu: G, A, U, S, S (na displeji je napsáno

ASN GAUSS). Nyní je třeba zrušit režim ALPHA (příslušný znak na displeji zhasne). Pak stiskneme tlačítko X/Y (na displeji je napsáno ASN GAUSS 21). Dvojcísli 21 je souřadnicí tlačítka X/Y. Chceme-li kdykoli později integrovat nějakou funkci Gaussovou metodou, přepneme nejprve kalkulač na režim programování a do paměti vložíme příslušnou funkci. Vrátime se na výpočtový režim a stiskneme tlačítko X/Y. Kalkulač pak, má-li to naprogramováno, požádá o sdělení integračních mezí (VLOZ A, VLOZ B) a po několika sekundách sdělí výsledek: $I = \dots$

Jak již bylo řečeno, kalkulač obsahuje 56 vlnáček, z toho 26 vlnáček je „systémových“. Tak například je-li při nahrávání programu na štítek vybuzena vlnáčka 11, je pak vždy, když je tento program založen do paměti, automaticky „odstartován“. Jestliže je při stejné příležitosti vybuzena vlnáčka 14, je program nahrán utajeně.

Snímač (zařízení pro čtení štítků) s typovým označením HP-82104A používá stejné štítky jako HP-67. V paměti ROM má kromě řady funkcí uložen i překladač programů nahraných na HP-67 nebo HP-97. HP-41C však některé funkce HP-67 postrádá. Nepoužívá například registr I, který HP-67 používal k nepřímému adresování, protože HP-41C může k nepřímému adresování použít libovolný registr. Překladač proto nahrazuje registr I registrem R 25 atp.

HP-82104A nenahrává samozřejmě jen data a program, ale i údaje o stavu vlnáček, poměru data/program paměti RAM, informace o přiřazení funkcí a programů jednotlivým tlačítkům a další. Funkce WALL (write all) dovoluje nahrát na štítky obsah všech registrů RAM včetně interních. Snímač je napájen zdrojem z kalkulačů. Protože je (vzhledem ke kalkulačů) energeticky mnohem náročnější, stav článků v kalkulačů si průběžně kontroluje a v případě zmenšení napětí upozorní uživatele napsáním BAT na displeji.

Firma HP v minulosti prosazovala tiskárny přímo vestavěné v kalkulačích a vyráběla dvojice kalkulačů, které se navzájem lišily jen tím, že jeden z nich byl opatřen tiskárnou a druhý nikoli (HP-67 a HP-97, HP-29C, HP-19C). U HP-41C je používána periferní tiskárna s typovým označením HP-82143A. Má rozměry $13 \times 6 \times 18$ cm a je napájena buď z vestavěných akumulátorů nebo ze sítě. Její činnost řídí mikroprocesor 3870, který pracuje s paměti ROM 2K byte a RAM 64 byte. Informace, které jsou po sběrnici přenášeny z kalkulačů, si procesor 3870 uloží do bufferu (vyrovnávací paměť) s organizací FIFO (first in first out), tj. data vstupující jako první vystupují rovněž jako první. Tato paměť má kapacitu 42 byte.

HP-82143A tiskne data, písmena malé i velké abecedy a písmena dvojnásobné velikosti. Jejím připojením ke kalkulačů se soubor funkcí rozšíří o 24 další, určené zejména k formování vystupujících dat, k plottingu apod.

Firma Texas Instruments prozatím model kalkulačů pro osmdesátá leta nepředstavila, protože však stojí v čele výrobců nových čipů RAM VLSI, má reálnou naději, že se jí, jako jedné z prvních na světě, podaří snížit jeho cenu na přijatelnou výši. Můžeme též očekávat, že předpokládané zvětšení kapacity programové a datové paměti vyjde od této firmy. K tomu jeden údaj z ročenky Quo vadis elektronika 80: očekává se, že cena na 1 bit u paměti 64K byte a 16K byte se vyrovná asi v roce 1981 přibližně na 0,01 centu a v roce 1985 má klesnout cena 1 bitu paměti 64K byte na 0,0001 centu. V řadě aplikací však může být čip 64K byte lacinější než 16K byte již letos.

(Pokračování)