

7
VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI,
nositelka Řádu práce
Fakulta textilní
Katedra elektrotechniky

Ing. Václav S e d l í c k ý

ELEKTRONICKÉ ŘÍZENÍ LISTOVÉHO STROJE

Kandidátská disertační práce

Školitel : Doc. Ing. Jiří Zelenka, DrSc.

Liberec 1981

O B S A H

strana

1.	ÚVOD	4
2.	KONCEPCE ELEKTRONICKÉHO ŘÍZENÍ LISTOVÝCH STROJŮ	6
2.1	Princip práce listových strojů	6
2.2	Dosavadní způsoby řízení listových strojů	9
2.2.1	Příklad principu práce a způsobu práce rychloběžného listového stroje RL 600	11
2.3	Princip elektronického řízení	14
2.3.1	Časové podmínky pro elektronické řízení	14
2.3.2	Způsob ukládání vzoru do paměti mikropočítače	18
3.	VOLBA MIKROPOČÍTAČE	20
3.1	Mikropočítačový systém Mikrosat	21
3.1.1	Procesorová deska SBC 80/10	22
3.1.1.1	Zdroje žádostí o přerušení	26
3.1.1.2	Přizpůsobovací obvod pro paralelní vstup/výstup	26
3.1.1.3	Přímé nastavení a nulování jednotlivých bitů obvodu I 8255	28
4.	NÁVRH OBVODOVÉHO ZAPOJENÍ PRO SKUPINOVÉ ŘÍZENÍ DVOU LISTOVÝCH STROJŮ	31
4.1	Obecná formulace daného problému	31
4.1.1	Blokové schéma skupinového řízení	34
4.2	Synchronizační obvod	34
4.3	Indikační obvod	36
4.3.1	Indikační obvod s jedním kotoučem	37
4.3.2	Indikační obvod se dvěma kotouči	39
4.4	Oddělovací stupeň	39
4.4.1	Návrh vstupního oddělovacího stupně	40
4.4.1.1	Optoelektrické vazební členy čs.výroby	40
4.4.1.2	Připojení optoelektrických vazebních členů na obvod pro rozlišení směru otáčení hřídele listového stroje	41
4.5	Rozlišení smyslu otáčení hřídele list.stroje	46
4.6	Registr žádostí o obsluhu listového stroje	49

4.7	Návrh uspořádání kanálů mikropočítače pro vstup / výstup	51
4.8	Přizpůsobovací obvody mezi mikropočítačem a silovými členy	54
4.9	Spínání elektromagnetu silového členu	55
5	ŘEŠENÍ PROBLEMATIKY VÝPADKU SÍŤOVÉHO NAPĚTÍ	59
5.1	Koncepce uložení vzoru v paměti z hlediska výpadku síťového napětí	59
5.2	Opatření při výpadku napájení	63
5.3	Výběr záložního napájecího zdroje	63
5.3.1	Pomalé (kapkové) nabíjení akumulátorů NiCd	65
5.4	Indikace výpadku sítě	67
5.4.1	Čidlo výpadku sítě s RC členem	67
5.4.1.1	Návrh čidla s RC členem	67
5.4.2	Čidlo výpadku sítě se znovuspustitelným monostabilním klopným obvodem	69
5.5	Uložení vzoru do paměti typu EPROM	72
5.5.1	Uložení polohy naposledy zatkaného útku	75
5.5.1.1	Uložení polohy útku do paměť.obvodu U 202 D	76
5.5.1.2	Uložení polohy útku do paměť.obvodu MHB 1902	79
5.6	Uložení vzoru do paměti RAM-CMOS	81
5.6.1	Blokové schéma obvodů pro řízení paměti RAM-CMOS při výpadku napětí	81
5.6.1.1	Řídící logika	82
5.6.1.2	Blokování zápisu	86
5.6.1.3	Oddělení hlavního a záložního napájení	88
6.	OVLÁDACÍ PANEL S POMOCNÝMI OBVODY	90
6.1	Koncepce ovládacího panelu	90
6.2	Způsob volby vzoru	92
6.3	Zadávání úplných počátečních adres vzorů v BCD	92
6.4	Snímání vstupních signálů mikropočítačem	94
7	CHOD ZPĚT U LISTOVÉHO STROJE RL 600	96
8	MALÝ MIKROPROCESOROVÝ VÝVOJOVÝ SYSTÉM	100
9	ZÁVĚR	103
10	LITERATURA	107

1. ÚVOD

Otázka rozvoje aplikací mikroprocesorů při řízení technologických procesů je ve světě velmi živá. Také v oblasti řízení textilních strojů zachytili přední výrobci nástup mikroprocesorové techniky. Svědčí o tom mj. i exponáty z výstavy ITMA 1979 konané v Hannoveru /1/. Mikroelektronika nachází uplatnění zejména u plochých pletacích strojů, velkopřůměrových i malopřůměrových pletacích strojů, při přípravě verdolských karet pro žakáry, u soukacích strojů a v jiných případech.

Také výstava ATME, která proběhla v říjnu 1980 v Greenville v USA potvrdila nový trend v automatizaci textilní výroby. Zde již bylo vystavováno první elektronické řízení prošlupního zařízení /61/, /72/. Pro svoje skřipcové stavy PS vyvinula firma Sulzer prošlupní zařízení SEM řízené mikroprocesorem. V příslušenství stroje je zařízení pro ukládání vzorů do paměti, k jejich mazání a pro grafický výstup uložené informace. Řízení barevné záměny pomocí mikroprocesoru bylo publikováno již před časem.

Textilní stroje přecházejí tak v poslední době postupně na číslicové řízení (NC), které je u jiných strojů, např. obráběcích strojů již běžné. Číslicové řízení obráběcích strojů lze rozdělit do několika stupňů. Struktura současných číslicově řízených textilních strojů odpovídá ve srovnání se stupněm číslicového řízení obráběcích strojů systémům CNC (Computerized Numerical Control) /73/. Charakteristickým znakem systémů CNC je obdobné vnitřní uspořádání, jaké mají počítače (většinou minipočítače nebo mikropočítače). Vnitřní výstavba systémů CNC bývá stavebnicová, což umožňuje s použitím určitého sortimentu funkčních bloků vytvářet různé sestavy řídicích systémů. Vlastnosti sestavy jsou dány systémovým programem, který je uložen ve vyhrazené části operační paměti. Masové rozšíření systémů CNC dovolil pokrok ve vývoji mikroelektroniky, zejména výroba mikroprocesorů, polovodičových pamětí a dalších obvodů velké integrace. Nízká cena a malé rozměry umožňují vybavit systémy CNC i poměrně malé a jedno-

duché stroje. Základní znakem systémů CNC ve srovnání se složitějšími systémy adaptivního řízení (AC) je to, že u systémů CNC není uzavřena zpětná vazba mezi řízeným procesem a vlastním řídicím systémem ("tvrdé řízení") /73/. Podmínkou většího rozšíření systémů adaptivního řízení u obráběcích a později i textilních strojů je vývoj spolehlivých čidel pro měření technologických veličin.

Problematika číslicového řízení listových strojů je poměrně široká a zahrnuje několik částí:

1. Elektronickou řídicí jednotku a její programové vybavení.
2. Elektromechanické silové členy (převodníky) .
3. Mechanickou část listového stroje.

Předkládaná kandidátská disertační práce se zabývá především problematikou ad 1, tj. návrhem koncepce a ověření funkčních částí elektronické jednotky pro skupinové řízení dvou listových strojů pomocí mikropočítače se zvláštním zaměřením na aplikaci mikroprocesorových systémů, které jsou v ČSSR dostupné.

Navržený systém řízení, jak ukázala jednání se zainteresovanými pracovníky Koncernového výzkumného ústavu Elitex, lze aplikovat jak na stávající listové stroje (např. listový stroj typu RL 600) , tak i na nové modely ve větší míře využívající aplikace elektrotechniky a elektroniky (např. listový stroj typu SKV) .

Celá problematika byla rozvržena do několika částí. Úvodní kapitoly disertační práce se zabývají dosavadními způsoby řízení listových strojů s důrazem na princip listového stroje RL 600. Je také diskutována otázka časové reálnosti skupinového řízení. V následující části se zdůvodňuje zvolený typ mikropočítače s uvedením jeho vlastností. Na tuto část navazuje návrh obvodového zapojení s popisem požadované funkce jednotlivých bloků a možnostmi jejich realizace. Další kapitola řeší problematiku výpadku síťového napětí, která je s ohledem na charakter práce řízeného stroje otázkou zásadní. V závěru práce je pak navržen ovládací panel a způsob jeho úsporného spojení s mikropočítačem.

2. KONCEPCE ELEKTRONICKÉHO ŘÍZENÍ LISTOVÝCH STROJŮ

2.1 Princip práce listových strojů

Pomocí listových strojů se dosahuje programového pohybu listů tkacího stroje a tím se vytváří vazba a vzor na tkanině. Vačková prošlupní zařízení jsou výhodná pouze pro jednoduché vazby do deseti listů, které se ve výrobě často opakují. Pro vazby složené, které se nepřiliš často opakují a pro vazby s větším počtem listů, je nutno použít prošlupního zařízení s volitelným programem zdvihu listů, tzn. listových strojů. Listové stroje dělíme podle několika hledisek /4/:

- podle tvoření prošlupu na stroje
 - a) pro horní prošlup (na zdvih)
 - b) pro plný prošlup
- podle principu práce na listovky
 - a) nožové (systém Hattersley)
 - b) rotační
 - c) hydraulické

Na stroji pro horní prošlup se všechny tkací listy vracejí do dolní polohy. Při vytváření prošlupu se tkací listy těch osnovních nití, které mají ležet nad útkem, zvedají do horní krajní polohy.

Na stroji pro plný prošlup se listy vracejí do střední polohy. Při vytváření prošlupu se tedy listy nití, které mají ležet nad útkem, zvedají a listy nití, které mají ležet pod útkem, stahují. Pohyb tkacích listů řízený listovkou pro plný prošlup je během jedné otáčky menší než na listovce pro horní prošlup.

U negativních listových strojů je nucený pouze zdvih a dolů se listy stahují pomocí pružin.

U pozitivních listových strojů je nucený jak zdvih, tak i stah.

Ze známých principů je nejrozšířenější, nejpropracovaněj-

ší a dosud nejrychlejší systém Hattersley. Zastavme se proto u listovek tohoto druhu déle. Celé ústrojí listového stroje se dělí na tři základní mechanismy:

a) Pohybový mechanismus, který má stálý pohon od tkacího stavu. Jeho výslednicí je u systému Hattersley pravidelný vratný pohyb jedné nebo dvou ocelových lišt zvaných nože.

b) Řídicí mechanismus, který na základě údajů z programové karty řídí zdvih tkacích listů.

c) Mechanismus pro zvedání tkacích listů, jehož hlavní částí jsou v systému Hattersley háky, tzv. platiny. Platiny se zavěšují na nože pohybového mechanismu.

Listovky systému Hattersley dělíme na:

- a) jednozdvižné (jednočinné),
- b) dvojezdvižné (dvoječinné).

Jednozdvižné listové stroje jsou nejstarším typem listových strojů. Mají pouze 1 nůž a jednu řadu platin. Po zanesení útku se všechny platiny a s nimi také listy vracejí zpět do výchozí polohy. Prošlup se tedy po každém útku plně uzavře a útek se přiráží vždy při uzavřeném prošlupu. To je význačná přednost těchto listových strojů. Protože však jednozdvižné listové stroje mají omezenou rychlost do 160 až 180 ot/min., používají se dnes už jen na starších typech člunkových stavů.

Příklad moderního provedení dvojezdvižného listového stroje, pracujícího v systému Hattersley, je popsán v další kapitole 2.2.

U listovek rotačních jsou nože nahrazeny kývajícím se hřídelem. Výhodou tohoto typu listovek je menší vůle a z toho vyplývající menší dynamické namáhání (nevznikají kmity). Nevýhodou je poněkud nevhodný průběh zrychlení. Rotační princip využívá listovka typu Staubli 1430. /57/.

U hydraulické listovky se využívá - jak již sám název napovídá - pro řízení pohybu listů hydraulický princip. Výhodou je malý prostor, který samotný stroj zaujímá, nepatrná hlučnost a poměrně vysoký počet prošlupných změn. Nevýhodou je nutnost výroby velmi přesných dílů, aby se zamezilo uniká-

ní oleje a vytváření tzv. olejové mlhy. Na výstavě ITMA 79 nebyla listovka využívající hydraulický princip vystavována a v praxi se dosud žádný typ - pokud je známo - neprosadil /57/.

2.2 Dosavadní způsoby řízení listových strojů

U současně vyráběných vzorovacích zařízení listových strojů bývá nositelem informace o vzoru papírový nebo fóliový děrný kartový pás a nebo silový kolíčkový pás. Z něj se informace snímají pomocí ohmatávacích pák nebo jehel a prostřednictvím mechanismu přenášejí na pohyb listů. Toto řešení dobře vyhovuje, pokud rychlost snímání není velká a nebo pokud se vzor nevyznačuje velkým raportem. Nevýhodami tohoto systému jsou zejména:

- omezená rychlost snímání vzoru z kartového pásu,
- nepružná výměna vzoru,
- velmi dlouhý kartový pás u vzorů s velkým raportem,
- technické komplikace při páráni (nutnost zdvojení snímacího mechanismu),
- poměrně vysoká cena dováženého fóliového pásu,
- malý dosažitelný raport u strojů řízených silovou kolíčkovou kartou,
- listový stroj musí být umístěn na boku stroje a zmenšuje tak prostor mezi stavy. Následkem toho lze listovkou často vybavovat pouze stavy nacházející se po straně tkalcovny /59/.

Maximálně dosažitelná rychlost snímání u listových strojů vybavených děrným kartovým pásem se pohybuje kolem 350 ot/min. Přitom moderní tkací stroje pracují až při 650 ot/min. Při těchto rychlostech jehly již nejsou schopny informaci z pásu spolehlivě snímat. Přitom spolehlivost je základním požadavkem kladeným na listové stroje. Vyšších rychlostí lze dosáhnout použitím silových kolíčkových pásů. Zde však je vzhledem k rozměrům a robustnosti kolíčkového pásu omezena délka raportu na hodnoty kolem 150, max. 300.

Je třeba se zmínit také o tom, že vedle způsobu řízení listového stroje pomocí papírového, fóliového či kolíčkového kartového pásu jsou v patentové literatuře zmínky o dalších způsobech řízení /37/.

Podle čs. patentu /44/ lze listový stroj řídit pomocí válečků dvojího provedení. Jedny jsou hladké a druhé mají na obvodu drážku. Ze zásobníku se válečky podavačem a krokovým

zařazením přesouvají pod ohmatávací páčku. Drážka na válečku má stejný význam jako otvor v kartě.

Jiný čs. patent /47/ popisuje způsob řízení listového stroje pomocí kuliček dvou, tří nebo několika různých průměrů. Ze zásobníku se kuličky vložené v pořadí stanoveném vazbou tlačí na obvod krokového kotouče, který je opatřen osmi otvory s odstupňovanými průměry a obvodovou drážkou. V horní poloze kuličky kontroluje ohmatávací drážka.

Podle francouzského patentu /54/ se listový stroj řídí magnetickým páskem, na němž je zaznamenán program vazby.

Podle patentu USA /62/ je program vazby zaznamenán na děrné pásce, bezdotykově snímán fototranzistory a dále zpracován zesilovačem. Obdobným řízením je vybaven listový stroj Muetronic firmy Müller /63/ nebo listový stroj KL 700 italské firmy Pimtestile /57/.

Podle švýcarského patentu /65/ podaného bulharskými výzkumnými pracovníky je program vazby a barevné záměny zaznamenán v rozdělovači, který je adresován vratnými čítači a koincidenčními obvody. Při každém novém útku vydá impulsní převodník signál pro zvýšení obsahu čítačů. Tento systém neumožňuje zpětný chod (párání).

Ve zprávě /70/ je popsáno použití filmové pásky o šířce 70 mm, která prokázala velmi dobré mechanické vlastnosti při zkoušce životnosti. Další velkou výhodou této pásky je zachování informace o vzoru po výpadku sítě.

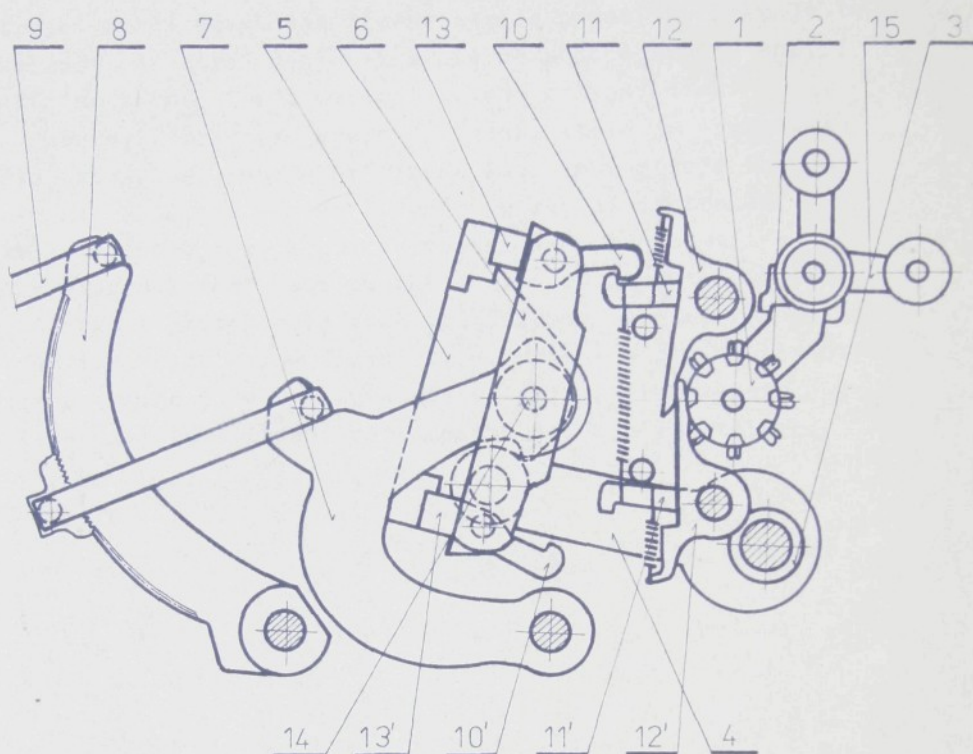
2.2.1 Příklad principu práce a způsobu řízení moderního rychloběžného listového stroje RL 600

Princip listového stroje je zřejmý z obr. 2.2.1. Informace o vzoru je uložena na otáčejícím se kartovém válečku 1 ve formě kolíčků 2, které prostřednictvím ovládacích pák 12, 12' vychylují řadičí háky 11, 11'. Mechanismus je poháněn pomocí excentrického nebo vačkového náhonu od hlavního hřídele listovky. Náhonový mechanismus je tvořen vačkou nebo excentrem 3, který pomocí ojnice 4 způsobuje pravidelný kývavý pohyb výkyvného členu 5 a travers 13, 13'.

Závihový mechanismus realizující pohyb listů je tvořen balanční pákou 6, vahadlem balanční páky 7, výstupní pákou 8 a hlavním táhlem 9, které je prostřednictvím prošlupního mechanismu spojeno s listem tkacího stroje. S balanční pákou 6 jsou spojeny platinové háky 10, 10'.

V případě, že páry háků 10, 11 a 10', 11' jsou nezavěšeny, výkyvný člen 5 kýve spolu s balanční pákou 6 náhonového mechanismu kolem bodu 14 a vahadlo 7, výstupní páka 8 i hlavní táhlo 9 zůstávají v klidu. List se nachází v jedné krajní poloze.

Pohyb listu z krajní polohy se realizuje po zavěšení jednoho z párů háků 10, 11 nebo 10', 11'. K zavěšení dojde po mechanickém impulsu od kartového válečku 1 prostřednictvím ovládacích pák 12, 12'. Je-li např. zavěšen horní pár háků 10, 11 (viz obr. 2.2.1), dochází při otáčení hlavního hřídele k pootočení členu 5 kolem bodu 14. Současně se vykřívne i balanční páka 6 a tudíž i členy 7, 8, 9. List se pak nachází ve druhé krajní poloze. V tomto okamžiku je možno zavěsit i druhý pár háků 10', 11'. V tomto případě zůstávají členy 7, 8, 9 a tím i list v této krajní poloze. Člen 5 se kýve, aniž by se jeho pohyb přenášel na závihový mechanismus. V případě, že k zavěšení nedojde, páky 7, 8, 9 se vrátí zpět do výchozí polohy. Obecně lze říci, že není zavěšen ani jeden z párů 10, 11 nebo 10', 11', je list v jedné krajní poloze (dolní). Jsou-li zavěšeny oba dva páry, nachází



Obř. 2.2.1 Princip listového stroje RL 600

se list ve druhé krajní poloze (horní).

Velkou předností listového stroje RL 600 jsou vysoké provozní parametry, zejména dosahovaná rychlost kolem 650 ot./min. Z konstrukční jednoduchosti a malého počtu otočných bodů vyplývá i provozní spolehlivost, která je u listových strojů zásadním důležitým parametrem.

Mechanismus je navržen pro ovládání 16 listů s distancí po 12 mm. V bloku je však počítáno s místem pro ovládání až 20 listů /59/. Ve standardním provedení kartového válečku je raport 56, v rozšířeném provedení lze raport pomocí přídatného vzorovacího řetězu zvětšit až na 138 nebo 300.

Poměrně nízký dosažitelný raport je jednou z nevýhod stroje. Další nevýhodou řízení stroje pomocí kolíčků je ta okolnost, že stroj není principiálně schopen chodu zpět, tudíž nelze na stroji vypárat chybně zatkaný útek.

Bude-li mikroprocesorové řízení, které je předmětem této práce, aplikováno na řízení listového stroje RL 600 jako náhrada kolíčkového řízení, je reálné odstranění nevýhod tohoto stroje při zachování jeho předností. Mikroprocesorové řízení umožní dosáhnout raportu 2000 až 4000 útků a přitom chod vzad (párání) bude zřejmě možný. Kromě toho bude možné řízení dvou, případně i více listových strojů. Blíže bude o vlastnostech spojení listový stroj-mikroprocesorové řízení pojednáno v dalších kapitolách.

2.3. Princip elektronického řízení

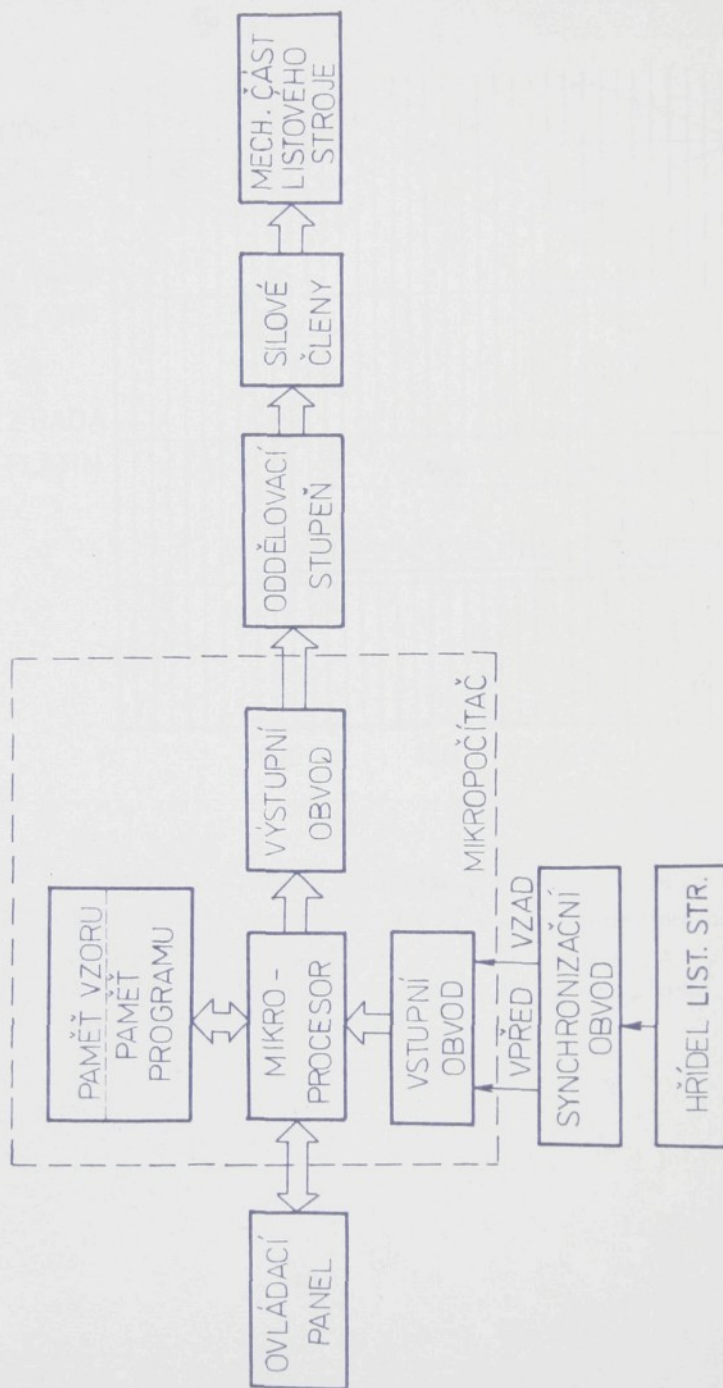
Zjednodušené schema elektronického řízení listového stroje je znázorněno na obr. 2.3.1. Vychází z předpokladu umožnit vedle tkaní (chod vpřed) i párání (chod vzad) po chybném prohozu apod. Předpokládejme, že vzor je uložen v paměti vzoru řídicí jednotky. Impuls pro změnu prošlupu se odvozuje od otáčení hřídele list. stroje. Při průchodu hřídele určitým úhlem natočení vyšle synchronizační obvod signál VPŘED. Mikroprocesor po obdržení tohoto signálu vyzvedne z paměti vzoru informaci o postavení listů pro další útek a vyšle ji na výstup. Po galvanickém oddělení se signály převedou na vhodnou napěťovou úroveň a přicházejí do silových členů, které ovládají pohyb listů.

Dojde-li během tkaní k nedoletu útku nebo k jiné chybě, tkací stroj se působením zarážek zastaví a obsluha musí jeden nebo více útků vypárat. Při otáčení hřídele strojezpět vydá synchronizační obvod signál VZAD a řídicí jednotka vyšle informaci o vazbě předchozího útku. V paměti označené v obr. 2.3.1 jako paměť programu je uložen algoritmus řízení, vzor se nachází v paměti vzoru.

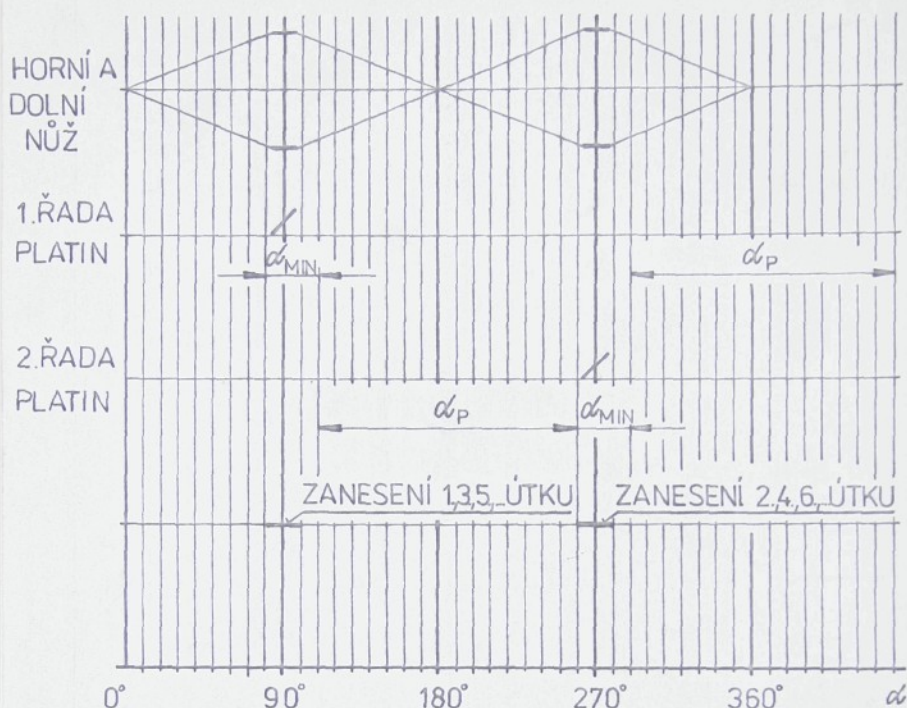
Podobně je řešeno skupinové řízení dvou listových strojů s tím rozdílem, že na mikroprocesor jsou prostřednictvím vstupního obvodu připojeny dva synchronizační obvody, z nichž každý přísluší jednomu listovému stroji. Přirozeně také počet výstupních vedení k silovým členům je ve srovnání s řízením jednoho listového stroje dvojnásobný. Bližší podrobnosti obvodového řešení skupinového řízení jsou uvedeny v kapitole 4.

2.3.1 Časové podmínky pro elektronické řízení

Abychom odhadli časovou realnost elektronického řízení, uvažujme rozvinutý kruhový diagram listového stroje pracujícího v systému Hattersley, např. typu RL 600 /59/, obr. 2.3.2. Z diagramu vyplývá, že řídicí jednotka má spolu se silovými členy na přípravu a vyslání informace pro jeden útek a reakci silového členu k dispozici čas odpovídající



Obr.2.3.1 Zjednodušené blokové schéma řízení listového stroje pomocí mikroprocesoru



Obr. 2.3.2

Rozvinutý kruhový diagram listového stroje systému Hattersley, např. RL 600. (α_{MIN} je nejmenší úhel, po který působí příkaz silovým členům pro přemístění listů, α_p je úhel využitelný pro přípravu informace pro následující útek).

otočení hřídele přibližně o 150° otáčky listového stroje. Počítáme-li v krajním případě se 600 otáčkami tkacího stroje za min., pak otáčky listového stroje jsou poloviční, tj. max. 300 ot/min., resp. 5 ot/s.

Při každé otáčce listového stroje musí řídící jednotka vyslat informaci pro dva prohozy. Přitom však např. horní řada řadicích háků zajišťuje pohyb listů pro zanesení lichých útků, dolní řada zanesení sudých útků. O tom bylo pojednáno již v kap. 2.2.1.

Hřídel listového stroje proběhne jednu otáčku za 200 ms a o úhel 150° se hřídel pootočí za 83 ms. Za tuto dobu musí řídící jednotka vyhledat v příslušných buňkách paměti informaci o postavení listů pro daný útek a vyslat ji do výstupních kanálů. Dále musí v této době reagovat silové členy. Stanovíme-li na konstrukci silového členu požadavek, že doba jeho reakce nesmí překročit 50 ms, zbývá na vlastní vyhledávací program 33 ms.

Mikroprocesor typu I 8080A zpracovává během 1 sec průměrně 235 000 instrukcí /58/. Za dobu 33 ms vykoná tedy 755 instrukcí, což je podle předběžného odhadu na vyhledání informace pro 1 útek s velkou rezervou zcela dostačující. Přitom při tkaní se 600 ot/min. bude tkací stroj pracovat pravděpodobně maximálně s 8 listy. Při tkaní s více než 8 listy budou pracovní otáčky zřejmě nižší a na přípravu informace pro jeden útek zbyde úměrně delší čas.

Z uvedeného časového rozboru vyplývá, že jedna řídící jednotka bude zřejmě schopna ovládat s ohledem na pracovní rychlost mikroprocesoru i více listových strojů současně. Pak případně na obsluhu jednoho stroje čas kratší. Jak ukazuje dosavadní praktické zkušenosti s návrhem programů pro řízení dvou listových strojů, pro přípravu informace pro jeden útek na jednom stroji lze navrhnout program, jehož délka nepřekročí 120 instrukcí. K jejich vykonání potřebuje mikroprocesor přibližně dobu 0,5 ms. Z toho je zřejmé, že skupinové řízení více listových strojů pracujících asynchronně je z hlediska časového zcela reálné.

2.3.2 Způsob ukládání vzoru do paměti mikropočítače

Při návrhu způsobu ukládání vzoru do paměti předpokládáme, že bude ovládáno 16 listů, nejvýše však 24 listů. Délka raportu bude maximálně 2000^{az 4000} a řízení bude realizováno pomocí osmibitového mikroprocesoru.

Za uvedených předpokladů při plném využití počtu listů a délky raportu rezervujeme pro uložení vzoru paměť o kapacitě 4 kB, tj. paměť se 4096 osmibitovými buňkami. Do prvních dvou buněk budou uloženy základní informace o vzoru (obr.2.3.3) tj. počet listů a délka raportu. Schema uložení informace o počtu ovládaných listů a délce raportu je uvedeno na obr. 2.3.4. Počet listů je zakódován v prvních dvou bitech buňky o adrese X způsobem naznačeným v tab. 2.3.1. K záznamu raportu je využito posledních šesti bitů^{buněk} V adrese X a celá následující buňka o adrese X+1. Raport je s ohledem na názornost, která je v textilním provozu nutná, zakódován ve 3 1/2 místním binárně dekadickém kódu a jeho délka je tedy maximálně 3999.

V osmibitových buňkách následujících za adresou X+1 je potom uložen vlastní vzor. Informace pro 1 útek bude uložena ve třech buňkách pro ovládaných 24 listů, ve dvou buňkách pro 16 listů a v jedné buňce pro 8 listů. Pokud bude počet ovládaných listů menší než 24, což nastane zřejmě ve většině případů, pak lze volné listy využít pro řízení barevné záměny.



Obr. 2.3.4

Způsob uložení informace o počtu listů a délce raportu

Tab.2.3.1

Kódování počtu listů

kód	počet listů do
00	24
01	16
10	8



Obr.2.3.3

Uložení vzoru do paměti

3. VOLBA MIKROPOČÍTAČE

Z velkého počtu mikroprocesorů vyráběných ve světě byly pro ČSSR vybrány typy ekv. I 8080Aa I 3000 /50/ a proto převážná část aplikací vyvíjených v našich podnicích počítá s použitím uvedených typů. Část podpůrných obvodů, které spolu s mikroprocesorem tvoří mikropočítač, se již nyní vyrábí v k.p. Tesla Rožnov a Tesla Piešťany /22/. Zbývající obvody se v uvedených podnicích vyvíjejí a nebo se dovážejí z SSSR. Z toho vyplývá, že mikroprocesorová součástková základna bude u nás zajištěna.

Základním hlediskem pro výběr mikropočítače pro řízení listových strojů je jeho perspektiva výroby v ČSSR. Pro průmyslové aplikace se středními nároky na rychlost je vhodný mikropočítač osazený mikroprocesorem ekv. I 8080A. Pokud je známo, vývojem mikropočítačů se u nás zabývají Výzkumný ústav automatizační techniky Praha, Výzkumný ústav výpočetní techniky Žilina a k.p. Tesla Kolín. V tabulce 3.1.1 jsou shrnuty vyvíjené systémy s uvedením budoucího výrobce.

Tabulka 3.1.1 Čs. mikroprocesorové systémy

vývojové pracoviště	systém	budoucí výrobce	určení
VÚAP Praha	Mikrosat, podsystem Miris	Čakovice ZPA	řízení techn. procesů
VÚVT Žilina	modulární mikroproce- sorový syst. SM 50/40	B. Bystri- ca ZVT	výp. technika
Tesla Kolín	jednodeskový mikropočítač	Tesla Kolín	NC obráběcí stroje

3.1.1

Z možností uvedených v tab. V byl zvolen systém Mikrosat s ohledem na to, že vyvíjející pracoviště VÚAP Praha nabízí

celý soubor navazujících desek, ze kterých lze stavebnicovým způsobem sestavit mikropočítačové systémy různě složitosti podle charakteru řízeného procesu /3/. Součástí systému je i napájecí zdroj a mechanická konstrukce, což je výhodné. První moduly systému Mikrosat budou k dispozici v 1.Q.1981.

3.1 Mikropočítačový systém Mikrosat

Abychom získali představu o sortimentu modulů, ze kterých je možné sestavit mikropočítačový systém, uvedeme dále přehled vyvíjených desek /3/:

1. Základní procesorová deska pro vyšší systémy MPS 80/20
2. Procesorová deska pro jednoduché systémy MPS 80/10
3. Rychlá aritmetická jednotka MPS 310
4. 16 Kbyte vnější dynamická paměť RAM MPS 016
5. 16 Kbyte paměť EPROM MPS 416
6. Deska feritové paměti MPS 208
7. Paměťová karta se záložní baterií MPS 094
8. Kombinovaná paměťová, interfaceová karta MPS 104
9. Kombinovaná deska vstupů a výstupů MPS 517
10. Programovatelná karta vstupů/výstupů MPS 519
11. Karta opticky izolovaných vstupů/výstupů MPS 556
12. Deska řízení DMA MPS 501
13. Čtyřkanálová komunikační deska MPS 534
14. Karta analogových vstupů MPS 616
15. Univerzální karta vstupů/výstupů MPS 508
16. Karta analogových výstupů MPS 608
17. Karta analogových vstupů a výstupů MPS 650
18. Zdroj pro střední mikroprocesorové systémy DUE 033
19. Zdroj pro větší mikroprocesorové systémy DUE 034
20. Univerzální deska
21. Prodlužovací deska

Pro řízení listových strojů přichází v úvahu procesorová deska MPS 80/10 a dále některé z dalších desek, jako např. paměťová karta se záložní baterií MPS 094, případně i jiné.

Pro napájení vyhoví zřejmě zdroj DUE 033, který je vhodný pro střední systémy o cca 4 deskách.

Vlastní systém je zabudován do jednotné konstrukční stavebnice a tvoří samostatný přístrojový blok. Bude se vyrábět ve dvojí modifikaci:

- a) pro montáž do skříní a panelů,
- b) ve stolním provedení.

Přístrojový blok obsahuje tyto hlavní části:

- kostru s výměnnými deskami plošných spojů a ventilací,
- zdrojovou část s ventilací,
- přizpůsobovací členy,
- čelní panel pro ovládací a signalizační prvky.

Rozměry bloku jsou přizpůsobeny rozměrům odpovídajícím návrhu standartu RVHP, rozměry čelního panelu vycházejí z 19-palcového systému /3/. Hlavní rozměry bloku jsou pro informaci naznačeny na obr. 3.1.1.

Poznamenejme, že systém Mikrosat je z hlediska vstupních a výstupních signálů zcela kompatibilní se systémem SBC-80 fy Intel. Proto je možné do té doby, než budou publikovány podrobné informace včetně schemat zapojení desek systému Mikrosat, vycházet z dostupných informací o systému Intel SBC-80. Seznámíme se proto blíže s vlastnostmi procesorové desky SBC-80/10.

3.1.1 Procesorová deska SBC-80/10

Z blokového schématu jednodeskového mikropočítače SBC-80/10 nakresleného na obr. 3.1.2 /10/ je zřejmé, že se skládá z šesti funkčních bloků:

- 1) centrální jednotky,
- 2) přizpůsobovacího obvodu (interface) pro systémové sběrnice,
- 3) paměti RAM,
- 4) paměti ROM/PROM,
- 5) přizpůsobovacího obvodu (interface) pro sériový vstup/výstup,

6) přizpůsobovacího obvodu (interface) pro paralelní vstup/výstup.

Podrobné schema zapojení procesorové desky SBC-80/10 je uvedeno v /10/.

Centrální jednotka se skládá z procesoru I 8080 A, generátoru hodinového kmitočtu a budiče I 8224 a obvodu pro řízení systému a budiče sběrnice I 8238. Centrální jednotka plní všechny funkce procesoru a poskytuje časovací impulsy pro všechny obvody v systému. Generuje adresové a řídicí signály nezbytné pro přístup do pamětí a vstupních a výstupních kanálů umístěných jak na desce SBC-80/10, tak i mimo ni. Jednotka provádí 78 instrukcí. Dále reaguje na žádosti o přerušeni vzniklé na desce i mimo ni, na žádosti o přechod do stavu HOLD přicházející z jiných modulů požadujících převzetí řízení systémové sběrnice a na žádosti o přechod do stavu WAIT přicházející z paměti nebo vstupních/výstupních obvodů, jejichž přístupová doba je delší než strojový cykl mikroprocesoru I 8080 A.

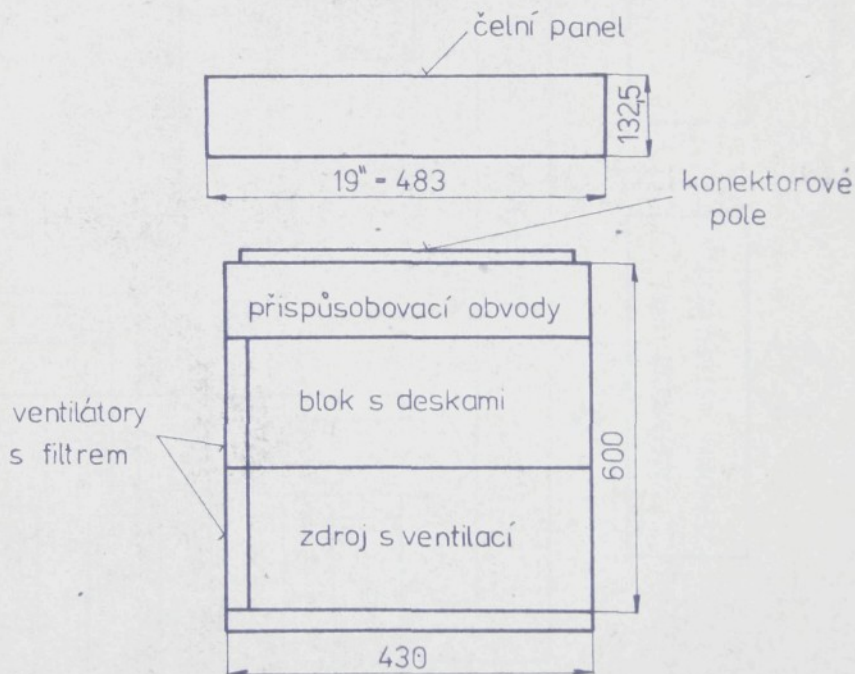
Přizpůsobovací obvod (interface) pro systémovou sběrnici zahrnuje soubor obvodů, které hradluji žádosti o přerušeni, žádosti o stav HOLD a vstupní signály READY a RESET na příslušné vývody centrální jednotky. Jiné obvody zesilují různé vnější systémové řídicí signály. Tato část procesorové desky obsahuje také 2 obousměrové zesilovače sběrnice I 8216, které budí paměťovou sběrnici pamětí na desce SBC-80/10. Šest obvodů 8226 budí vnější systémovou datovou a adresovou sběrnici.

Paměť pro čtení i psaní RAM má kapacitu 1024 x 8 bitů a jsou přiděleny adresy 3 000 ... 3 FFF. Dále sem patří nezbytná řídicí a dekódovací logika.

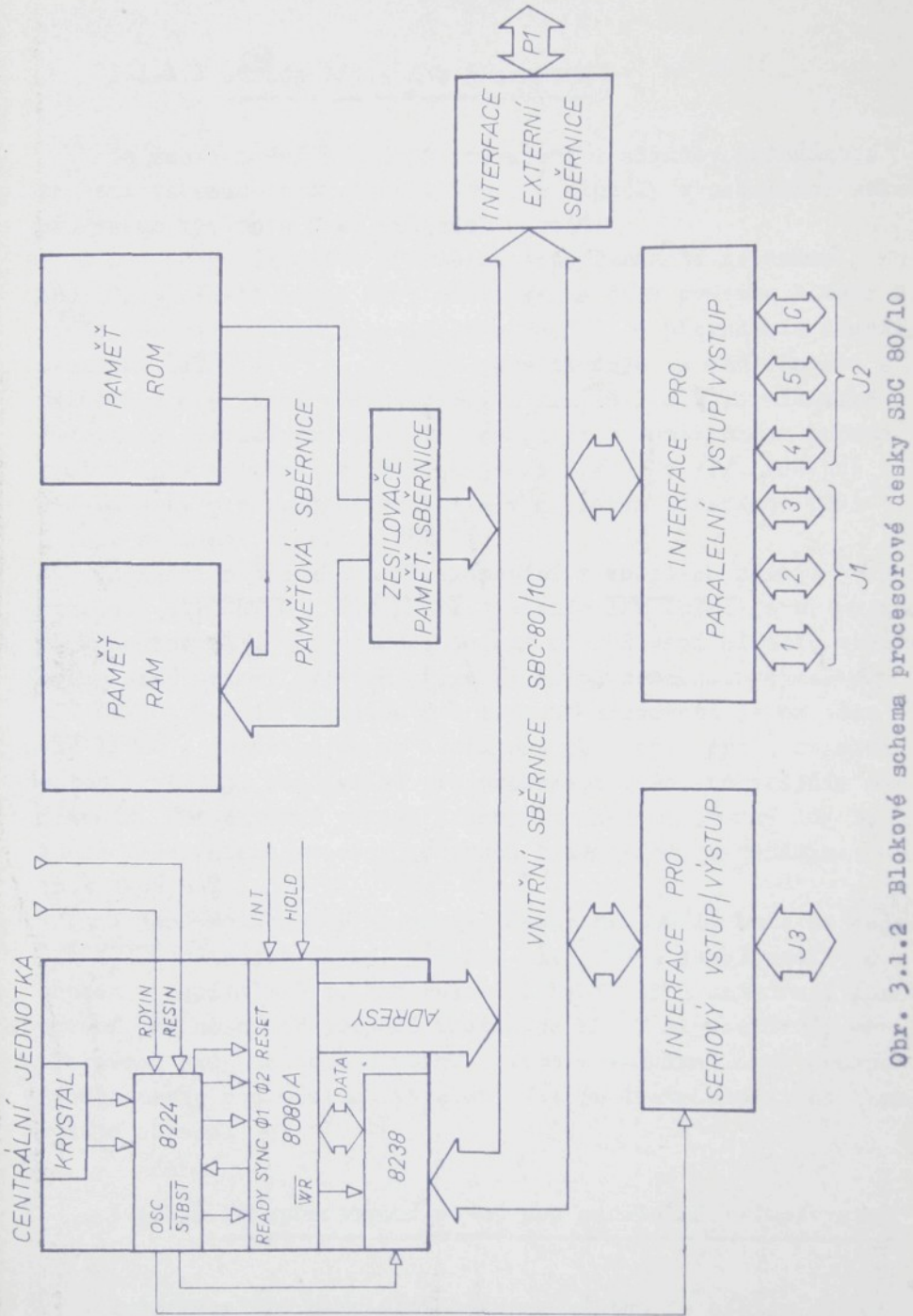
Paměť pro čtení PROM má kapacitu 4096 x 8 bitů s vyhrazenými adresami 0000 ... 0FFF. Na desce jsou 4 patice se 24 vývody pro zasunutí paměťových obvodů EPROM I 2708.

Přizpůsobovací obvod (interface) pro seriový vstup/výstup využívá obvod I 8251, který umožňuje obousměrnou seriovou komunikaci mezi procesorovou deskou a periferními zařízeními.

Přizpůsobovací obvod (interface) pro paralelní vstup/výstup je osazený dvěma programovatelnými obvody pro vstup a výstup I 8255, které poskytují celkem 48 linek pro přesuny dat z procesoru do periferních obvodů a naopak. Z tohoto počtu 8 linek je opatřeno zesilovači pro obousměrné přesuny. Směry přesunů ve zbývajících 40 linkách nejsou předem určeny a lze je přizpůsobit požadavkům uživatele.



Obr.3.1.1 Hlavní rozměry mechanické konstrukce mikroprocesorového systému MikroSat



Obr. 3.1.1.2 Blokové schéma procesorové desky SBC 80/10

3.1.1.1 Zdroje žádostí o přerušení

Ze šesti možných zdrojů přerušení 2 signály přicházejí ze seriové sekce pro vstup/výstup, 2 signály z paralelní sekce pro vstup/výstup a 2 ze vnějších zdrojů.

Dva páry žádostí o přerušení tedy vznikají na desce SBC 80/10. Je-li obvod 8255 nastaven na druh provozu 1 nebo 2, řídicí signály mohou sloužit jako žádosti o přerušení. Signál označený INT 55 představuje ve skutečnosti 2 žádosti o přerušení přicházející z kanálů 1 a 2 paralelního interface. Bližší podrobnosti, pokud je v tomto směru budeme moci v dané aplikaci využít, najdeme v /10/ a /7/. Podobně dvě žádosti o přerušení vznikají v seriovém interface 8251 a jsou označeny signálem INT 51.

Žádosti o přerušení přicházející z vnějších zdrojů jsou označeny EXT INTRO a EXT INTRI. Vedením EXT INTRI je připojeno na konektor P1 a představuje jediný přerušovací signál, kterým mohou jiné moduly systému přerušit práci procesorové desky SBC-80/10. Dalším signálem pro externí přerušení je označen EXT INTRO a je připojen ke konektoru J1. sekce pro paralelní vstup a výstup. Používá se pro přerušení vyvolané vnějším zařízením. Oba externí zdroje pracují s aktivní úrovní log 0, která práci mikroprocesoru přeruší s následným vykonáním instrukce RST 7.

V dané aplikaci procesorové desky SBC-80/10 bude na vedení EXT INTRO připojen signál VÝPADEK SÍTĚ (VS), jehož vznik je popsán v kapitole 5.4. Instrukce RESTART (RST) usnadňují zpracování přerušení. V případě instrukce RST 7 se realizuje po přerušení skok na adresu 0038H. Proto první instrukce programového úseku pro obsluhu výpadku sítě je třeba uložit do buněk v této adrese.

3.1.1.2 Přízpůsobovací obvod pro paralelní vstup/výstup

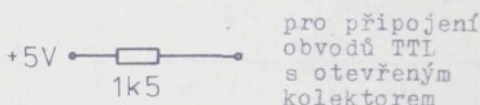
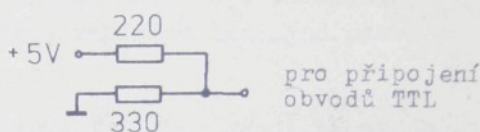
Interface pro paralelní vstup a výstup je osazen dvěma integrovanými obvody I 8255, které poskytují 48 vedení určených pro přesuny dat z procesoru do periferních zařízení nebo

naopak. 8 vedení je buzeno oboustraným zesilovačem /I 8226/, směr pohybu dat ve zbývajících 40 vedením není předem určen a závisí na požadavcích uživatele. Na desce jsou objímky pro vložení aktivních budičů nebo pasivních terminátorů, které jsou shrnuty v tab. 3.1.2.

Tabulka 3.1.2 Budiče a terminátory
pro obvody vstup/výstup

budič	vlastnosti	I_{OL} /mA/
7438	I, OK	48
7437	I	48
7432	NI	16
7426	I, OK	16
7409	NI, OK	16
7408	NI	16
7403	I, OK	16
7400	I	16

Terminátory pro vstup: +)



I_{OL} = výstupní proud při úrovni L,
I = invertující, NI = neinvertující,
OK = otevřený kolektor

Všechna signálová vedení vycházejí či přicházejí - jak již bylo řečeno - z kanálů dvou programovatelných obvodů pro vstup a výstup I8255, které umožňují nastavení různého uspořádání vstupů a výstupů. Každý obvod I 8255 obsahuje 3 kanály A, B, C po 8 vedeních, které mohou pracovat ve druhu provozu 0, 1 nebo 2. Kromě kanálů A, B, C je součástí obvodu také registr řídicího slova, jehož obsah určuje vlastnosti kanálů pro vstup a výstup. Vysláním řídicího slova do registru řídicího slova se programově určí vlastnosti obvodu pro vstup a výstup.

Bližší obecné vlastnosti obvodu 8255 byly dostatečně publikovány a jsou uvedeny např. v /5/, /6/, /7/, /51/, /52/. Nemá proto smysl je zde opakovat. U kanálu C je však navíc možný

+) Pozn.: Terminátory bude ve formě hybridních integrovaných obvodů vyrábět k.p. ZVT Banská Bystrica pod označením VÚAP 029 /4 odpory 1k5 v pouzdře/ a VÚAP 030 /4 děliče 220/330 v pouzdře /42/.

speciální druh provozu, při němž lze nastavovat nebo nulovat jeho jednotlivé bity. Tento způsob, který je poněkud neobvyklý, v dané aplikaci výhodně využijeme. Proto si jej v závěru této kapitoly podrobněji všimneme.

Vzhledem k tomu, že paralelní kanály pro vstup a výstup budeme při řízení listových strojů využívat, zaměříme se podrobněji na ty vlastnosti, které vyplývají z daného uspořádání na procesorové desce SBC 80/10.

Osmibitové kanály A, B, C prvního obvodu 8255 se označují po řadě 1, 2, 3 a kanály druhého obvodu 8255 mají označení 4, 5, 6. Adresy těchto 6 kanálů a dvou registrů řídicího slova jsou uvedeny v tabulce 3.1.3.

Tabulka 3.1.3 Adresy kanálů pro vstup a výstup na desce SBC-80/10

kanál	8255(1)			8255(2)			řídící slovo 8255(1)	řídící slovo 8255(2)
	1	2	3	4	5	6		
adresa	E4	E5	E6	E8	E9	EA	E7	EB

S ohledem na pevné stávající připojení kanálů obvodů 8255 na linkové budiče a terminátory a jejich připojení na konektory, mohou jednotlivé kanály pracovat pouze v určitých druzích provozu. Tyto možnosti, s nimiž je třeba při návrhu uspořádání kanálů pro vstup a výstup při řízení listových strojů počítat, jsou shrnuty v tab. 3.1.4.

3.1.1.3 Přímé nastavování a nulování jednotlivých bitů obvodu I 8255

Kanál (port) C obvodu 8255 umožňuje nastavování nebo nulování jednotlivých bitů /51/, /52/. Předpokladem je nastavení kanálu C na výstup.

Nastavování a nulování se provádí pomocí registru řídicího slova. Přitom nejvyšší bit D7 řídicího slova musí mít hodnotu L. Nejnižší bit D0 určuje, zda se jednotlivé bity kanálu C budou nastavovat (H) nebo nulovat (L). Bity D1 ... D3 udávají, který bit kanálu C je třeba ovlivnit. Toto kódové

slovo představuje čísla 0 ...7 v binárním vyjádření, přičemž bit D1 odpovídá nejnižšímu místu 3-bitého slova a bit D3 nejvyššímu bitu tohoto slova.

Příklad:

Je-li třeba nastavit bit C3, pak řídicí slovo bude 07 H:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
L	L	L	L	L	H	H	H
režim nastavení nulování				výběr bitu 3		nastavení	

Následující řídicí slovo musí mít při druhu provozu 0 bit D0 na úrovni L, aby kanál C byl svými nejnižšími bity nastaven na výstup.

Řídicí slovo:

H	x	x	x	x	L	x	L
aktivní řídicí slovo			druh provozu		kanál C _{0...3} jako výstup		

Tab. 3.1.4 Druhy provozu kanálů obvodu I 8255 na procesorové desce SBC 80/10

kanál	adr.	druh provozu	funkce	adr.	řídící slovo							
					7	6	5	4	3	2	1	0
1 PA	E4	0	vstup	E7	1	0	0	1	x	x	x	x
		0	výstup s pamětí		1	0	0	0	x	x	x	x
		1	vstup s vy- bavením		1	0	1	1	x	x	x	x
		1	výstup s pamětí		1	0	1	0	x	x	x	x
		2	obousměrný provoz		1	1	x	x	x	x	x	x
2 PB	E5	0	vstup	E7	1	x	x	x	x	0	1	x
		0	výstup s pamětí		1	x	x	x	x	0	0	x
		1	vstup s vybavením		1	0	x	x	x	1	1	x
		1	výstup s pamětí		1	0	x	x	x	1	0	x
3 PC	E6	0	vstup	E7	1	0	0	x	1	0	x	1
		0	výstup		1	0	0	x	0	0	x	0
4 PA	E8	0	vstup	EB	1	0	0	1	x	x	x	x
		0	výstup s pamětí		1	0	0	0	x	x	x	x
5 PB	E9	0	vstup	EB	1	x	x	x	x	0	1	x
		0	výstup s pamětí		1	x	x	x	x	0	0	x
6 PC	EA	0	vstup	EB	1	0	0	x	1	0	x	1
		0	výstup s pamětí		1	0	0	x	0	0	x	0
		0	vyšší 4 bity vstup/nižší 4 bity výstup		1	0	0	x	1	0	x	0
		0	vyšší 4 bity výstup/nižší 4 bity vstup		1	0	0	x	0	0	x	1

Pozn.: Kanál 3 může pracovat jako vstup nebo výstup ve druhu provozu 0 pouze tehdy, jsou-li kanály 1 a 2 nastaveny na druh provozu 0. Rozdělení kanálu 3 na 4-bitový vstup a 4-bitový výstup není možné.

4. NÁVRH OBVODOVÉHO ZAPOJENÍ PRO SKUPINOVÉ ŘÍZENÍ DVOU LISTOVÝCH STROJŮ

4.1 Obecná formulace daného problému

Již v úvodu práce jsme se zmínili o tom, že navržené řešení bude možné využít pro řízení dvou listových strojů pracujících na základě dvou různých principů. Jedná se o listový stroj RL 600 založený na principu Hattersley a dále o listový stroj typu KSV pracující na zcela novém principu.

Obecně lze říci, že signály generované řídicí jednotkou závisejí nejen na informaci o postavení listů pro daný útek uložené předem do paměti řídicí jednotky, nýbrž také na informaci pro útek předchozí. Tato skutečnost je zřetelná zejména u listového stroje KSV. Takovou vlastnost řídicí jednotky lze realizovat elektronickou cestou mnohem snadněji než mechanickým způsobem. Z tohoto důvodu bude spojení nového principu listového stroje KSV s elektronickou řídicí jednotkou zvláště výhodné.

Z obecného pohledu můžeme daný problém řízení vyjádřit pomocí teorie automatů. Jak známo, logické obvody dělíme na dvě základní skupiny: obvody kombinační a sekvenční. U obecnějších sekvenčních obvodů závisí výstup nejen na hodnotách současných vstupů, nýbrž také na hodnotách předchozích vstupů. Ukazuje se nezbytným zavádět u sekvenčních obvodů kromě proměnných vstupních a výstupních také proměnné vnitřní (vnitřní stavy) /74/, /75/.

Chování sekvenčního obvodu lze popsat pomocí dvou tabulek: tabulky přechodů a tabulky výstupů. Obě tabulky lze formálně chápat takto:

1. Je dána množina všech vstupních písmen (vstupní abeceda).
2. Je dána množina všech výstupních písmen (výstupní abeceda).
3. Je dána množina vnitřních stavů.

4. Tabulka výstupů definuje výstupní písmeno jako funkci vnitřního stavu a vstupního písmene.
5. Tabulka přechodů definuje příští vnitřní stav jako funkci vnitřního stavu a vstupního písmene.

Pomocí uvedené pětice prvků můžeme vytvořit abstraktní model sekvenčního obvodu, který nazýváme abstraktní automat.

Aby byl dán abstraktní automat, musí být dány 3 množiny: vstupní abeceda X , výstupní abeceda Y a množina vnitřních stavů, kterou označme A . Automat pracuje v diskrétním čase, jehož po sobě následující okamžiky je vhodné ztotožnit s po sobě jdoucími čísly $t = 0, 1, 2, \dots$

V každém okamžiku diskrétního automatového času $t = 0, 1, 2, \dots$ se automat nachází v některém stavu $a = a(t)$ z množiny A svých vnitřních stavů. V každém okamžiku t automatového času počínaje $t = 1$ přichází na vstup automatu jako vstupní signál jeden ze symbolů $x = x(t)$ ze vstupní abecedy X . Konečné posloupnosti signálů

$$x(1) \ x(2) \ \dots x(k)$$

se nazývají vstupní slova uvažovaného automatu. Na vstup automatu se může vložit libovolné vstupní slovo z určité dříve zadané množiny přípustných slov.

Libovolné přípustné slovo $p = x(1) \ x(2) \ \dots x(k)$ vložené na vstup automatu způsobuje, že se na výstupu automatu objeví výstupní slovo $q = y(1) \ y(2) \ \dots y(k)$, které je konečnou posloupností výstupních signálů automatu.

Korespondence φ mezi přípustnými vstupními slovy p a jim odpovídajícími výstupními slovy q se nazývá zobrazením indukovaným automatem. Uvedené zobrazení φ je jednoznačně určeno zadáním dvou funkcí $\mathcal{J}$ a $\mathcal{A}$, nazývaných po řadě přechodová funkce a výstupní funkce uvažovaného automatu.

Přechodová funkce určuje vnitřní stav $a(t)$ automatu v libovolném okamžiku diskrétního automatového času v závislosti na vstupním signálu $x(t)$ v tomtéž okamžiku a stavu $a(t-1)$ v předcházejícím okamžiku automatového času:

$$a(t) = \mathcal{J}[a(t-1), x(t)] \quad (4.1)$$

Výstupní funkce určuje závislost výstupního signálu $y(t)$ automatu na těchto proměnných:

$$y(t) = \lambda [a(t-1), x(t)] \quad (4.2)$$

Je-li dáno libovolné vstupní slovo $p = x(1) x(2) \dots x(k)$ a počáteční stav $a(0)$ automatu, pak pomocí vztahů (4.1), (4.2) je možno postupně určit všechny symboly odpovídajícího výstupního slova:

$$q = \varphi(p) = y(1) y(2) \dots y(k) \quad 4.3$$

Automat se nazývá **k o n e č n ý**, jestliže jsou konečné všechny 3 množiny A , X , Y , které ho určují. Zobecněním konečného automatu lze dospět k tzv. Turingově počítači /75/.

Vraťme se však k řízení listového stroje. I zde lze nalézt pojmy, které se shodují s pojmy v předchozích úvahách. Vstupní abeceda je dána zadaným vzorem zpracovávané tkaniny, výstupní abecedu představují signály pro řízení listů a vnitřní stavy úzce souvisejí s mechanickou konstrukcí listového stroje. (zvláště typu KSV). Protože počet vstupních slov je velmi vysoký, avšak konečný, je vhodné realizovat automat pomocí počítače osazeného mikroprocesorem, tedy mikropočítačem a nikoliv pevně zapojenou logikou.

4.1.1 Blokové schema skupinového řízení

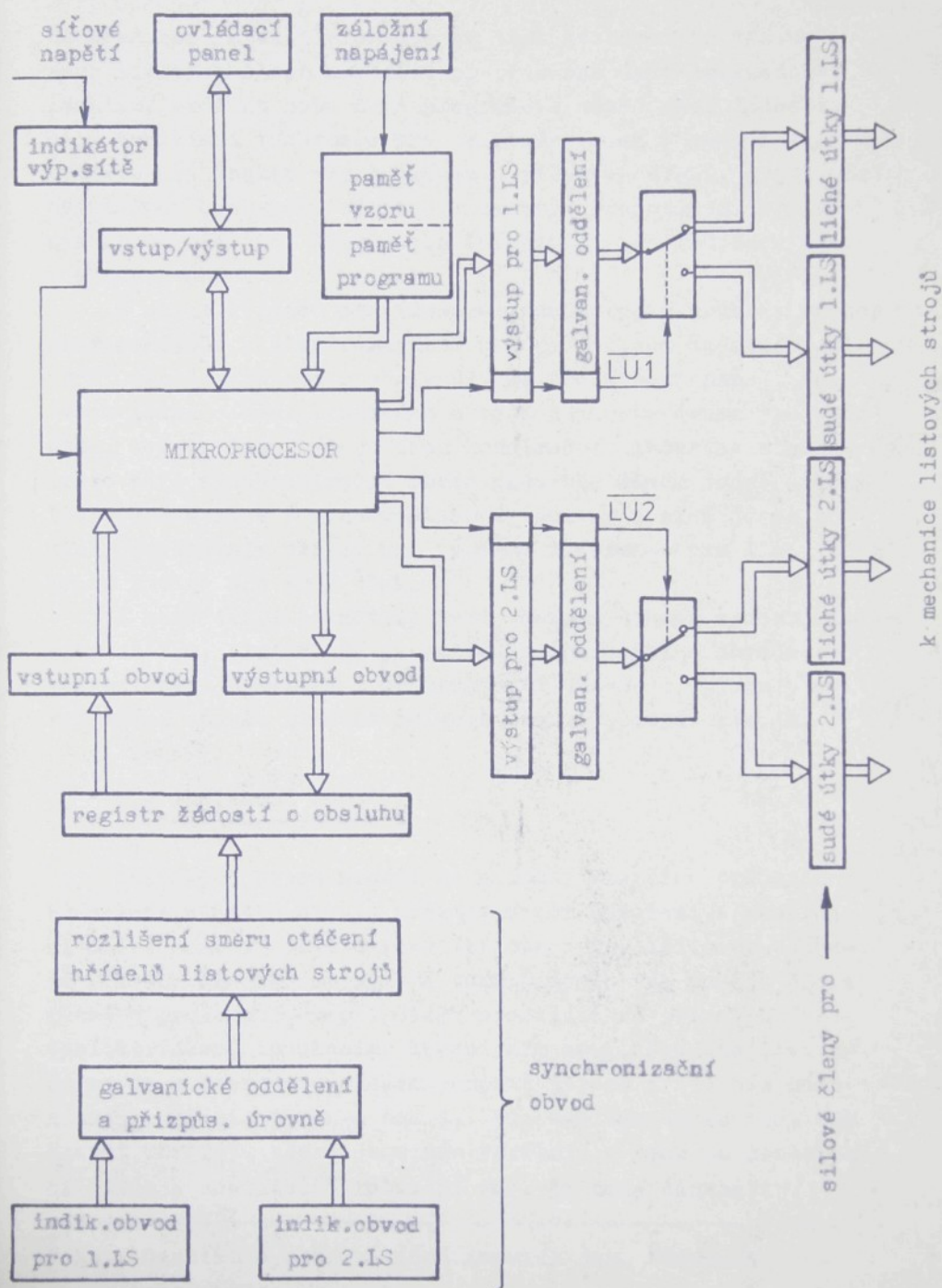
Při návrhu obvodového zapojení navážeme na zjednodušené blokové schema řízení nakreslené na obr. 2.3.1 a budeme respektovat následující požadavky:

- počet řízených listových strojů: 1 nebo 2
- počet ovládaných listů na každém stroji včetně barevné záměny: 16
- připojení panelu obsluhy
- využití mikroprocesorového stavebnicového systému MIKROSAT s minimálním počtem přídatných součástek
- možnost budoucího rozšíření na řízení 20-24 listů a na větší počet řízených strojů
- dosažitelný report: 2000 ... 4000

Jedno z možných blokových zapojení je nakresleno na obr. 4.1.1. Princip řízení byl popsán již v kapitole 2.3. Podrobněji si všimneme způsobu řízení 2 listových strojů v kapitole 4.7 po vysvětlení funkce synchronizačního obvodu a registru žádostí o obsluhu v následujících kapitolách. Přistupme nyní přímo k návrhu jednotlivých částí systému.

4.2 Synchronizační obvod

Synchronizační obvod generuje v závislosti na úhlu natočení a smyslu otáčení hřídele listového stroje synchronizační impulsy, které určují časové okamžiky, v nichž mikropočítač připraví a vyšle k silovým členům informace pro další, případ-



Obr. 4.1.1 Blokové schéma skupinového řízení dvou list. strojů

ně předchozí útek⁺⁾ Informace se však neobjeví na výstupech silových členů okamžitě po příchodu synchronizačního impulsu. Určitou dobu trvá programové dekódování žádosti, dále vyhledání informace pro příslušný útek v paměti a zvláště pak reakce elektromagnetů silových členů. Proto musí být žádost o obsluhu vyslána s takovým předstihem, aby na výstupech silových členů byla informace s dostatečnou časovou rezervou.

V obr. 4.2.1 jsou pro ilustraci znázorněny průběhy reakce mikropočítače a elektromagnetů silových členů na synchronizační impuls /žádost o obsluhu/. Je třeba poznamenat, že během jedné otáčky listového stroje dojde ke dvěma prohozům útku, což je dáno mechanickou konstrukcí listových strojů. Proto také synchronizační obvod generuje během jedné otáčky listového stroje 2 synchronizační impulsy a sice jeden z nich představuje příkaz pro vyslání informace pro lichý útek, druhý z nich pro sudý útek.

Z obr. 4.1.1 je zřejmé také blokové schéma synchronizačního obvodu. Vidíme, že se skládá z indikačního obvodu, galvanického oddělení a přizpůsobení úrovně a obvodu pro rozlišení smyslu otáčení hřídelů obou listových strojů.

4.3 Indikační obvod

Indikační obvod slouží ke snímání okamžiku průchodu hřídele listového stroje určitým úhlem natočení a generuje signály, pomocí nichž navazující obvod rozliší směr otáčení hřídele tkacího stroje. K tomuto účelu lze použít čidla různého provedení, např. čidla pracující na principu fotoelektrickém, indukčním, kapacitním apod. Protože listový stroj je v provozu vystaven poměrně tvrdým pracovním podmínkám (otřesy, prach a pod.), byla zvolena čidla řady UBM (např. UBM 24), která se u nás vyrábějí a jsou po konstrukční stránce dostatečně robustní /8/. Princip činnosti

⁺⁾ Pozn.: Označme synchronizační impulsy jako "žádosti o obsluhu".

snímače UBM je založen na nasazování nebo vysazování kmitů tranzistorového oscilátoru vlivem změny vazby zasunutím duralové clonky do mezery mikrospínače. Výstupní napětí z čidel má úroveň přibližně 24 V, což je výhodné i z hlediska odolnosti proti průmyslovému rušení. Podle počtu použitých čidel na hřídeli jednoho listového stroje lze rozlišit 2 varianty indikačních obvodů:

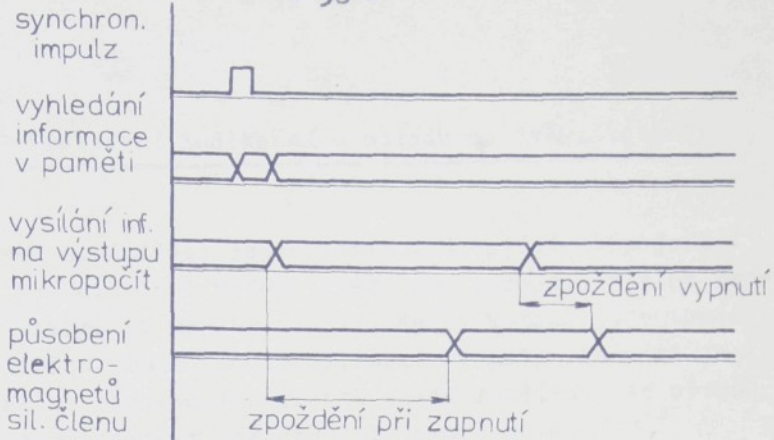
- a) s jedním kotoučem
- b) se dvěma kotouči

4.3.1 Provedení indikačního obvodu s jedním kotoučem

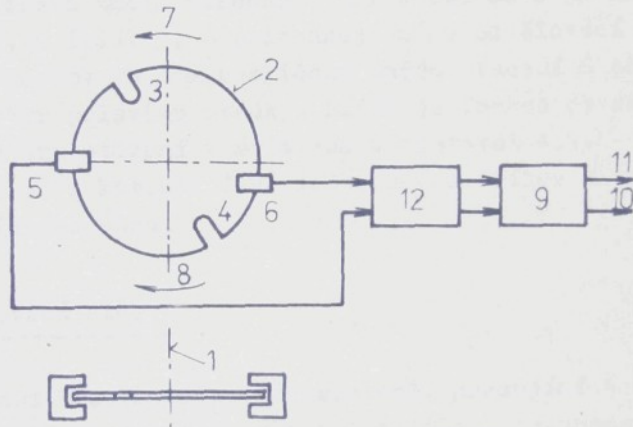
Princip činnosti snímače je znázorněn na obr. 4.3.1. Na hřídeli listového stroje je pevně nasazen duralový kotouč 2 o průměru asi 80 mm opatřený na protilehlých stranách výřezy 3, 4. Průchod výřezů 3, 4 určitým zvoleným úhlem natočení hřídele je sledován čidly 5, 6, které jsou vůči sobě vhodně posunuty. Otáčí-li se kotouč 2 ve směru otáčení 7, dostává se výřez 4 do zóny čidla 6 dříve než výřez 3 do zóny čidla 5, tzn. signál z čidla 6 se objeví dříve než signál z čidla 5. Při otáčení hřídele 1 ve směru otáčení 8 je situace opačná.

Obvod 9, do něhož se signály z čidel přivádějí přes oddělovací stupeň 12 pak rozliší smysl otáčení hřídele tím, že vysílá do řídicí jednotky (mikropočítače) při každém otočení hřídele listového stroje o 1/2 otáčky ve směru otáčení 7 impulsy na výstupu 10 a při otáčení ve směru 8 impulsy na výstupu 11.

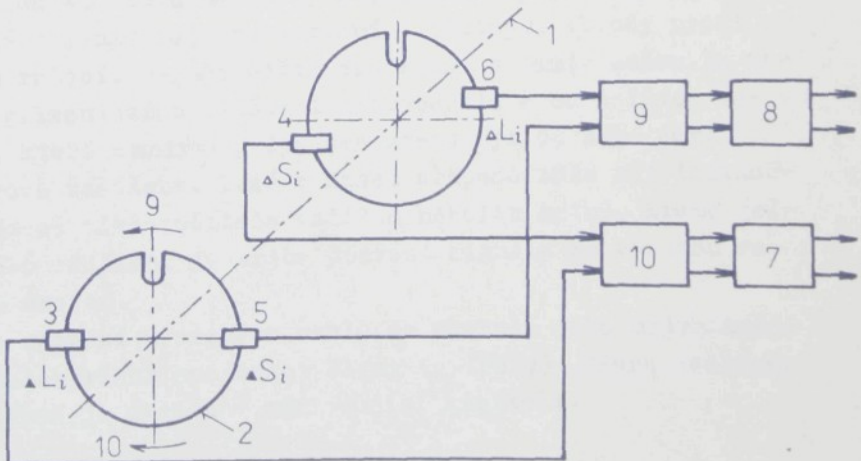
Provedení indikačního obvodu s jedním kotoučem je z konstrukčního hlediska jednodušší, avšak vyžaduje poněkud komplikovanější programové zpracování synchronizačních signálů. Je to způsobeno tím, že takto provedený indikační obvod nerozliší na svém výstupu, která polovina otáčky hřídele byla proběhnuta. Jinak řečeno, obvod nerozliší, zda listový stroj žádá o informaci pro sudý nebo lichý útek.



Obr. 4.2.1 Reakce mikropočítače a elektromagnetů silových členů na synchronizační impuls



Obr. 4.3.1 Princip činnosti indikačního obvodu s jedním kotoučem



4.3.2 Provedení indikačního obvodu se dvěma kotouči

Poněkud složitější je varianta vyžadující připojení 2 kotoučů a 4 čidel na hřídel listového stroje. Příklad provedení je nakreslen na obr. 4.3.2. Každý kotouč je v tomto případě opatřen pouze jedním výřezem. Princip činnosti je podobný jako v předchozí variantě s tím rozdílem, že obvod rozliší, která polovina otáčky byla proběhnuta.

Čidla 3, 4 vysílají přes oddělovací stupeň 10 impulsy do obvodu pro rozlišení směru otáčení 7 při proběhnutí jedné poloviny otáčky, z čidel 5, 6 přicházejí přes oddělovací stupeň 9 impulsy do obvodu pro rozlišení směru otáčení 8 při pootočení o druhou polovinu otáčky. Blíže je funkce obvodů pro rozlišení směru otáčení vysvětlena v odstavci 4.5. Indikační obvod se 2 kotouči dává jednoznačně příkaz k vyslání sudého či lichého útku.

4.4 Oddělovací stupeň

Při návrhu mikroprocesorových systémů, pracujících v průmyslovém prostředí je třeba věnovat zvláštní pozornost odrušení. Kromě dodržení mechanicko-konstrukčních zásad /stínění, filtrace napájení, umístění keramických a tantalových kondenzátorů na desky s plošnými spoji atd./ je nezbytné chránit zejména vstupní a výstupní obvody proti účinkům rušení. Nejúčinnějším opatřením v tomto směru je zavedení galvanického oddělení mikropočítače od dalších zařízení, která v mnohých případech mohou být od sebe dost prostorově vzdálena. Také v našem případě může být indikační obvod od mikropočítače vzdálen několik metrů. Kromě galvanického oddělení je třeba převést signály na vhodnou napěťovou úroveň.

Ke splnění uvedených úkolů se ukazují jako nejvhodnější optoelektrické spojovací členy (optrony). Návrh oddělovacího stupně je uveden v následující kapitole.

4.4.1 Návrh vstupního oddělovacího stupně

4.4.1.1 Vlastnosti optoelektrických vazebních členů čs. výroby

V úvahu pro použití v oddělovacím stupni přicházejí typy WK 164 12 a WK 164 13, jejichž parametry jsou uvedeny ve /12/. Postup při návrhu vstupního oddělovacího stupně je velmi dobře shrnut v /64/. Využijme proto tohoto pramenu. Podstatou návrhu je zajištění takového proudu diodou I_F , aby fototranzistor byl bezpečně sepnut, tj. v nasyceném stavu.

Vnitřní zapojení optronu WK 164 12 je nakresleno na obr. 4.4.1, převodní charakteristika na obr. 4.4.2. Vzhledem k velmi nízkému přenosovému poměru $CTR = I_C/I_F$ nelze optron WK 164 12 bez dalších úprav pro buzení obvodů TTL a DTL použít. Nutná úprava spočívá v přidání pomocného tranzistoru např. podle obr. 4.4.3.

Převodní charakteristika takového spojení je pak zřejmá z obr. 4.4.4.

Z grafu na obr. 4.4.2 a 4.4.4 můžeme odečíst potřebnou hodnotu proudu I_F pro požadovaný proud I_C a max. dovolený úbytek na tranzistoru v sepnutém stavu. S ohledem na značné rozptyly parametrů jednotlivých součástek a na vliv teploty a stárnutí volíme hodnotu proudu I_F 3krát až 5krát vyšší než vychází z převodních charakteristik. Přitom musíme ovšem respektovat mezní hodnoty I_F , I_C a U_{CE} udávané výrobcem /12/.

Jak je zřejmé z obr. 4.4.5, optron WK 164 13 již pomocný tranzistor obsahuje. Výrobce rozlišuje podle velikosti přenosového poměru CTR několik skupin, které jsou shrnuty v tab. 4.4.1.

Převodní charakteristiky jsou nakresleny na obr. 4.4.6a, b, a to pro $U_{CE} = 0,8$ (vazba na TTL) (obr. 4.4.6a) a $U_{CE} = 1,7$ V (DTL). (obr. 4.4.6 b).

Tab. 4.4.1 Přenosový poměr CTR optronu WK 164 13

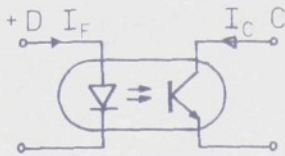
$$(I_F = 2 \text{ mA}, U_{CE} = 1 \text{ V}, I_B = 0)$$

skupina	I	II	III	IV
$CTR = \frac{I_C}{I_F}$	0,5 ... 2	1,5 ... 5	4 ... 10	přes 10
barevné označení	červené	žluté	zelené	modré

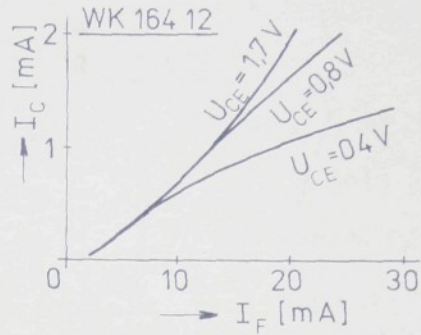
Ze /64/ také vyplývá, že dynamické vlastnosti vazebního členu můžeme poněkud ovlivňovat hodnotou odporu R_B (viz obr. 4.4.3 a 4.4.5). Pro $R_B = \infty$ má sice člen nejvyšší účinnost, avšak nejmenší pracovní rychlost. Zkušenosti ukazují, že v automatizační technice je výhodné používat jen tak rychlé obvody, jak je nezbytně třeba. Je-li vazební člen pomalý, nepřenese krátké rušivé signály a zvýší se tak dynamická šumová imunita. Při $R_B = 100 \text{ k}\Omega$ obvod spolehlivě nepřenese impulsy kratší než $1 \mu\text{s}$ a naopak spolehlivě přenese impulsy delší než 1 ms .

4.4.1.2 Připojení optoelektronických vazebních členů na obvod pro rozlišení směru otáčení hřídele listového stroje

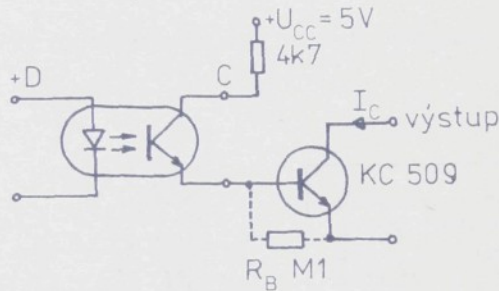
Rozeberme možnosti, které optrony čs. výroby popsané v předchozím odstavci poskytují. Přitom předpokládejme, že signál z čidla řady UBM bude přes optron přiváděn na vstup obvodu pro rozlišení směru otáčení hřídele listového stroje, který je sestaven z klopných obvodů řady TTL, jak uvidíme v kapitole 4.5. Zpracováváný signál přichází na hodinové vstupy těchto klopných obvodů a musí proto mít dostatečně strmé hrany. Příklady možných řešení jsou nakresleny na obr. 4.4.7 a, b, c. Z velikosti spínané zátěže určíme pro jednotlivá zapojení potřebný proud I_F a zhodnotíme velmi stručně jejich výhody a nevýhody.



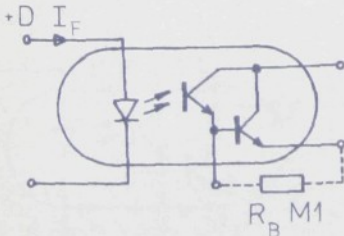
Obr. 4.4.1
Vnitřní zapojení
optroonu WK 164 12



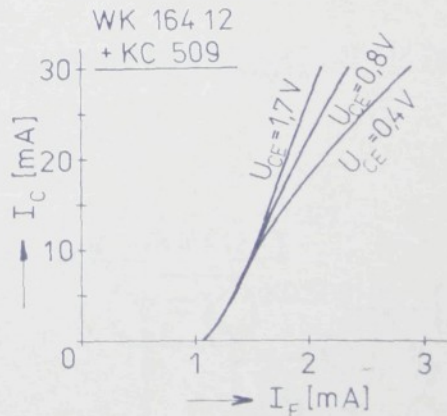
Obr. 4.4.2
Převodní charakteristika
optroonu WK 164 12



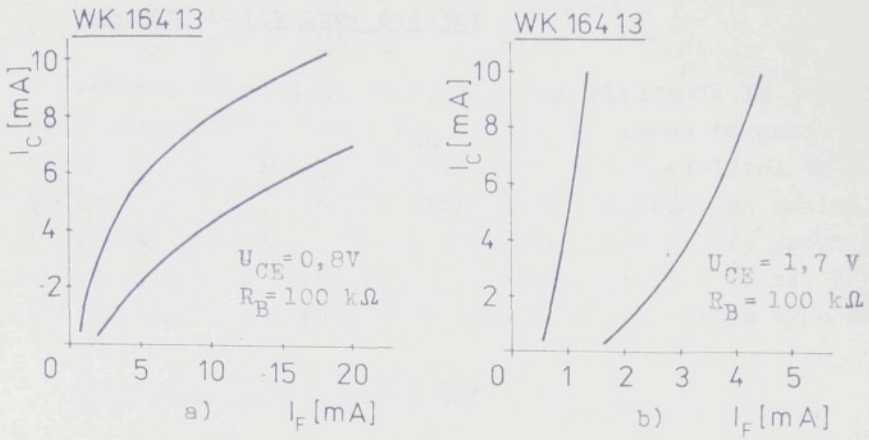
Obr. 4.4.3
Doplnění optroonu WK 164 12
pomocným tranzistorem



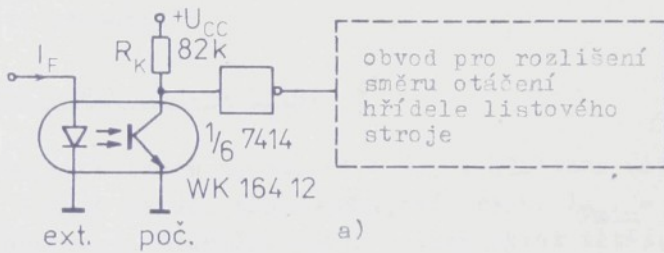
Obr. 4.4.5
Vnitřní zapojení
optroonu WK 164 13



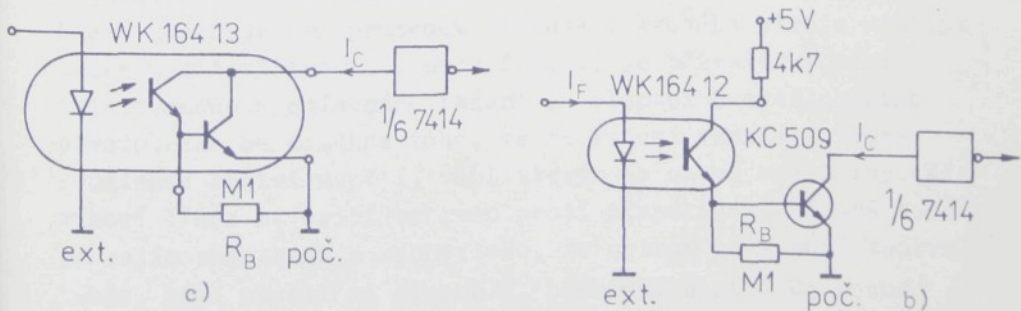
Obr. 4.4.4
Převodní charakteristika
optroonu WK 164 12 doplněného
pomocným tranzistorem



Obr.4.4.6 Převodní charakteristiky optronů WK 164 13



Obr.4.4.7 Příklady připojení optronů na obvod pro rozlišení směru otáčení hřídele listového stroje



Zapojení podle obr. 4.4.7a:

Vstupní proud Schmittova klopného obvodu 74 14 je při buzení úrovní log 0 roven $I_{IL} = -1,2 \text{ mA}$. Proud tekoucí odporem $R_K = 82k$ lze zanedbat. Z obr. 4.4.2 vyplývá, že nutný proud $I_{Fmin} = 15 \text{ mA}$. Vidíme, že s ohledem na maximální dovolený proud $I_F = 30 \text{ mA}$ nelze zvolit skutečný proud I_F rovný trojnásobku proud I_{Fmin} . Zvolme např. $I = 20 \text{ mA}$. Z hlediska spolehlivosti není tedy toto zapojení příliš výhodné.

Zapojení podle obr. 4.4.7b:

Obvod používá na rozdíl od předchozího zapojení pomocný tranzistor. Z obr. 4.4.4 vyplývá, že pro spínaný proud $I_C = 1,2 \text{ mA}$ je nutný proud $I_{Fmin} = 1,15 \text{ mA}$. Potom zvolíme $I_F = 3 \cdot I_{Fmin} = 3,5 \text{ mA}$. Toto zapojení bude zřejmě z hlediska spolehlivosti výhodnější.

Zapojení podle obr. 4.4.7c:

Z grafu nakresleném na obr. 4.4.6a, b odečteme potřebný proud $I_{Fmin} = 1,25 \text{ mA}$ pro žluté označení, resp. $I_{Fmin} = 3,3 \text{ mA}$ pro zelené označení. Skutečný proud volíme 3krát větší, tedy $I_F = 3,75 \text{ mA}$, resp. $9,9 \text{ mA}$. Také toto zapojení je z hlediska spolehlivosti pro daný účel vhodné.

Na obr. 4.4.8 je nakreslen příklad zapojení čidla UBM 24 na obvod pro rozlišení směru otáčení hřídele listového stroje, resp. na libovolný obvod řady TTL/11/. Signál z čidla, které generuje při průchodu hřídele listového stroje určitým úhlem natočení impuls o úrovní 24 V, je přiveden pomocí twistovaného a stíněného vedení do vlastního oddělovacího obvodu. Tím se dosáhne toho, že na vedení vznikají pouze souhlasná rušivá napětí, vůči kterým je obvod necitlivý. Křemíková dioda D_1 tvoří ochranu proti přepólování. Kromě toho se jejím zařazením dosáhne toho, že optron se vybudí teprve tehdy, když napětí na odporu R_2 překročí napětí U_S rovné součtu napětí na diodě D_1 a na elektroluminiscenční diodě D_2

Z rovnic 4.5, 4.5, 4.7 vyplývá

$$R_1 = \frac{U_1 - U_s}{\frac{U_s}{R_2} + I_F} \quad (4.8)$$

Zvolme $R_2 = 1 \text{ k}\Omega$, $I_F = 20 \text{ mA}$. Potom podle vztahu (4.8)

$$R_1 = 0,96 \text{ k}\Omega.$$

Zaokrouhleme na $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$.

Zkontrolujeme proud I_F při jmenovitém, sníženém a zvýšeném výstupním napětí U_1 z čidla UBM, které výrobce připouští:

z (5) pro $U_1 = 24 \text{ V}$:	$I_F = 19,2 \text{ mA}$
pro $U_1 = 30 \text{ V}$:	$I_F = 25,2 \text{ mA}$
pro $U_1 = 18 \text{ V}$:	$I_F = 13,2 \text{ mA}$

Je zřejmé, že žádná z těchto tří hodnot nepřekročí povolenou maximální velikost proudu $I_{F_{\max}} = 30 \text{ mA}$.

V odstavci hodnotícím zapojení podle obr. 4.4.7a) jsme dospěli k závěru, že použití optronu WK 16412 bez dalšího tranzistoru není v dané aplikaci z hlediska spolehlivosti nejvhodnější, a to zejména s ohledem na nevýhodnou velikost proudu I_F . V současné fázi prací na úkole však slouží toto zapojení pouze k ověřování funkčních principů řízení listových strojů a je proto přijatelné. Později, ve fázi optimalizace obvodového řešení a zvyšování spolehlivosti využijeme při dostatku vhodných součástek pro připojení čidel UBM spíše zapojení podle obr. 4.4.7 b) a c).

4.5 Rozlišení smyslu otáčení hřídele listového stroje

Jak vyplyne z dalšího textu, musí obvod popsany v této kapitole plnit úkol, který je zřejmý z časových průběhů znázorněných v obr. 4.5.1. Obvod rozlišuje znaménko fázového posuvu signálů na obou vstupech. Tak např. předbíhá-li signál na vstupu A signál na vstupu B, generují se impulsy na výstupu C (levá část obr. 4.5.1), v opačném případě na výstupu D (pravá část obr. 4.5.1).

Jestliže impulsní průběhy na obou vstupech získáme ze

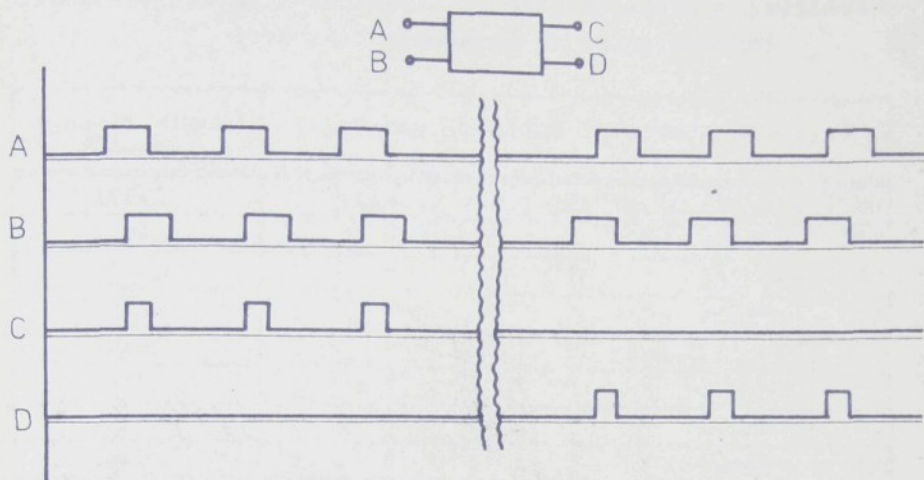
dvou vzájemně vhodně posunutých čidel , která sledují průchod hřídele listového stroje určitým úhlem natočení (viz obr. 4.3.1 nebo 4.3.2), pak obvod rozliší smysl otáčení hřídele. Jsou-li čidla uspořádána podle obr. 4.3.2, pak např. na výstupu C se objeví 1 impuls při každé otáčce hřídele listového stroje jedním směrem a na výstupu D impuls po otočení hřídele opačným směrem. Tyto impulsy pak předávají žádosti o vydání informace o poloze listů pro další či předchozí útek (synchronizační impulsy), jak je vysvětleno podrobněji v odstavci 4.7.

V literatuře, zejména časopisecké, jsou publikovány různé principy indikace směru pohybu. Některé možnosti najdeme ve /13/ až /19/.

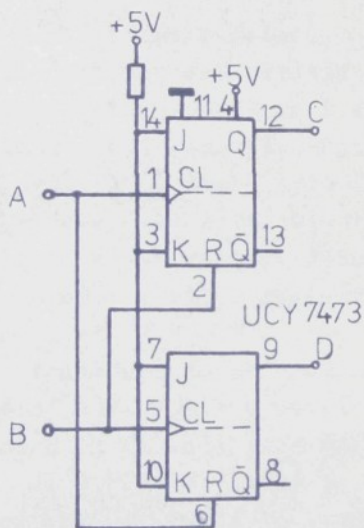
Jedno ze vhodných zapojení splňující daný úkol je nakresleno na obr. 4.5.2. Zapojení vzniklo přizpůsobením obvodu z /15/ na tuzemskou součástkovou základnu. Jeho výhodou je funkční spolehlivost, snadná reprodukovatelnost a zejména jednoduchost, protože se skládá pouze z jediného integrovaného obvodu UCY 7473. Jedná se o dvojitý klopný obvod typu J-K, který je u nás běžně dostupný /20/, /21/. Podmínkou správné funkce obvodu je přesah vstupních signálů.

Použijeme-li pro synchronizační obvody dvou listových strojů indikační obvod se dvěma kotouči (viz odst. 4.3.2), pak je třeba připojit na hřídel každého listového stroje 2 páry čidel UBM, tj. pro 2 stroje 4 páry, celkem 8 čidel. Z nich pak vychází 8 synchronizačních signálů (žádostí o obsluhu), které můžeme označit shodně s tab. 4.5.1. Tyto signály pak přicházejí do registru žádostí o obsluhu (viz blokové schéma na obr. 4.1.1), který popíšeme v dalším odstavci.

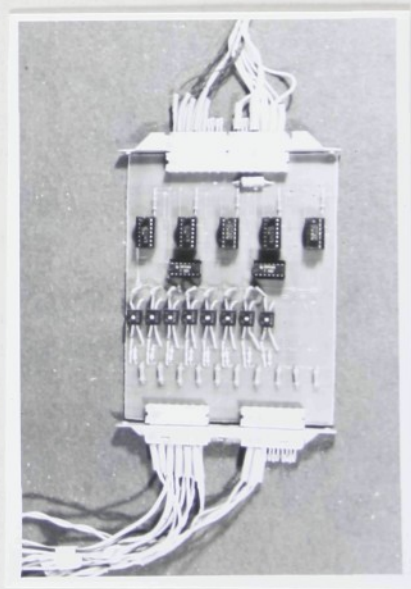
S cílem ověřit popsany způsob synchronizace byl zkonstruován modul, který je vhodný pro generování synchronizačních signálů z 8 čidel UBM 24 připojených na 2 listové stroje. Skládá se z oddělovacích stupňů podle obv. 4.4.8 a obvodů pro rozlišení smyslu otáčení podle obr. 4.5.2. Fotografii modulu vidíme na obr. 4.5.3,



Obr.4.5.1 Časové průběhy signálů v obvodu pro generování synchronizačních signálů



Obr.4.5.2
Příklad provedení obvodu pro
generování synchronizačních
signálů



Obr.4.5.3
Modul pro zpracování signálů
z 8 čidel UBM 24

Tabulka 4.5.1 Synchronizační signály generované indikačním obvodem v provedení se dvěma kotouči

synchr. signál (žádost)	význam (vyslání informace pro ...)
1TKAL	1. listový stroj při tkaní lichého útku
1TKAS	1. " " " " sudého "
2TKAL	2. " " " " lichého "
2TKAS	2. " " " " sudého "
1PARL	1. " " " " páření lichého "
1PARS	1. " " " " sudého "
2PARL	2. " " " " lichého "
2PARS	2. " " " " sudého "

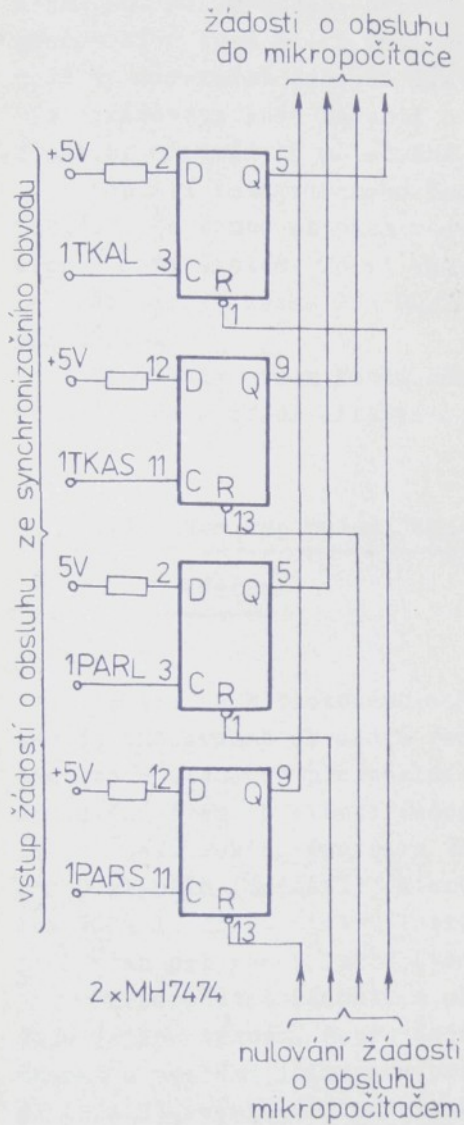
4.6 Registr žádostí o obsluhu listových strojů

Jak již bylo řečeno, synchronizační impulsy generované indikačním obvodem představují žádosti o obsluhu listového stroje. Jejich počet na 1 listový stroj je roven 2 nebo 4 podle zvolené varianty indikačního obvodu (kap. 4.3). V každém případě je třeba tyto žádosti v registru zaznamenat, programově obsloužit, tj. vyslat příslušné informace o poloze listů a pak registr vynulovat. K tomu tedy potřebujeme pro 1 listový stroj registr pro 2, příp. 4 jednobitové informace.

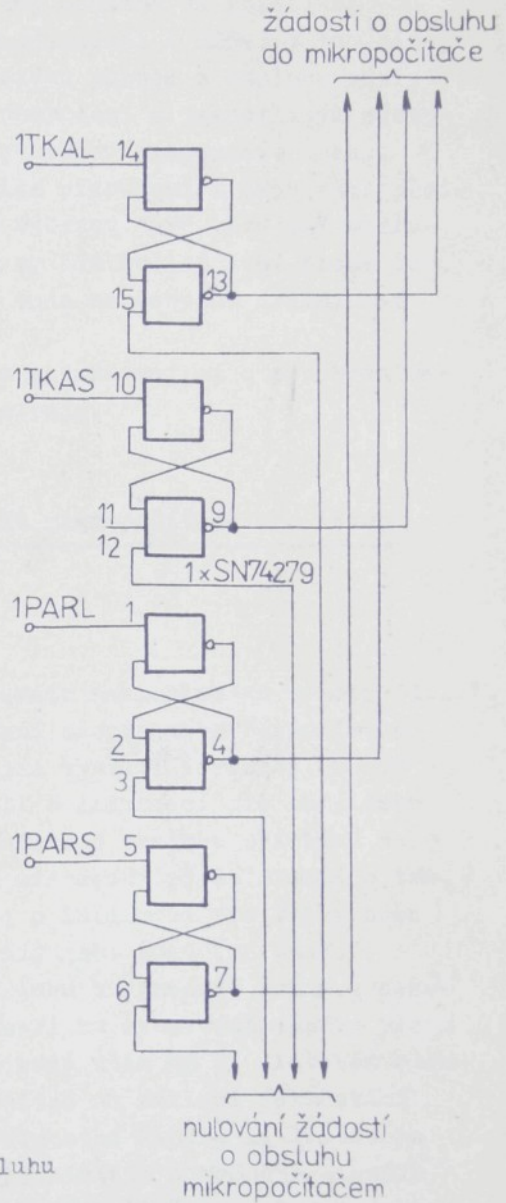
Jedno z možných provedení registru pro 4 žádosti nakreslené na obr. 4.6.1 využívá klopných obvodů typu D. V jednom pouzdru io MH 7474 jsou umístěny 2 klopné obvody.

Jiné řešení, které je z hlediska počtu použitých pouzder výhodnější, využívá io typu SN 74 279 (35) a je nakresleno na obr. 4.6.2. Počet nutných pouzder je ve srovnání s předchozím provedením poloviční. Označení vstupních signálů (žádostí o obsluhu) je v ^{případech} obouvhodné s tab. 4.5.1.

Pozn. Jak již bylo dříve řečeno, dosud popisované provedení předpokládá využití procesorové desky SBC-80/10/7/, resp. MVS-80/10. Jiné řešení však nabízí výkonnější procesorová



Obr.4.6.1 Registr žádostí o obsluhu pro 1 listový stroj (2 x MH 7474)



Obr.4.6.2 Jiné provedení registru žádostí o obsluhu (1 x SN 74 279)

deska SBC 80/20 (resp. MVS-80/20) osazená na rozdíl od předchozího typu mj. i řadičem přerušení I 8259. V tom případě by dosavadní žádosti listového stroje o obsluhu mohly být vyřizovány jako žádosti o přerušení a jednotlivým přerušením by odpovídaly příslušné obslužné programové úseky.

Použití integrovaného řadiče přerušení I 8259 však předpokládá, že tímto obvodem bude vybaven také vývojový mikroprocesorový systém. To si však vyžádá určitý čas. Kromě toho procesorová deska MPS 80/20 bude nepochybně dražší než MPS 80/10.

Tímto odstavcem končí část pojednávající o synchronizaci počítače s prací listového stroje.

4.7 Návrh uspořádání kanálů mikropočítače pro vstup a výstup

Vraťme se k blokovému schématu nakreslenému na obr. 4.1.1, kde je znázorněné obvodové řešení skupinového řízení dvou listových strojů a předpokládejme využití varianty, u níž indikační člen rozlišuje žádosti o informaci pro sudý nebo lichý útek. Pak do registru žádostí o obsluhu přichází celkem 8 signálů (žádostí), které mikropočítač informují o tom, zda žádá 1. či 2. listový stroj o informaci pro lichý nebo sudý útek při chodu vpřed (tkaní) nebo vzad (párání).

Mikropočítač žádosti o obsluhu programově snímá a dekóduje jejich význam. Např. dojde-li ze synchronizačního členu žádost o vyslání informace pro sudý útek na 2. listovém stroji (2TKAS), vyhledá ji mikropočítač na základě dekódování žádosti v paměti a vyšle do výstupního kanálu 2. listového stroje (viz obr. 4.1.1). Prostřednictvím pomocného signálu v obr. 4.1.1 označeném $\overline{LU2}$ mikropočítač přepojí informaci k silovým členům pro sudé útky 2. listového stroje. Poté žádost o obsluhu v příslušné jednobitové bunce registru žádostí vynuluje. Takto je hardwareově zajištěno, že se žádná žádost o obsluhu nemůže „ztratit“.

Zapamatování žádosti o obsluhu by bylo samozřejmě možné provádět i programovým způsobem. V tom případě^{by} nebylo zaručeno, že se žádná žádost "neztratí", přijde-li v okamžiku, kdy je mikropočítač zaměstnán jinou činností, např. vyhledáváním informace pro druhý listový stroj.

Nevažme nyní na kap. 3.1.1.2 popisující vlastnosti programovatelných obvodů pro vstup a výstup I 8255 a při respektování požadavků na skupinové řízení formulované v úvodu kapitoly 4.1 navrhneme uspořádání kanálů pro vstup a výstup. Jedno z možných uspořádání u skupinového řízení dvou listových strojů je nakresleno na obr. 4.7.1.

Na desce SBC-80/10 je k dispozici pro vstup a výstup celkem 6 kanálů po 8 vedeních, tedy celkem 48 vedení. Pro řízení dvou listových strojů potřebujeme 2 x 16 výstupních vedení pro ovládání listů, tzn. že pro ostatní funkce řídící jednotky zbývají pouze 2 kanály po 8 vedeních. Z obr. 4.7.1 a zejména z pozdější kapitoly 6 je zřejmé, že procesorová deska bude přijímat tyto signály:

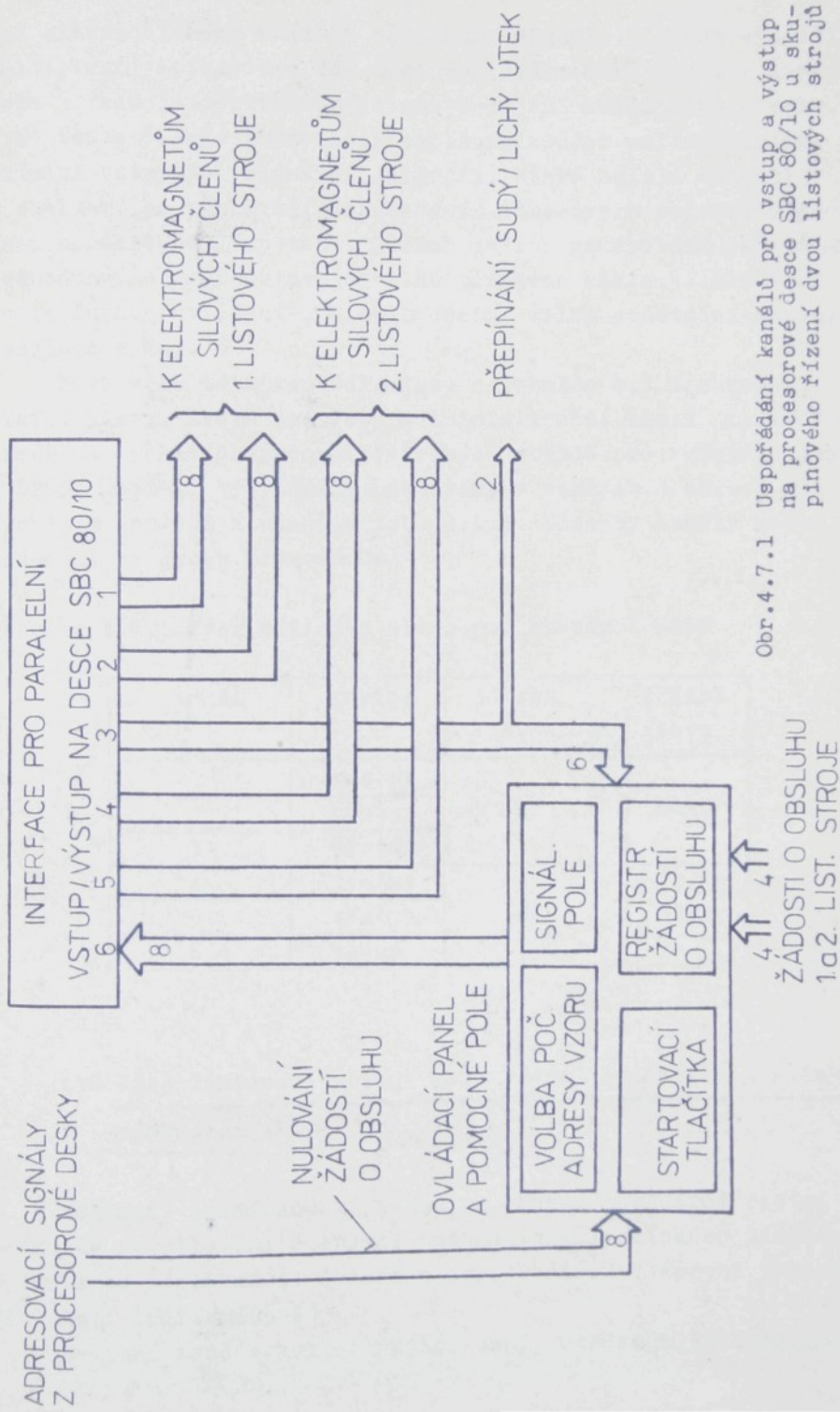
- 2 x 16 signálů z číslicových přepínačů pro zadávání počátečních adres vzorů,
- 2 x 2 signály ze dvou párů tlačítek START a POKRAČOVÁNÍ,
- 2 x 4 žádosti listových strojů o obsluhu.

Z procesorové desky budou kromě signálů k silovým členům vysílány:

- 2 signály pro přepínání výstupů na "sudý/lichý útek",
- 8 signálů pro nulování vyřízených žádostí o obsluhu,
- některé pomocné a kontrolní signály.

Uvedené požadavky lze splnit zřejmě dvojí cestou: buď využijeme úsporným způsobem zbývající vedení, které jsou k dispozici (tj. 2 x 8 vedení) nebo rozšíříme mimo procesorovou desku počet kanálů pro vstup a výstup.

Cenově výhodnou metodou pro zmenšení počtu nutných vedení pro vstup je časový multiplex. Princip spočívá v tom, že signály jsou uspořádány do matice složené ze sloupců a řádků. Jednotlivé řádky se programově aktivizují a ze sloupců jsou



Obr.4.7.1

Uspořádání kanálů pro vstup a výstup na procesorové desce SBC 80/10 u skúpinového řízení dvou listových strojů

ŽÁDOSTI O OBSLUHU
1 a 2. LIST. STROJE

pak mikropočítačem snímány příslušné signály. Způsob využití multiplexní metody pro náš účel vyplývá z obr. 6.4.1 v kapitole 6, kde je nakresleno schéma zapojení ovládacího panelu. V kapitole 6 také podrobněji popíšeme způsob multiplexního snímání vstupních signálů. Signály, které nulují žádosti o obsluhu, se získávají dekodováním adresových vedení, které jsou na desce k dispozici. Způsob jejich generování je velmi jednoduchý a nepředstavuje velké přídatné náklady. Bližší popis funkce ovládacího panelu včetně volby počáteční adresy popíšeme v kap. 6.

Na závěru této kapitoly jsou v tabulce 4.7.1 shrnuta řídicí slova, která je třeba v inicializační části pracovního programu vyslat do programovatelných obvodů pro vstup/výstup I 8255, mají-li být kanály nastaveny v souladu s obr. 4.7.1. Vycházíme přitom z údajů v tab. 3.1.4. Všechny kanály budou pracovat ve druhu provozu 0.

Tabulka 4.7.1 Tvar řídicího slova pro obvody I 8255

kanál	funkce	adresa říd. slova	řídicí slovo
1	výstup	E7	80H
2	výstup		
3	výstup		
4	výstup	EB	89H
5	výstup		
6	vstup		

4.8 Přizpůsobovací obvody mezi řídicí jednotkou a silovými členy

Základní podmínkou kladenou na obvody spojující řídicí jednotku se silovými členy je požadavek galvanického oddělení. Galvanické oddělení je jedním z prostředků k dosažení vysoké odolnosti proti rušení.

Moderní součástíou splňující daný požadavek je optoizo-

lační člen (optron). Optrony nacházejí použití všude tam, kde je třeba přenést signál mezi dvěma galvanicky oddělenými soustavami a slouží tedy k přerušení zemních smyček, k oddělení zemí výkonových členů apod. Principiálně lze použít k těmto účelům také relé a transformátory, které jsou však pomalé a neslučitelné s moderními logickými obvody. Optrony jsou z hlediska rychlosti, spolehlivosti a rozměrů srovnatelné s ostatními polovodičovými součástkami a poskytují izolaci odpovídající elektromechanickým relé.

Vrátíme-li se k blokovému schématu řízení dvou listových strojů uvedenému v kapitole 4, můžeme definovat požadavky kladené na přizpůsobovací obvody. Při řízení dvou listových strojů je třeba ovládat 2 x 16 listů. Přitom pohyb každého listu je ovládán pomocí 2 silových členů - zvlášť pro sudé a liché útky. Při návrhu vycházíme ze dvou skutečností:

- optrony jsou nové a proto i poměrně drahé prvky,
- silové členy pro sudé a liché útky nejsou principiálně nikdy buzeny současně.

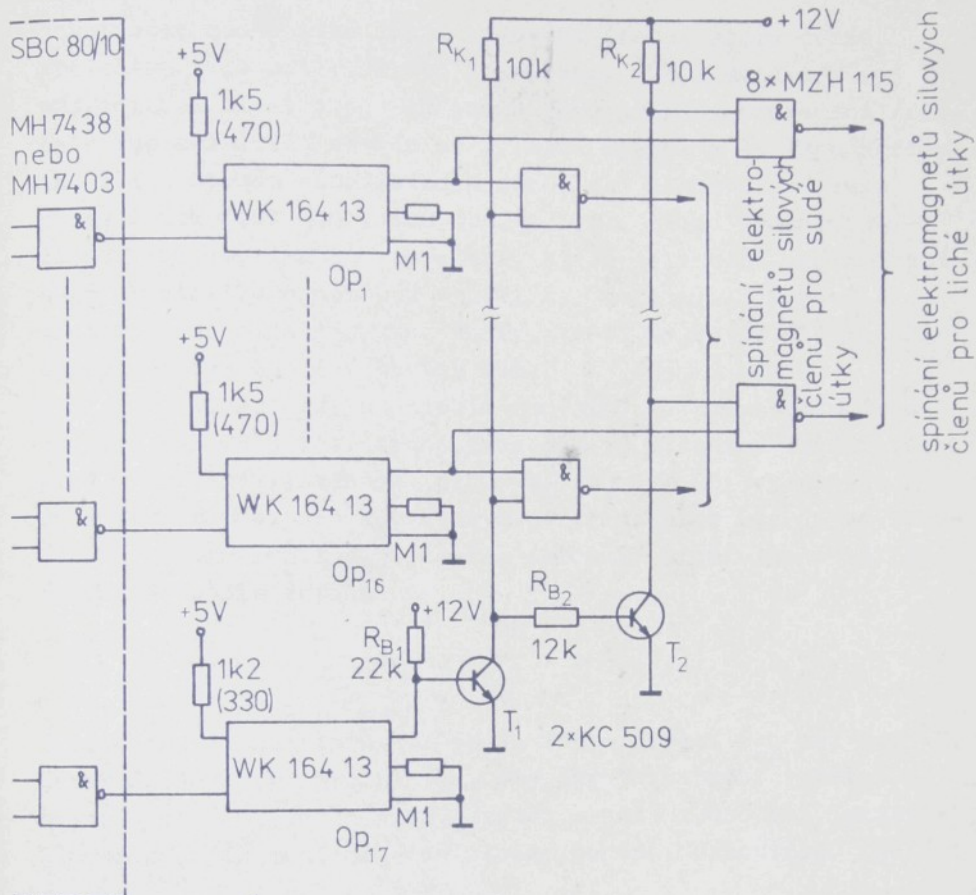
Proto je možné a žádoucí použít pro každý list pouze 1 optron a signály pro sudé a liché útky oddělit až za optrony. Tato možnost je v obr. 4.1.1 již znázorněna.

Taková varianta řešení vyžaduje na výkonové straně (za optrony) hradla z řady logických obvodů DTL odolných proti rušení (MZ 100). Zapojení optronů a dalších navazujících obvodů je nakresleno na obr. 4.8.1.

Výhodou naznačeného řešení je i to, že optron nebude nucen bezprostředně spínat silový člen (elektromagnet), nýbrž že navazující logické členy budou plnit zároveň i funkci výkonového zesilovače. Napájecí napětí pro obvody DTL se získá snadno z napájecího napětí pro snímače UBM, kterými je osazený indikační obvod (viz kap. 4.3).

4.9 Spínání elektromagnetu silového členu

Obvod, kterým se bude spínat elektromagnet silového členu, lze navrhnout teprve tehdy, až budou známy parametry použitého elektromagnetu. Tyto parametry vyplynou z



Obr. 4.8.1

Galvanické oddělení řídicí a silové části pro 1 listový stroj a rozdělení signálů pro sudé a liché útky.

(Hodnoty odporů na vstupech optronů platí pro optrony se zeleným označením. Pro optrony se žlutým označením platí hodnoty uvedené v závorkách.)

konstrukce mechanické části silového členu, která není předmětem této práce. Proto je na obr. 4.9.1 uveden obvod pro spínání elektromagnetu pouze jako příklad provedení /23/. Na vstup spínacího obvodu se přivádí signál z výstupu hradla MZH 115 z obvodu sloužícího k rozdělení signálů pro sudé a liché útky (viz kap. 4.8, obr. 4.8.1). Diode zvyšuje statickou šumovou imunitu zapojení, které je vhodné pro spínání běžných elektromagnetů ($U = 24V$, $I_{max} = 1A$). Výkonový tranzistor sepne elektromagnet tehdy, je-li na vstup obvodu přivedena úroveň log 1 v logice DTL.

Při zkratu mezi napájecím napětím U_N a kolektorem tranzistoru BDY 38 ochrání tranzistor BCY 58 výkonový tranzistor před přetížením. Zkratový proud I_K způsobí úbytek napětí na emitorovém odporu R_E , kterým se tranzistor BCY 58 po dosažení hodnoty napětí U_{BE} otevře. Zkratový proud lze přibližně vypočítat podle vztahu

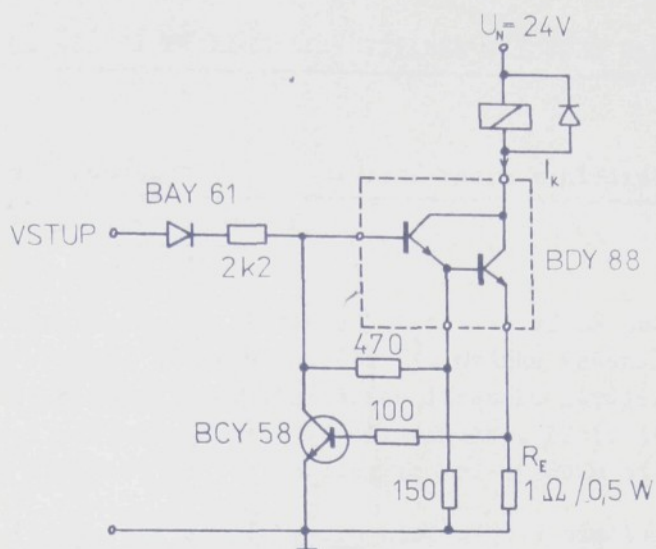
$$I_K = \frac{U_{BE}}{R_E} \quad (4.9)$$

K otevření tranzistoru BCY 58 je třeba napětí U_{BE} asi 0,55 V. Odpor R_E je třeba zvolit tak, aby zkratový proud vyvolal právě takový úbytek napětí. Úbytek napětí způsobený jmenovitým proudem I_N musí mít dostatečný odstup. Orientačně lze volit:

$$I_K = 1,1 I_N \quad (4.10)$$

Z toho vyplývá vztah pro velikost odporu R_E :

$$R_E = \frac{U_{BE}}{1,1 \cdot I_N} \quad (4.11)$$



Obr.4.9.1 Příklad provedení obvodu pro spínání elektromagnetu silového členu.

5. ŘEŠENÍ PROBLEMATIKY VÝPADKU SÍŤOVÉHO NAPĚTÍ

5.1 Koncepce uložení vzoru z hlediska výpadku sítěvého napětí

Během provozu listových strojů je třeba počítat s možností výpadku síťového napětí ^{*)}. Otázka řešení výpadku sítě je s ohledem na charakter práce řízeného stroje zásadní a ovlivní celou koncepci řídicí jednotky. Proto je třeba při volbě koncepce počítat s tím, že při výpadku sítě je třeba:

- 1) Zamezit ztrátě vzoru uloženého v pamětech. V opačném případě by bylo nutné vzor po obnovení napájení znovu do řídicí jednotky zavést z vnějšího zařízení. Tomuto krajnímu případu se musíme, pokud možno, vyhnout.
- 2) Zachovat kontinuitu vzoru, tzn. po obnovení napájení musí listový stroj pokračovat na tom místě raportu vzoru, kde před výpadkem skončil. Jinak by se výpadek sítě negativně projevil na kvalitě zboží, což nelze připustit.

Uvedené problémy lze řešit dvěma způsoby:

- 1) Vzor uložíme do programovatelných polovodičových pamětí typu EPROM, které s vypnutím napájení neztrácejí svůj obsah. Tímto opatřením splníme 1. požadavek z předchozího textu. Ke splnění 2. požadavku, tj. zajištění kontinuity vzoru, musíme využít přerušovací systém, kterým jsou v podstatě všechny mikroprocesory včetně I 8080A vybaveny. Výpadek sítě vhodným elektronickým obvodem včas detekujeme (viz kap. 5.4) a v době, která uplyne od vlastního vy-

^{*)} Pozn.: Pod pojmem "výpadek sítě" budeme v dalším textu rozumět nejen náhodnou ztrátu napájení vlivem poruchy v energetické soustavě, nýbrž také vypnutí napájení stroje na konci směny či pracovního týdne.

padnutí sítě do okamžiku poklesu stejnosměrných napájecích napětí pod minimální dovolenou hodnotu, dokončíme právě zpracovávaný útek a jeho pořadové číslo (polohu) v rámci raportu uložíme do paměti RAM o minimální kapacitě, která je napájena ze záložního zdroje. Tímto způsobem zajistíme kontinuitu vzoru u druhého listového stroje.

- 2) Vzor uložíme do statických pamětí RAM, které po výpadku sítě napájíme ze záložního zdroje. Rovněž poloha naposledy zatkaného útku v rámci raportu se u obou řízených strojů zachycuje v takto napájené paměti. Tato varianta může být řešena dvojím způsobem:

a) Paměti RAM realizujeme pomocí paměťových obvodů typu CMOS, které se vyznačují extrémně nízkou spotřebou. Nevýhodou paměťových obvodů tohoto typu je v současné době poněkud vyšší cena.

b) Levnější řešení představují paměti RAM obvyklého typu (vyrobené technologií NMOS). Jejich spotřeba je však natolik vysoká, že je nelze napájet prostým způsobem ze záložního zdroje, nýbrž je třeba je napájet po výpadku sítě ze záložního zdroje impulsně.

Srovnajme výhody a nevýhody každé z uvedených dvou, resp. tří variant:

ad 1) Vzor v pamětech typu EPROM, poloha naposledy zatkaného útku v rámci raportu uložena do paměti RAM o minimální kapacitě napájené ze záložního zdroje.

Vzor, či kolekci vzorů uložíme předem do paměti typu EPROM pomocí programovacího zařízení (přístroje). Při změně sortimentu vyráběného zboží se paměťový integrovaný obvod vymění za jiný. Původní obvod lze v případě potřeby vymazat ultrafialovým světlem a elektricky znovu naprogramovat. Přitom cyklus programování/mazání lze mnohokrát opakovat.

Bude výhodné vytvořit určitý zásobník vzorů tak, že je předem uložíme do různých paměťových obvodů EPROM. V případě potřeby se pak zpracovávaný vzor změní velmi rychle prostou

výměnou paměťového obvodu. Do jediného paměťového pouzdra či do jedné sady těchto obvodů bude možné vložit i větší počet vzorů s menším reportem. Jejich výběr se pak provede v podstatě okamžitě např. pomocí adresovacích přepínačů. Způsob adresace různých vzorů je popsán v kapitole 6.

Výhodné je u této varianty také to, že paměťové obvody EPROM jsou poměrně levné a vzhledem k možnosti vymazání a znovuzapsání mnohokrát použitelné. Nevýhodou varianty je potřeba programovacího a mazacího zařízení. Jeho výroba se však u nás připravuje /24/.

Použití náhradního zdroje se však ani zde zcela nevyhne. Do paměti RAM s možností záložního napájení je totiž třeba po výpadku sítě uložit - jak již bylo řečeno - pořadové číslo naposledy zatkaného útku. Tato paměť však může mít minimální kapacitu a proto i záložní zdroj bude minimální a velmi jednoduchým dobíjením.

a) 2a) Vzor i poloha útku v rámci reportu v paměti RAM-CMOS napájené po výpadku sítě ze záložního zdroje.

Tato varianta je z technického hlediska zřejmě nejvýhodnější a ve světě u aplikací podobného charakteru často používána. Vyžaduje sice zdroj záložního napájení, ten je však v rámci již zmíněné stavebnice Mikrosat vyvíjen jako součást zdroje označeného DUE 033. Také paměťová deska CMOS se záložním napájením (MPS 0094) patří do systému /3/. Paměťové obvody CMOS typu MMB 1902, kterými bude deska osazena, jsou u nás vyvíjeny /22/, /28/ a první vzorky budou dosažitelné v I.Q.1981.

Podstatnou výhodou této varianty řešení je snadná změna vzoru, která se provede ve velmi krátké době prostým načtením vzoru např. z děrné (počítačové) pásky nebo z kazetového magnetofonu či magnetopáskové jednotky.

Nevýhodou bude nepochybně poněkud vyšší cena paměťových obvodů MMB 1902, jejichž výroba u nás teprve začíná. Z rozboru vývoje cen ve světě však vyplývá, že i v tomto případě po zahájení výroby a při větší seriovosti nutně dojde k poklesu výrobních nákladů a tím i ceny. Kromě toho náklady na nositele vzoru jsou j e d n o r á z o v é.

Tato výhoda vynikne zejména tehdy, když si uvědomíme, že na dnešních listových strojích se používá dovážená a poměrně drahá fóliová karta, kterou lze použít pouze jedenkrát. Přídavné náklady na přizpůsobení stavebnice Mikrosat pro daný úkol jsou u této varianty minimální.

ad 2b) Vzor i poloha útku v rámci raportu v běžných pamětech RAM.

Z hlediska funkčních vlastností a pohotovosti při změně vyráběného sortimentu má tato varianta stejné přednosti jako varianta ad 2a). Běžné a levné statické paměťové obvody RAM-MOS nelze však s ohledem na jejich spotřebu napájet dlouhodobě prostým způsobem ze záložního zdroje. Např. paměť o kapacitě 2 kB osazená integrovanými obvody ekv. I 2102 odebírá 0,9 A. Proto by bylo nutné přejít po výpadku sítě k impulsnímu záložnímu napájení, které spočívá v tom, že napájecí napětí ze záložního zdroje se k paměťovým obvodům připojuje pouze v určitých pravidelně se opakujících okamžicích. Mezitím se informace v paměti zachová vlivem vnitřních kapacit. Takový způsob napájení je možný a někteří autoři se o něm zmiňují /25/, /26/, /27/. Uvádí se zmenšení příkonu až o 96 %.

Je třeba přiznat, že ve světě však paměti s takovým napájením příliš rozšířené nejsou, zřejmě s ohledem na komplikovanější provedení napájecího zdroje a z jiných důvodů. V našem případě k tomu přistupuje navíc ta nevýhoda, že ani vhodný zdroj ani paměťová karta vhodná pro náš účel není součástí stavebnice Mikrosat. Individuální výroba by prodražila cenu řídicí jednotky a tím by zanikla výhoda nižší ceny paměťových obvodů RAM-MOS. Proto považujeme tuto variantu pouze za náhradní řešení.

Z právě uvedeného rozboru vyplývá, že použitelné řešení představuje zřejmě buď varianta ad 1) nebo ad 2a). Zaměříme se proto dále těmito dvěma směry. Všimněme si nejprve těch částí systému, které jsou při výpadku sítě oběma variantám společné.

5.2 Opatření při výpadku napájení

Při návrhu mikroprocesorové řídicí jednotky odolné proti výpadku sítě je třeba obecně počítat s těmito faktory:

1) Obsahy registrů mikroprocesoru je třeba po výpadku sítě přemístit do paměti napájené ze záložního zdroje a to v době, kdy napájecí napětí $U_{cc} = +5\text{ V}$ je vlivem kapacit elektrolytických kondenzátorů ještě nad minimální dovolenou hodnotou 4,75 V. Velikost této doby závisí na provedení zdroje a odběru z něj. Praktické hodnoty se budou pohybovat v rozmezí 0,1 ... 5 ms.

2) Po poklesu napájecího napětí pod hodnotu $U_{cc} = 4,75\text{ V}$ je třeba data v paměti chránit proti zničení, zejména během přepínání napájecího napětí na záložní zdroj. Během poklesu provozního napětí U_{cc} po výpadku sítě se totiž objeví na vedeních datové, adresové a řídicí sběrnice nedefinované přechodové stavy, které způsobí nechtěný zápis neurčitých dat do náhodně adresovaných buněk. Tomu je třeba zablokováním zápisu po poklesu napájecího napětí pod $U_{cc} = 4,75\text{ V}$ zabránit.

3) Po výpadku sítě je nutné nastavit silové členy řízeného stroje do určitých nekritických stavů.

5.3 Výběr záložního napájecího zdroje

Při volbě koncepce záložního napájení je třeba nejprve analyzovat požadavky vyplývající ze způsobu provozu systému. Důležitými faktory pro výběr záložního zdroje jsou zejména /27/:

- 1/ Předepsaný zatěžovací proud záložního zdroje.
- 2/ Napětí plně nabitého zdroje.
- 3/ Napětí vybitého zdroje.
- 4/ Životnost zdroje při maximálních zatěžovacích podmínkách.
- 5/ Teplota pracovního i skladovacího prostředí.

6/ Rozměry a váha zdroje.

7/ Způsob provozu zdroje.

Z těchto sedmi faktorů je důležitý zejména vliv teploty na kapacitu a životnost zdroje. U mnohých nespájecích článků má běžný teplotní rozsah ($0...70^{\circ}\text{C}$) nepříznivý vliv jak na účinnost, tak i na životnost zdroje.

Sedmé kritérium se týká předpokládaného způsobu práce zdroje z hlediska časového. Očekáváme-li, že zdroj bude uchovávat data v paměti pouze v případech náhodného výpadku sítě při poruše v energetické soustavě, tedy poměrně zřídka a po krátkou dobu, potom je vhodné zvolit buď dobíjitelný akumulátor (sekundární zdroj) s pomalým (kapkovým) dobíjením nebo použít nedobíjitelný článek (primární zdroj), který se v určitých časových intervalech pravidelně vyměňuje (např. po 6 měsících až lkrát ročně).

Bude-li však systém provozován tak, že k jeho zapnutí dojde vždy na začátku směny, resp. pracovního týdne a k vypnutí na konci směny, resp. pracovního týdne, pak je nutné použít akumulátor s rychlým dobíjením a vhodným nabíjecím obvodem.

Jak již bylo řečeno, v prvním případě, tj. při poměrně řídkém a časově omezeném výskytu výpadku sítě, připadají v úvahu buď primární (nedobíjitelné) články nebo akumulátory s pomalým tzv. kapkovým nabíjením. Z primárních článků jsou pro daný účel vhodné články lithiové, rtuťové, stříbrokyslíč-níkové nebo alkalické. Protože však ve výrobním programu našeho výrobce vhodný typ primárního článku není /34/, nebudeme se více primárními články zabývat. Vlastnosti a charakteristiky primárních článků najdeme ve /27/ a /33/.

Ze sekundárních zdrojů jsou nejvhodnější akumulátory niklokaadmiové a to zejména proto, že se vyznačují malými rozměry a plochou vybíjecí charakteristikou. Typický průběh vybíjecí charakteristiky je naznačen v obr. 5.3.1 /27/, /33/.

Protože napětí jednoho článku je 1,2 V, je třeba použít 2 až 3 články zapojené v sérii. Články NiCd vykazují určitý svodový, na teplotě závislý proud, který způsobuje samovybíjení článku. S tím je třeba při návrhu počítat. Ztráty samovybíje-

ním se pohybují v průměru kolem 1 % kapacity denně při teplotě 25°C a 7 % kapacity denně při 50°C. Proto je třeba zajistit, aby NiCd akumulátor byl před použitím vždy v plně nabitém stavu /27/, /33/.

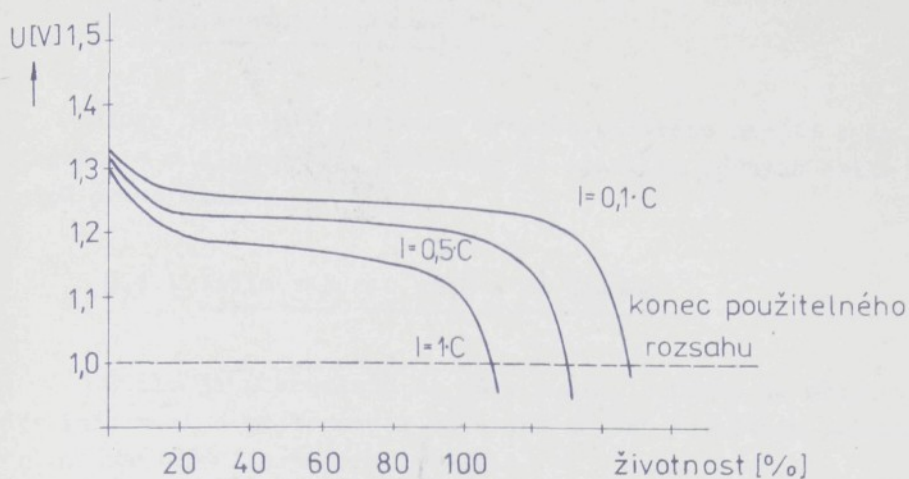
5.3.1 Pomalé (kapkové) nabíjení akumulátorů NiCd

Abychom zamezili poklesu napětí akumulátoru vlivem samovybíjení, je vhodné akumulátor nepřetržitě napájet určitým malým proudem. Akumulátor NiCd může být nabíjen proudem rovným 10% kapacity/h po libovolně dlouhou dobu, aniž by došlo k poškození článku /33/. Jednoduchý nabíjecí obvod nakreslený na obr. 5.3.2 vyžaduje pouze předřadný odpor R_p , jehož velikost určuje požadovaný nabíjecí proud.

V závislosti na celkovém proudu, který paměť odebírá, mohl by úbytek napětí na odporu R_p nabývat při záložním napájení nepřipustně velkých hodnot. Proto je paralelně k odporu R_p zařazena dioda, takže úbytek napětí nepřekročí velikost napětí na diodě zapojené v propustném směru (0,2 V u germaniových diod, 0,7 V u křemíkových diod).

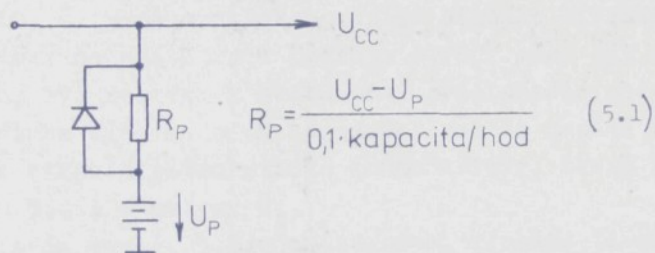
Použití obvodu pro pomalé nabíjení je vhodné zejména v těch případech, kdy k výpadku sítě dochází poměrně zřídka a po krátkou dobu a nebo odebíraný proud je velmi nízký. V našem případě bude obvod pro pomalé nabíjení využit ve variantě, v níž je vzor uložen v pamětech EPROM a poloha útku v rámci raportu v pamětech RAM-CMOS o minimální kapacitě, tedy i o minimální spotřebě.

Příklad zapojení obvodu pro rychlé nabíjení bude uveden v jedné z pozdějších kapitol. Konkrétní řešení nabíjení a dalších obvodů bude třeba navrhnout podle toho, zda vzor bude uložen v pamětech RAM CMOS či EPROM.



Obr. 5.3.1

Typický průběh vybíjecí charakteristiky akumulátorů NiCd. Parametrem je vybíjecí proud. C = kapacita / Ah



Obr. 5.3.2

Jednoduchý nabíjecí obvod pro akumulátory NiCd

5.4 Indikace výpadku sítě

Úloha čidla pro indikaci výpadku síťového napětí byla popsána v odstavci 5.1. Všimněme si několika možných principů práce čidla.

5.4.1 Čidlo výpadku sítě s RC členem

Čidlo je nakresleno na obr. 5.4.1, z něhož je zřejmé, že informaci o přítomnosti síťového napětí poskytuje zvláštní vinutí transformátoru zdroje.

Je-li síťové napětí v pořádku, prostřednictvím členu R_z , R_T , C_T a Zenerovy diody ZD se přivádí na vstup Schmittova klopného obvodu 7414 (dále jen SKO) úroveň log 1. Hodnoty R_T , C_T určují rychlost poklesu napětí na vstupu Schmittova klopného obvodu v případě výpadku sítě. Časová konstanta zabráňuje reakci čidla na krátké výpadky sítě, např. po několik period. Horní omezení časové konstanty je však dáno tím, že mezi okamžikem vzniku signálu VÝPADEK SÍTĚ VS a poklesem napětí U_B pod hodnotu 4,75 V musí být ještě dostatečná časová rezerva k proběhnutí příslušného podprogramu pro obsluhu výpadku sítě. Opožděný pokles napětí U_B umožňují obvykle velké elektrolytické kondenzátory, které jsou v obrázku 5.4.1 označeny C_V .

Jak je v obr. 5.4.2 znázorněno, vypadne-li síťové napětí v čase t_1 , pak v okamžiku t_2 poklesne napětí na vstupu SKO pod překlápěcí úroveň (označme ji V_T) a SKO skokem změní stav na svém výstupu z úrovně log 0 na log. 1. Výhodou uvedeného zapojení je snadné přizpůsobení rychlosti reakce čidla. Na místě SKO můžeme použít buď běžný dovážený integrovaný obvod SN 74 14 nebo UCY 74 132 vyráběný v PLR, příp. ekviv. 74 13 dovážený ze SSSR.

5.4.1.1 Návrh čidla s RC členem

Ze /35/ zjistíme, že typická hodnota překlápěcí úrovně V_T při poklesu vstupního napětí SKO je 0,9 V. Napětí U_C na

kondenzátoru C_T klesá podle vztahu

$$U_C = U_1 e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (5.2)$$

kde U_1 je počáteční napětí na kondenzátoru C_T dané typem použité Zenerovy diody ZD a

$$\tau = R_T C_T \quad (5.3)$$

Z toho lze za předpokladu vysokého vstupního odporu SKO vypočítat dobu, za kterou napětí na kondenzátoru C poklesne na hodnotu V_{T-} , tudíž dobu reakce čidla:

$$t = R_T C_T \ln \frac{U_1}{U_C} = t_2 - t_1 \quad (5.4)$$

Předpokládáme-li $U_1 = 5V$, $U_C = V_{T-} = 0,9 V$ a $C_T = 1 \mu F$, pak ze vztahu (5.4):

$$t_2 - t_1 = 1,71 \cdot 10^{-7} R \quad (5.5)$$

Maximální možnou velikost odporu R_T vypočítáme z parametrů int. obvodu 7414 příp. 74 13 nebo 74 132 /35/, které jsou shrnuty v tab. 5.4.1.

Tabulka 5.4.1 Vlastností Schmittova klopného obvodu 7414

	min.	typ.	max.
překlápěcí úroveň při zvětšování vstupního napětí V_{T+}	1,5	0,9	1,1 V
překlápěcí úroveň při zmenšování vstupního napětí V_{T-}	0,6	0,9	1,1 V
hystereze $V_{T+} - V_{T-}$	0,4	0,8 V	
vstupní proud při V_{T-}		-0,56 mA = I_{T-}	
vstupní proud při buzení log 0		-0,8	-1,2 mA

Klesá-li napětí na odporu R_T , pak při dosažení prahové hodnoty V_{T-} , tj. v nejnepríznivějším případě napětí 1,1 V, dojde k překlopení obvodu. Přitom je vstupní proud $I_{T-} = 0,56$ mA. Úbytek napětí na odporu R_T vyvolaný právě tímto proudem nesmí překročit hysterezi obvodu, tj. v nejnepríznivějším případě 0,4 V:

$$R_T \cdot I_{T-} \leq (V_{T+} - V_{T-})_{\min} \quad (5.6)$$

$$R_T \leq \frac{1}{I_{T-}} \cdot (V_{T+} - V_{T-})_{\min} \quad (5.7)$$

Z toho vyplývá $R_{T_{\max}} = \frac{0,4}{0,56} = 0,71 \text{ k}\Omega$.

S ohledem na 10 % tolerance vyráběných odporů je $R_{T_{\max}} = 560 \Omega$.

Princip právě popsaného čidla (bez výpočtu) je naznačen ve /27/. Jiné zapojení pracující na podobném principu publikované ve /40/ používá 4-násobný Schmittův klopný obvod v provedení CMOS. Tento integrovaný obvod však není u nás běžně dostupný.

5.4.2 Čidlo výpadku sítě se znovuspustitelným monostabilním klopným obvodem

Podle principu naznačeného ve /32/ byl navržen a vyzkoušen obvod nakreslený na obr. 5.4.3. Na vstup obvodu se přivádí transformované a dvoucestně usměrněné síťové napětí, z něhož se pomocí tranzistoru T získají spouštěcí impulsy s periodou 10 ms. Ty se pak přivádějí na vstup znovuspustitelného monostabilního klopného obvodu (dále jen ZMKO) UCY 73 123, u něhož délku výstupního impulsu zvolíme 15 ms. To znamená, že za přítomnosti síťového napětí je ZMKO trvale překllopený (vysvětlení funkce ZMKO viz dále). Při výpadku síťového napětí vypadnou i spouštěcí impulsy, ZMKO se vrátí do své stabilní polohy a na jeho výstupu tak vznikne aktivní signál $\overline{VS}$ (VÝPADEK SÍTĚ). K dispozici

je i negovaná forma tohoto signálu. Vstupní filtr složený ze členů C_1 , R_1 slouží k potlačení vlivu vysokofrekvenčních zámkitů a rušení.

Integrovaný obvod UCX 74 123 je tvořen dvěma nezávislými monostabilními klopnými obvody. Každý z nich má 2 startovací vstupy. Vstup A uvede obvod do činnosti, změní-li se úroveň napětí na něm z log 1 na log 0. Přitom na vstupu musí být úroveň log 1. Funkce startovacího vstupu B je opačná, tzn. obvod se nastartuje, přechází-li úroveň na něm z log 0 do log 1 za přítomnosti log 0 na vstupu A. Podmínkou pro oba způsoby startování je přítomnost úrovně log 1 na nulovacím vstupu R, jehož funkce je nadřazená.

Podle údajů výrobce /20/ lze časovací prvky volit v rozmezí

$$R_T = 5 \dots 50 \text{ k}\Omega$$

$$C_T \geq 1 \text{ pF}$$

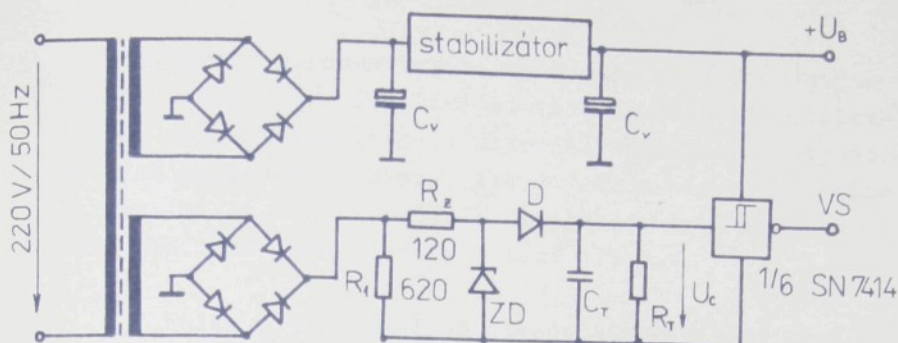
Pro naši aplikaci je důležitou vlastností obvodu jeho znovu-spustitelnost. Tzn. přijde-li na některý z jeho vstupů startovací impuls v okamžiku, kde je obvod ještě překlopen vlivem předchozího impulsu, pak obvod setrvá v překlopeném stavu ještě po dobu určenou časovacími prvky R_T , C_T a počítanou od okamžiku příchodu posledního spouštěcího impulsu.

Pro výpočet hodnot časovacích prvků pro zadanou délku výstupního impulsu lze použít metodu publikovanou v /38/ a upravenou v /39/. Nomogram závislosti mezi hodnotami prvků R_T , C_T a T uvedený ve /20/ lze s dostatečnou přesností aproximovat rovnicí:

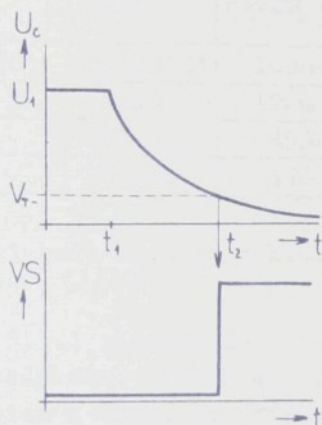
$$T = 0,32 (R + 0,7)C + 11,8 \cdot R^{0,837} \quad (5.8)$$

kde T je šířka generovaného impulsu v ns,
 R_T odpor v $\text{k}\Omega$ a C_T kapacita v pF.

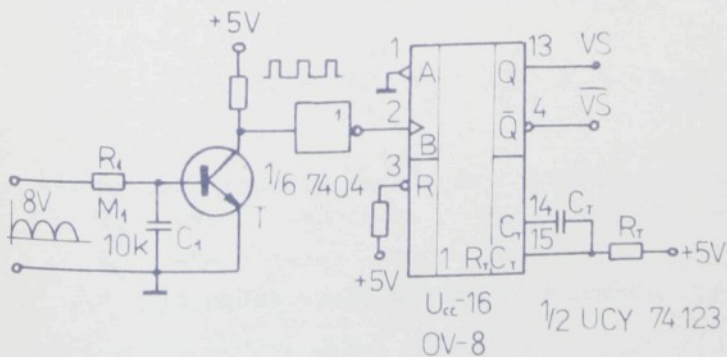
Jsou-li dva z těchto parametrů předem určené, třetí je možno vypočítat. Ve /39/ je uvedena rekursivní metoda se třemi iteracemi využívající programovatelný kalkulátor TI 58/59. Jiný způsob výpočtu je uveden ve /35/.



Obr.5.4.1 Čidlo výpadku sítě s RC členem



Obr.5.4.2 Vznik signálu VÝPADEK SÍTĚ VS



Obr.5.4.3 Čidlo výpadku sítě se znovuspustitelným mono-

5.5 Uložení vzoru do paměti typu EPROM

Ve světě se dnes vyrábí velké množství paměťových obvodů EPROM /56/. Zaměříme se však pouze na typy elektricky programovatelných a ultrafialovým světlem vymazatelných paměťových obvodů, které jsou u nás dosažitelné a se kterými se v ČSSR počítá. Vlastnosti typů vhodných z tohoto hlediska jsou shrnuty v tab. 5.5.1.

Tabulka 5.5.1 Paměťové obvody EPROM výroby zemí RVHP

výrobce	typ.ozn.	organi- zace	doba pří- stupu /ns/	napáj. napětí /V/	ekviva- lent	bližší inform.
NDR	U 552C	256x8bit	1000	-9/-9/+5	I 1702 A	/48/
SSSR	K 505 RR1	256x8	1000	-9/-9/+5	I 1702 A	/49/
SSSR		1024x8	450	+12/ [±] 5	I 8708	/49/
ČSSR ⁺)		1024x8	450	+12/ [±] 5	I 8708	/50/

Pozn.: +) Vývoj bude ukončen v k.p. Tesla Piešťany v roce 1982.

Z tabulky 5.5.1 vidíme, že v úvahu přicházejí známé a rozšířené obvody ekv. I 1702 A a I 8708.

Vzhledem k tomu, že paměťové buňky jsou osmibitové, bude informace pro 1 útek uložena při 8 ovládaných listech v 1 buňce, při 16 listech ve 2 buňkách a při 24 listech ve 3 buňkách. Bude-li v paměťovém modulu uloženo více vzorů, což je při skupinovém řízení listových strojů pravděpodobné, pak musí pro paměťový modul o kapacitě $K_{\max}$ platit:

$$\sum_{i=1}^n R_i + 2 \sum_{j=1}^m R_j + 3 \sum_{k=1}^p R_k \leq K_{\max} \quad (5.9)$$

kde R_i jsou raporty vzorů pro 8 ovládaných listů

R_j	"	"	"	16	"	"
R_k	"	"	"	24	"	"

n je počet vzorů uložených v modulu pro 8 listů,

m je počet vzorů uložených v modulu pro 16 listů,
 p "- "- "- "- 24 "- .

Předpokládejme, že maximální kapacita $K_{\max}$ paměťového modulu bude 4kB a podívejme se, jaké velké vzory lze do takového modulu uložit. V tab. 5.5.2 jsou uvedeny maximální "součtové" raporty uloženého vzoru pro 8, 16, příp. 24 ovládaných listů.

Tab. 5.5.2 Dosažitelný celkový raport vzorů uložených do paměťového modulu o kapacitě 4kB.

počet ovládaných listů	dosažitelný celkový raport
8	4096
16	2048
24	1365

Do paměťového modulu můžeme uložit větší počet kratších vzorů. Sečteme-li však jejich raporty, nesmí "součtový" raport překročit hodnotu uvedenou v pravém sloupci tab. 5.5.2.

Volba právě zpracovávaného vzoru se bude realizovat pomocí číslicových přepínačů a to pro každý z obou listových strojů zvlášť. Takové řešení umožní prakticky okamžitou změnu sortimentu. Přitom každý listový stroj bude zpracovávat podle potřeby stejný nebo různý vzor. Ve druhém případě bude samozřejmě možný i různý počet ovládaných listů na obou strojích. Bližší podrobnosti nalezneme v 6. kapitole.

Uložíme-li do paměťového modulu pouze 1 vzor, pak je zřejmé, že při 8 ovládaných listech a řízení jednoho listového stroje nebo dvou listových strojů zpracovávajících stejný vzor bude maximální dosažitelný raport vzoru roven 4096, při 16 ovládaných listech 2048 a při 24 listech 1365.

V případě potřeby však nebude obtížné kapacitu paměťového modulu rozšířit.

V případě možnosti volby typu paměťového obvodu, dáme přednost perspektivnějšímu obvodu ekv. I 8708, který má proti typu ekv. I 1702 A některé přednosti:

- kratší přístupovou dobu (není třeba vkládat 1 stav WAIT),
- paměť lze programovat, resp. mazat v programovacím, resp. mazacím přístroji přímo na desce plošného spoje, tzn. obvod není třeba z desky modulu vyjmát /27/.

Při návrhu konkrétního zapojení paměťového modulu 4 kB bude vhodné využít zkušeností z vývoje desky MPS 416, která je součástí mikroprocesorového systému Mikrosat /3/. Pro programování a mazání použijeme programovací a mazací zařízení, jejichž výroba se u nás připravuje /24/, /29/. Z tohoto důvodu není třeba se vývojem těchto zařízení zabývat.

5.5.1 Uložení polohy naposledy zatkaného útku v rámci reportu

Již v úvodu kapitoly 5.1 jsme se zmínili o tom, že ani v případě uložení vzoru do paměti EPROM se nevyhneme použití paměti RAM se záložním napájením. Tato paměť však bude mít minimální kapacitu a tedy i minimální spotřebu.

V případě výpadku síťového napětí je třeba uchovat v paměti se záložním napájením obecně obsahy registrů centrální jednotky. V našem případě vystačí zřejmě uložení pouze naposledy zatkaného útku v rámci reportu. Je to nutné z toho důvodu, aby po obnovení napájení měl mikropočítač informaci o tom, který útek byl v rámci reportu před výpadkem sítě zatkán jako poslední. Potom bude tkaní pokračovat na tom místě reportu, kde před výpadkem skončilo, což je z ekonomického hlediska nezbytnou podmínkou. Obsahy ostatních registrů se dají odvodit programovým způsobem.

Navrhneme paměť RAM, která bude schopna daný požadavek splnit. Vyjdeme přitom z předpokladu, že paměť musí být pokud možno co nejjednodušší, aby se nezvyšovaly náklady na elektroniku. Dalším požadavkem je využití signálů, které jsou na procesorové desce SBC 80/10 k dispozici.

Daný úkol by nejlépe splnil některý z typů statických pamětí RAM-CMOS s menší kapacitou o vhodné organizaci, např. 32 x 8 bitů. Vhodným typem je např. paměťový obvod CDP 1824 firmy RCA. Z hlediska orientace na použití dostupných součástek je však toto řešení nevyhovující. Jak uvidíme později v části práce zabývající se programovým vybavením, lze pro daný účel použít jediný paměťový obvod o kapacitě 1024 x 1 bit, do něhož požadovanou informaci uložíme vhodným způsobem.

Z dostupných součástek přicházejí v úvahu dva obvody: paměťový obvod RAM-CMOS typu MMB 1902 čs. výroby /28/, /22/ a nebo s ohledem na velmi malou požadovanou kapacitu též paměťový obvod RAM typu U 202 D výroby MDR /48/, /66/. K záložnímu napájení obou paměťových obvodů postačí záložní zdroj složený ze 2, resp. 3 článků NiCd s pomalým dobíjením, které je popsáno v kap. 5.3.1. V daném případě bude použitelný článek

NiCd 225 /34/, jehož max. vybíjecí proud je 22,5 mA.

5.5.1.1 Uložení polohy útku do paměťového obvodu U 202 D

Z popisu základních vlastností obvodu U 202 D uveřejněného v /66/, /68/ vyplývá, že tento velmi levný obvod může být v případě potřeby napájen ze záložního zdroje, i když se jedná o paměť vyrobenou technologií NMOS a nikoliv CMOS. K udržení dat stačí podle údajů výrobce 2,0V, příp. 1,5 V. Přitom spotřeba při tomto napětí poklesne na 40 mW proti 225 mW při provozním napájení. Odebíraný proud má při záložním napájení^{ci m} napětí 2,0 V velikost 20 mA.

Předpokládáme-li, že obvod U 202 D je ekvivalentní modifikaci AL obvodu I 2102 firmy Intel, což je pravděpodobné, potom podrobné údaje, zejména pro záložní provoz, nalezneme ve /27/. Požadavky na záložní napájení jsou shrnuty v tab. 5.5.1 a v obr. 5.5.1. Jak z tohoto obrázku vyplývá, je nutné, aby na uvolňovací vstup $\overline{CE}$ (chip enable) byla přivedena úroveň 2,0 V nebo vyšší o dobu t_{cp} dříve (minimum je 0 ns), než napětí U_{cc} poklesne pod hodnotu 4,75 V. Nemá-li dojít během poklesu napájecího napětí ke ztrátě dat, pak vstup $\overline{CE}$ musí být buď udržován na úrovni 1,5 V nebo vyšší a nebo musí sledovat klesající napětí U_{cc} na téže nebo vyšší úrovni se stejnou nebo nižší rychlostí.

Jednoduchý obvod umožňující signálu $\overline{CE}$ sledovat napětí U_{cc} je nakreslen v obr. 5.5.2. Hradlo NAND je napájené týmhž napětím U_B , které po výpadku sítě klesá k nule. Signál INHIBIT zajišťuje, že signál $\overline{CE}$ bude určitou dobu na úrovni log. 1. ^{+) Jakmile napětí U_{cc} poklesne pod minimální dovolenou hodnotu 4,75 V, odpory R_1 , R_2 zajistí, že výstup $\overline{CE}$ se udrží na úrovni log 1 a pak bude sledovat klesající napětí U_{cc} nezávisle na úrovni vstupního signálu $\overline{CE}$.}

Pozn.: +) Signál INHIBIT představuje zpožděný signál VÝPADEK SÍTĚ a může být generován např. obvodem podle obr. 5.6.2.

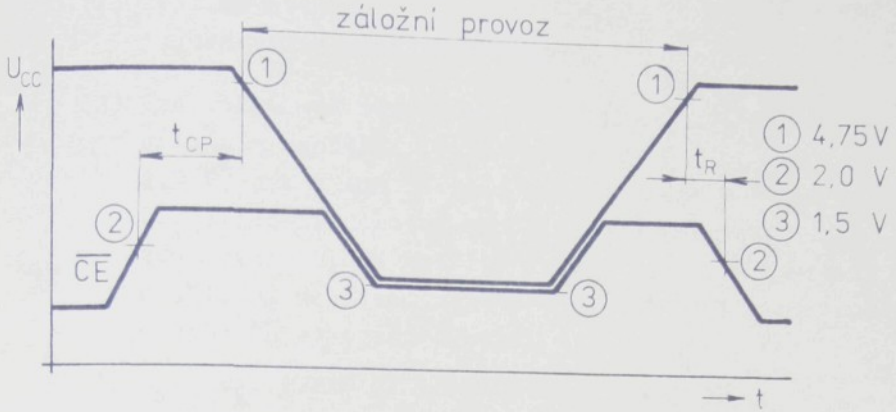
Schema zapojení paměti se záložním napájením využívající signály generované na procesorové desce SBC 80/10 je nakresleno v obr. 5.5.3. Protože na desce jsou k dispozici adresovací signály pro adresy 3800...3B00, zvolíme právě tento paměťový rozsah. Přitom si však uvědomíme, že na procesorové desce MPS 80/10 (VÚAP Praha) mohou být tyto signály odlišné s ohledem na jiné použité paměťové obvody RAM.

Výhodou použití uvedeného obvodu při záložním napájení je zejména ta skutečnost, že obvod U 202D je v současné době dostupný a velmi levný. Nevýhodou je poměrně velký proudový odběr při záložním napájení.

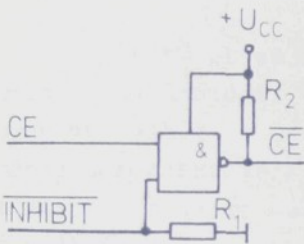
Tab. 5.5.1 Vlastnosti paměťového obvodu I 2102 AL v provozu se záložním napájením

$T_A = 0$ až 70°C

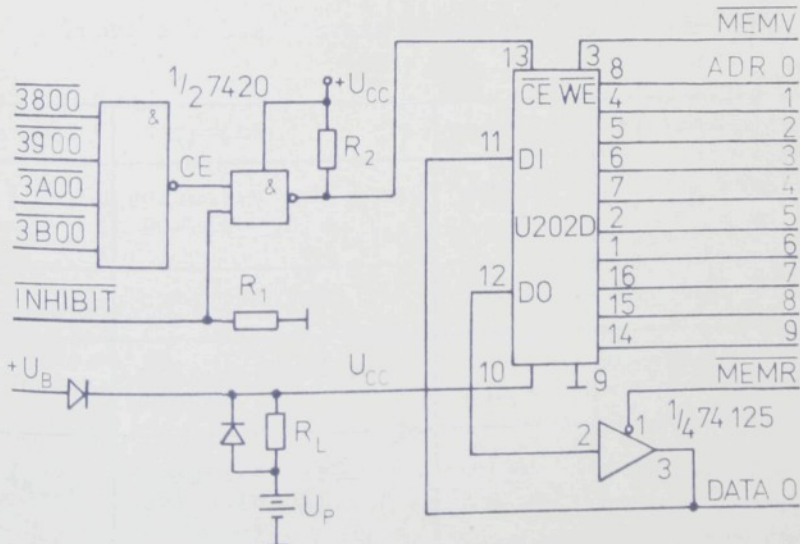
symbol	parametry	I 2102 AL			podmínky při testování
		min.	typ/1/	max.	
U_{PD}	napětí U_{CE} v provozu se záložním napájením	1,5 V			
$U_{CES}^{/2/}$	napětí na vstupu CE při záložním napájení	2,0V			$2,0V \leq U_{PD} \leq U_{CEmax}$
		$U_{PD}/V/$			$1,5V \leq U_{PD} < 2,0V$
I_{PD1}	proud při záložním napájení		15 mA	23 mA	všechny vstupy = $U_{PD1} = 1,5 V$
I_{PD2}	"-		20mA	30mA	všechny vstupy = $U_{PD2} = 2,0V$
t_{CP}	doba mezi volbou chipu a záložním provozem	Ons			
$t_R^{/3/}$	zotavovací doba po zálož. provozu	$t_{RC}/ns/$			



Obr. 5.5.1 Charakteristiky paměťového obvodu I 2102 AL při záložním napájení



Obr. 5.5.2 Obvod pro generování signálu $\overline{CE}$ (chip enable) vyhovující záložnímu provozu



Obr. 5.5.3 Připojení paměti se záložním napájením osazené obvodem U 202 D, resp. I 2102 AL na procesorovou desku SBC 80/10

Pozn.: 1) Typické hodnoty platí při teplotě $T_A = 25^\circ\text{C}$ a jmenovitém napájecím napětí.

2) Předpokládané testovací podmínky: Je-li napětí při záložním napájení (U_{PD}) mezi 5,25 V ($U_{CC \text{ max}}$) a 2,0 V, pak vstup $\overline{CE}$ musí být udržován na úrovni 2,0 V (U_{IH}). Je-li záložní napájecí napětí menší než 2,0V avšak vyšší než 1,5 V (U_{PDmin}), pak vstup $\overline{CE}$ a záložní napájecí napětí musí být na stejné úrovni a nebo $\overline{CE}$ na vyšší úrovni.

3) $t_R = t_{RC}$ (READ CYCLE TIME) = 350 ns.

5.5.1.2 Uložení polohy útku do paměťového obvodu MEB 1902

Paměťový obvod MEB 1902 má organizaci 1024 x 1 bit a je vyroben technologií CMOS. Z toho vyplývá podstatně nižší proudový odběr ve srovnání s paměťovým obvodem U 202 D. Bližší údaje nalezneme ve /22/ a /28/. V tab. 5.5.2 jsou uvedeny některé parametry důležité z hlediska provozu při-záložním napájení.

Tábulka 5.5.2 Vybrané parametry obvodu MEB 1902

symbol	parametr	hodnota	testovací podmínky
I_{CC}	proudový odběr ze zdroje	200 μA	$U_I = 0 \text{ V}$ nebo $U_I = 5,25 \text{ V}$ $U_{CC} = 5,25 \text{ V}$
t_{acc}	doba přístupu	800 ns	$U_{CC} = 4,75 \text{ V}$
U_{ccdr}	záložní napájecí napětí	2,5 V	$U_{\overline{CE}} = U_{ccdr}$
I_{ccdr}	proudový odběr při záložním napájení	50 μA	$U_{\overline{CE}} = 2,5 \text{ V}$

Z tab. 5.5.2 vyplývá, že k udržení dat je nutné napájecí napětí minimálně 2,5 V. Způsob řízení obvodu během poklesu napájecího napětí bude zřejmě shodný s řízením obvodu I 2102 AL /viz odst. 5.5.1.1/. Poněkud nevýhodná je poměrně dlouhá doba přístupu 800 ns. To si vyžádá vložení 1 cyklu WAIT při činnosti mikroprocesoru na procesorové desce SBC 80/10. Zapojení patice obvodu MHB 1902 je shodné s obvodem I 2102 AL resp. U 202D.

5.6 Uložení vzoru do paměti RAM-CMOS

Tato varianta předpokládá aplikaci paměťové karty se záložní baterií MPS 0094, která je součástí mikroprocesorového systému Mikrosat /3/. Není proto předmětem této práce návrh vlastní paměťové desky a nabíjecího obvodu. Účelnější spíše bude vyjít z předpokládaných vlastností desky a počítat s nimi při dalším postupu. Deska bude mít tyto základní funkční vlastnosti /3/:

- 4 kByte statické paměti RAM-CMOS,
- Akumulátory a nabíjecí obvody pro napájení paměti při výpadku sítě. Délka uchování informace cca 90 hod.
- Možnost volby umístění 4kB bloku paměti po 4 kB skocích v rámci adresové kapacity systému.
- Napájení +5V/1,7 A.
- Přístupový čas 750 nsec.
- Paritní detektor a generátor.

Dodatečně byly zjištěny některé další podrobnosti /42/:

- Zdroje systému Mikrosat generují signál VÝPADEK SÍTĚ, který se přivádí do paměťové karty. Poté se za 3,6 ms paměť zablokuje a napájení přepne na záložní zdroj.
- Paměťové obvody MHB 1902 jsou v současné době nekvalitní a proto nebude zřejmě překlenutelná doba 90 hod. dosažitelná.
- Akumulátory čs. výroby jsou pro dané použití nevhodné a to zejména s ohledem na nebezpečí vytékání elektrolytu. V úvahu přicházejí akumulátory NiCd Varta 43 s nebo akumulátory ve tvaru pouzdra LIL, které vyrábí francouzská firma Saft SA (Memoguards) /46/ a nebo firma General Electric Co /43/.

5.6.1 Blokové schéma obvodů pro řízení paměti RAM-CMOS při výpadku sítě

V současné době (prosinec 1980) byl ve VÚAP Praha dokon-

čen návrh zapojení desky MPS 094 a ověřuje se funkční vzorek /42/. Proto nejsou bližší informace o uvedené paměťové kartě zatím dostupné. V každém případě však bude obecně nutné, aby buď na paměťové kartě nebo mimo ni byly umístěny obvody připojené v obr. 5.6.1 na vstup a výstup zdroje napájecích napětí /32/.

Obvod indikující výpadek sítě reaguje bezprostředně na ztrátu síťového napájení tím, že generuje signál VS (VÝPADEK SÍTĚ). Na základě tohoto signálu následující řídicí logika okamžitě vyšle do mikroprocesoru signál INT, který po dokončení právě zpracovávané instrukce přeruší probíhající program a pokračuje na adrese generované uvnitř centrální jednotky mikropočítače. Na cestě SBC 30/10 se generuje instrukce RST 7, tj. nepodmíněný skok na adresu 0038H. Na této adrese začíná podprogram pro obsluhu výpadku sítě, který provede potřebné operace, tj. uloží potřebná data nutná pro pozdější pokračování tkaní po obnovení napájení do nevolatilní paměti RAM. Kromě toho nastaví silové členy listového stroje do nekritického stavu.

5.6.1.1 Řídicí logika

Informace uložené v paměti RAM-CMOS (tj. data potřebná pro pokračování tkaní po obnovení napájení a také vlastní vzor) musí být při výpadku sítě uchovány. K zamezení ztráty obsahu paměti nestačí však zajistit pouze záložní napájecí režim (standby mode). Během poklesu napájecího napětí se totiž objeví jak na adresové a datové sběrnici, tak i na řídicích vedeních nedefinované přechodové signály, které by zapsaly do náhodně adresovaných buněk neurčitá data.

Tomu lze zabránit tím, že se po výpadku sítě zablokuje zapisovací signály, což je právě úkolem řídicí logiky. V bloku "Řídicí logika" v obr. 5.6.1 se generuje signál INHIBIT poté, když je ukončen podprogram pro obsluhu výpadku sítě, avšak dříve než provozní napětí na elektrolytických kondenzátorech poklesne pod dolní dovolenou hodnotu (4,75 V). Signál INHIBIT pak zablokuje zapisovací vstupy paměti.

Zapisovací vstupy se odblokuje teprve poté, když řídi-

cí logika indikuje po výpadku sítě opět přítomnost správného provozního napětí. Přitom je třeba dbát také na to, aby právě popsané blokování zapisovacích signálů bylo schopné funkce i v době, kdy síťové napětí není přítomné.

Funkci řídicí logiky vysvětlíme na příkladu zapojení nakresleném na obr. 5.6.2, které splňuje požadovanou funkci.

Řídicí logika se skládá z částí, které

- detekují signál VÝPADEK SÍTĚ ($\overline{VS}$)
- generují signál RESET a INHIBIT
- generují přerušovací signál INT

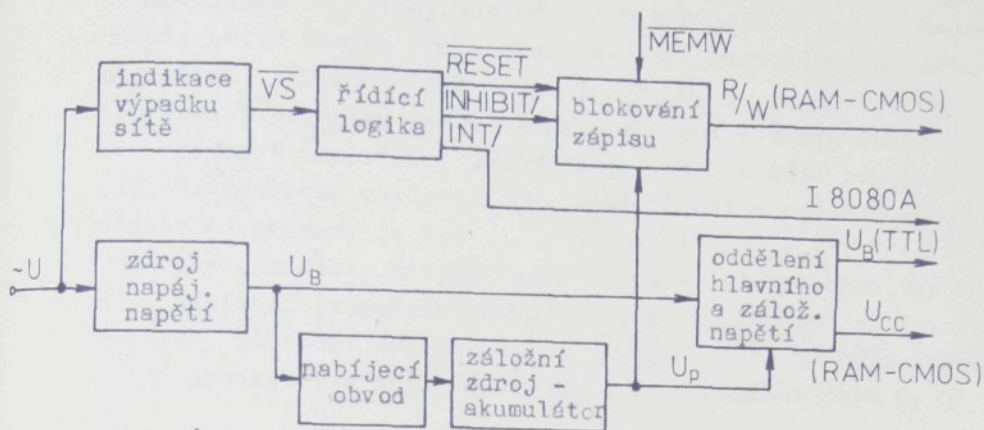
Dále je součástí řídicí logiky vnitřní nastavovací obvod.

Časový diagram práce řídicí logiky vidíme na obr. 5.6.3. Vnitřní nastavovací obvod uvádí řídicí logiku do definovaného počátečního stavu po zapnutí napájení, kdy signály INHIBIT a RESET jsou aktivní, tj. mají úroveň log. 0. Poté začíná pracovat blok indikující stav signálu VÝPADEK SÍTĚ ($\overline{VS}$). Změní-li se vstupní signál z hodnoty $\overline{VS} = \text{log } 0$ do $\overline{VS} = \text{log } 1$, tj. když čidlo výpadku sítě hlásí opětnou přítomnost síťového napětí, pak se zpožděním $\tau_1 = 0,5$ s generuje obvod MKO₃ přes dále zapojené hradlo krátký impuls $\overline{S}$. V době τ_1 se ustálí poměry na napájecích vedeních.

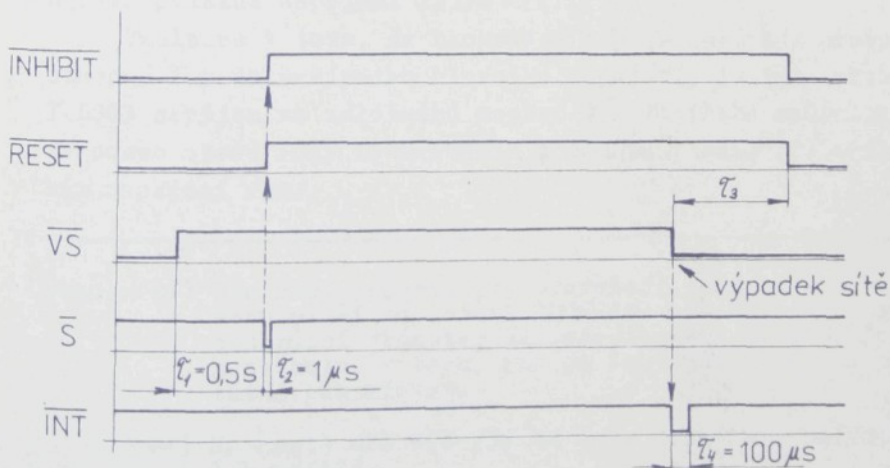
Impuls $\overline{S}$ překlápí klopný obvod KO₁, který uvede tranzistor T_1 do vodivého stavu. Signály RESET a INHIBIT zaujmou pasivní stav, tj. úroveň log 1. Mikropočítač může začít pracovat a proběhne inicializační program.⁺⁾

Řídicí logika změní svůj stav teprve tehdy, nastane-li nový výpadek sítě. Signál $\overline{VS} = \text{log } 0$ generuje prostřednictvím monostabilního klopného obvodu MKO₄ okamžitě signál INT, který způsobí přerušování práce programu.⁺⁺⁾

Pozn.: ⁺⁾ Inicializační program naplní ukazatel zásobníku, nastaví druh provozu programovatelných obvodů pro vstup a výstup a nastaví masku přerušování. Nakonec přejde do stavu, kdy očekává stisknutí tlačítka START nebo POKRAČOVÁNÍ, jejichž funkce bude vysvětlena v kapitole 6, zabývající se návrhem ovládacího panelu.



Obr. 5.6.1 Blokové schéma obvodů pro řízení paměti CMOS při výpadku sítě



Obr. 5.6.3 Časový diagram práce řídicí logiky (délky trvání impulsů nejsou kresleny v měřítku)

Ke generování aktivních signálů RESET a INHIBIT dojde se zpožděním τ_3 (realizovaným monostabilním klopným obvodem MKO₂), které umožní proběhnout celý podprogram pro obsluhu přerušení. Velikost časové konstanty τ_3 je zdola určena dobou trvání programu pro obsluhu přerušení a shora okamžikem, kdy provozní napětí U_{cc} poklesne po výpadku sítě pod hodnotu 4,75 V. Potřebná velikost bude specifikována později. Její očekávané rozmezí je 0,1 ... 5 ms. +++)

Aby nenastaly nepříznivé přechodové stavy během vypínání a zapínání provozního napětí U_B , jsou tranzistory T_2 , T_3 napájeny záložním napětím U_P a tranzistor T_1 je buzen přes dolní propust tvořenou odpory R_1 a R_2 a kondenzátorem C .

5.6.1.2 Blokování zápisu

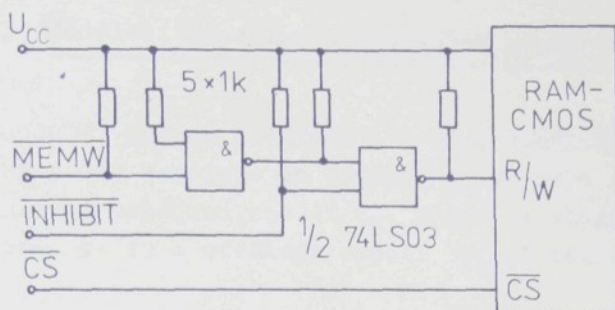
Na řídicí logiku funkčně navazuje část označená v obr. 5.6.1 "blokování zápisu". Její úkol je poměrně jednoduchý: po příchodu signálu INHIBIT zablokuje zapisovací signály do paměti CMOS-RAM, aby se zabránilo deformaci obsahu této paměti během poklesu provozního napětí U_{cc} po výpadku sítě.

Přestože právě popsaným obvodem bude paměťová deska pravděpodobně již vybavena, je na obr. 5.6.4 pro ilustraci uveden příklad zapojení /32/.

Vzhledem k tomu, že blokování zápisu musí být provozuschopné i v době výpadku hlavního napájení, je int. obvod 74LS03 napájen ze záložního napětí U_P . Je třeba zdůraznit, že pouze obvod řady LS zaručuje správnou funkci při sníženém napájení /32/.

Pozn.: ++) Obslužný program pro přerušení práce mikroprocesoru uloží do paměti CMOS-RAM všechny registry centrální jednotky mikropočítače a další informace nutné k tomu, aby po obnovení napájení mohlo tkání pokračovat.

+++)) Na kartě MPS 094 /3/ má tato konstanta hodnotu 3,6 ms/42/.



Obr. 5.6.4

Příklad zapojení obvodu pro blokování zápisu.

5.6.1.3 Oddělení hlavního a záložního napájení

Nejjednodušší způsob oddělení hlavního a záložního napětí pomocí diody zapojené do vedení U_{cc} ukazuje obr. 5.6.5a. Vypadne-li hlavní napájecí napětí U_B , potom je dioda D_2 pólována v záměrném směru a odděluje napětí U_{cc} od ostatních částí systému.

Nejlepší provozní podmínky pro paměti CMOS nastávají tehdy, když napětí U_{cc} pro paměť CMOS a hlavní napájecí napětí U_B pro ostatní obvody TTL jsou stejná (mimo dobu záložního režimu) /33/. Tuto podmínku obvod na obr. 5.6.5a nesplňuje. Napětí U_{cc} je nižší o úbytek napětí na diodě D_2 . Z obr. 5.6.5b je zřejmá možnost zapojení, jak napájet obvody TTL i CMOS stejným napětím. Zapojení však vyžaduje zvýšení napájecího napětí na + 5,7 V, což není vždy prakticky výhodné.

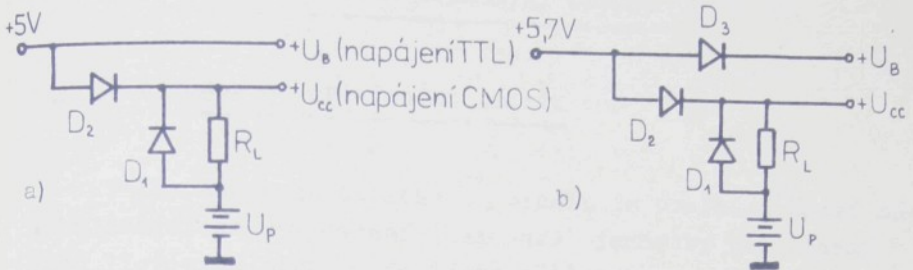
Oddělení obou napětí pomocí relé ukazuje obr. 5.6.6 /33/. Je-li přítomno napětí U_B , kontakt relé je sepnutý a napětí $+U_B$ a $+U_C$ jsou stejná. Po výpadku sítě relé odpadne a kontakt zcela oddělí blok CMOS od ostatních částí systému a napájení paměti převezme akumulátor NiCd.

Bezkontaktní provedení obvodů plnicích tentýž úkol vidíme na obr. 5.6.7a /60/, /32/.

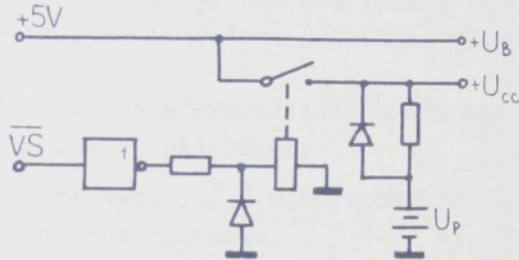
Obvod je připojen mezi hlavní napájecí napětí $U_B = +5$ V a napájecí vstup paměti. Funkci spínače plní vybíraný tranzistor T_1 , na němž je v nasyceném stavu úbytek napětí kolem 100 mV. V normálním provozním stavu je tedy paměť napájena napětím asi 4,9 V, zatímco tranzistor T_2 je uzavřený. Akumulátor se nabíjí přes odpor R_3 a přechod báze-emitor tranzistoru T_1 . Při poklesu napětí U_B pod asi 3,1 V /2,4 V + U_{BE} / se tranzistor T_1 uzavírá a oddělí napětí U_B od zátěže. Tranzistor T_2 se otevírá a připojí akumulátor k paměti. Závěrné předpětí na tranzistoru T_1 zabráňuje vybíjení akumulátoru přes napájecí zdroj.

Podobný obvod je nakreslen na obr. 5.6.7b /33/.

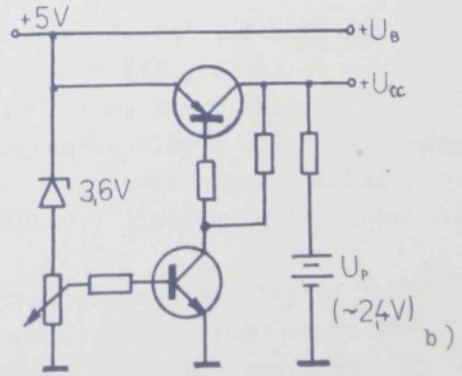
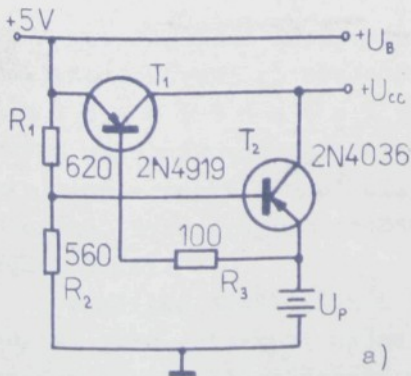
V předchozím textu byly shrnuty některé možnosti pro oddělení hlavního a záložního napětí. Volba zapojení pro použití v navrhovaném řízení LS závisí na vybavení paměťové karty MPS 0004, která však bohužel není v současné době



Obr.5.6.5 Oddělení hlavního a záložního napětí pomocí diod



Obr.5.6.6 Oddělení hlavního a záložního napětí pomocí relé



Obr.5.6.7 Oddělení hlavního a záložního napětí pomocí tranzistorů

6. OVLÁDACÍ PANEL S POMOCNÝMI OBVODY

6.1 Koncepce ovládacího panelu

Volba koncepce ovládacího panelu je poslední částí návrhu technického vybavení (hardware) jednotky pro řízení dvou listových strojů. Navážeme přitom na kapitolu 4.7, v níž bylo navrženo uspořádání kanálů mikropočítače pro vstup a výstup. Z obr. 4.7.1 vyplývá, že pro řízení silových členů je k dispozici celkem 4 x 8 výstupních vedení a na ostatní funkce řídicí jednotky zbývají dva kanály po 8 vedeních. Z toho 2 vedení jsou vyhražena přepínání výstupů na "sudý/lichý útek".

Zopakujme, že do mikropočítače budou z ovládacího panelu s pomocnými obvody přicházet:

- signály ze dvou sad číslíkových přepínačů pro volbu počáteční adresy vzoru,
- signály ze dvou párů tlačítek START a POKRAČOVÁNÍ,
- žádosti o obsluhu obou listových strojů.

Z mikropočítače pak budou do ovládacího panelu s pomocnými obvody vysílány:

- signály pro nulování žádostí o obsluhu,
- některé další kontrolní a pomocné signály.

Po připojení napájecího napětí na řídicí jednotku či po jeho obnovení po předchozím výpadku sítě proběhne **i n i c i a l i z a c n í p r o g r a m**, který nastaví ukazatel zásobníku, druh provozu programovatelných obvodů pro vstup a výstup a masku přerušení, případně provede některé další operace. Poté program očekává stisknutí tlačítka START nebo POKRAČOVÁNÍ.

Tlačítko START slouží k uvedení řídicí jednotky do chodu. Po jeho stisknutí sejme mikropočítač programově z číslíkových přepínačů počáteční adresy, od nichž počínaje jsou v paměti pro oba listové stroje uloženy zpracovávané vzory.

Pak vysílá řídicí jednotka po příslušné synchronizaci s mechanickou částí listových strojů do silových členů informace o postavení listů. Přitom, jak již bylo řečeno, první vysílanou informaci vyzvedne mikropočítač na adrese nastavené na číslicovém přepínači.

Podobnou funkci plní tlačítko POKRAČOVÁNÍ s tím rozdílem, že slouží k odstartování práce řídicí jednotky po předchozím výpadku sítě. Po stisknutí tohoto tlačítka dojde nejprve na základě informací uložených v paměti se záložním napájením k obnovení obsahů registrů mikroprocesoru a některých dalších paměťových buněk. Potom tanky pokračuje na tom místě vzoru, kde před výpadkem skončilo.

Je třeba ještě poznamenat, že uvedený způsob startování systému není konečný, nýbrž má spíše pracovní charakter a slouží k ověření ostatních vlastností řízení. Bude možné jej podle potřeby a po dohodě s pracovníky vyvíjejícími ostatní částí stroje příslušně upravit.

Na obr. 6.1.1 je naznačen příklad provedení mechanického uspořádání ovládacího panelu, který je součástí funkčního modelu pro řízení dvou listových strojů.



Obr.6.1.1

Příklad provedení ovládacího panelu, který je součástí funkčního modelu pro řízení dvou listových strojů.

6.2 Způsob volby vzoru

Předpokládejme, že pro uložení vzoru je k dispozici paměť o kapacitě 4 kByte, tj. 4096 8-bitových buněk, a to realizované buď pamětovými obvody CMOS-RAM (na desce MPS 094) nebo obvody EPROM. Umístění tohoto 4kB_bloku bude možné v rámci celého adresovatelného rozsahu 64 kB.

Číslicové přepínače na ovládacím panelu specifikují adresy, od nichž počínaje jsou uloženy zpracovávané vzory. Přitom obě adresy mohou být stejné nebo různé podle toho, zda oba stroje budou zpracovávat stejné nebo různé vzory.

Počáteční adresy vzorů lze zadávat několika způsoby. Bylo by možné vybavit mikropočítač klávesnicí a displejem a volit v hexadecimálním nebo desítkovém kódu kteroukoliv počáteční adresu. Nevýhodné by však bylo to, že poměrně složitě zapojení by přispělo k vyšší ceně elektroniky. Po výpadku sítě by bylo nutné volbu opakovat.

Kód pro zadávání počátečních adres vzorů by měl být co nejjednodušší a pro obsluhu názorný. Zároveň by zvolené zapojení mělo být k mikropočítači připojitelné pomocí minimálního počtu vstupních vedení.

Z těchto důvodů je v další kapitole uveden návrh zadávání počátečních adres pomocí číslicových přepínačů používajících binárně-dekadický kód (BCD).

6.3 Zadávání úplných počátečních adres vzorů v binárně-dekadickém kódu

Pomocí číslicových přepínačů BCD lze realizovat zadávání úplných počátečních adres vzorů, aniž by ovládací panel byl příliš složitý. Bloku 4kB, určenému pro uložení vzorů, odpovídá desítkově vyjádřeno $4 \times 1024 = 4096$ buněk. Označme tento rozsah paměti desítkově adresami 0000 až 4096 a to neohledě na skutečné umístění tohoto bloku v rámci celkového adresovatelného rozsahu mikroprocesoru.

K nastavování počátečních adres lze výhodně použít číslicové přepínače čs. výroby typu TS 211, které jsou pro

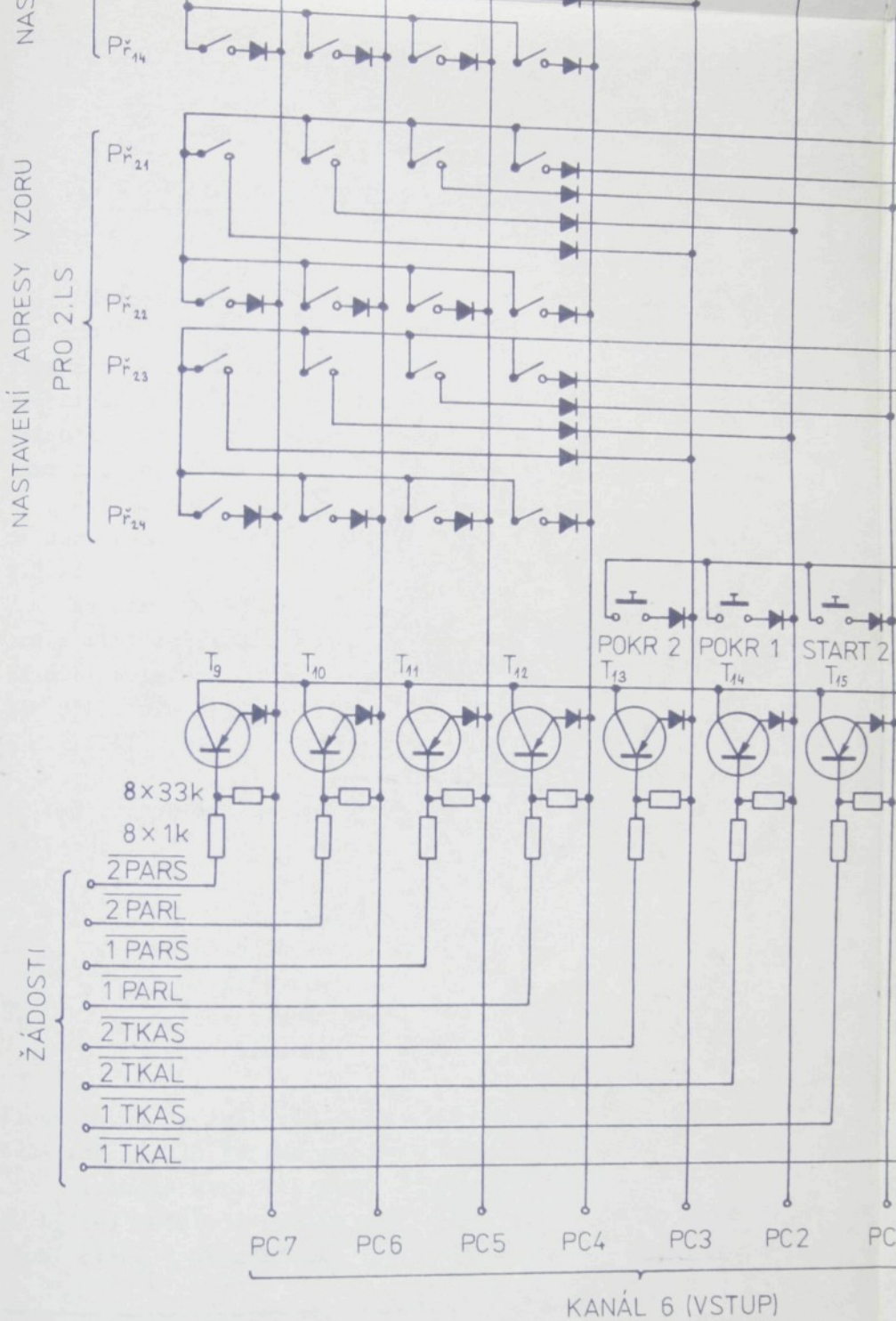
zadávaní vstupních informací do číslicových zařízení přímo určeny /45/. Jednotlivé přepínače se mohou podle potřeby řadit vedle sebe a mají 10 poloh označených 0 ...9. Na 4 výstupních vedeních označených 1, 2, 4, 8 je v binárně-dekadickém kódu nastaven údaj odpovídající poloze kotouče tak, jak je naznačeno v tab. 6.3.1. Zařazením 4 přepínačů vedle sebe lze nastavit v binárně-dekadickém kódu libovolné číslo od 0000 do 9999, tedy i adresový rozsah 0000...4096 pro nastavení počáteční adresy vzoru pro 1 listový stroj. Podobně lze další sadou přepínačů volit počáteční adresu vzoru pro druhý listový stroj.

Tab. 6.3.1 Schema spínání otočného číslicového spínače TS 211

	1	2	4	8	C
0	/.	/.	/.	/.	┐
1		/.	/.	/.	┐
2	/.		/.	/.	┐
3			/.	/.	┐
4	/.	/.		/.	┐
5		/.		/.	┐
6	/.			/.	┐
7				/.	┐
8	/.	/.	/.		┐
9		/.	/.		┐

6.4 Snímání vstupních signálů mikropočítačem

S ohledem na omezený zbývajících počet vedení mikropočítače pro vstup a výstup a poměrně velký počet vstupních signálů (2 x 16 signálů z číslicových přepínačů pro volbu počáteční adresy vzoru, 2 x 4 žádosti o obsluhu listových strojů a 2 x 2 signály z tlačítek START a POKRAČOVÁNÍ) použijeme metodu časového multiplexu /30/. Schema zapojení je naznačeno na obr. 6.4.1.



Obr. 6.4.1 Snímání vstupních signálů z ovládacího

7. CHOD ZPĚT U LISTOVÉHO STROJE RL 600

Má-li mikroprocesorové řízení splňovat podmínky nejen pro chod vpřed, nýbrž i vzad, pak porozumění principu práce řízeného mechanismu je základním předpokladem pro návrh technického i programového vybavení mikroprocesorové řídicí jednotky. Všimněme si proto podrobněji časových poměrů při řízení stroje.

Navážeme na rozvinutý časový diagram stroje nakreslený na obr. 2.3.2 /59/ a na princip práce popsany v kapitole 2.2.1.

Na obr. 7.1 je pak nakreslen příklad krátkého vzoru pro 1 list /67/, kde značky $\blacktriangle$ představují okamžik vyslání žádosti o informaci pro další útek při chodu vpřed, značky Δ pak při chodu vzad.

Další symboly použité v obr. 7.1 jsou následující:

L_i	(+)	...	příkaz k zavěšení páru háků pro lichý útek				
L_i	(-)	...	" k vyvěšení	"	"	"	"
S_i	(+)	...	" k zavěšení	"	"	sudý	"
S_i	(-)	...	" k vyvěšení	"	"	"	"
$\overline{L}_i$		...	zavěšení nebo vyvěšení háků pro lichý útek (realizace příkazu),				
$\overline{S}_i$		...	zavěšení nebo vyvěšení háků pro sudý útek (realizace příkazu)				

Plnou čarou je znázorněn pohyb travers. (v obr. 2.2.1 jsou označeny 13, 13'), čárkovaně pak pohyb listu.

Sledujme obr. 7.1 zleva doprava. V okamžiku označeném $\blacktriangle L_0$ (-) nechť je vyslán např. příkaz k vyvěšení háků pro lichý útek. V okamžiku $\overline{L}_0$ se toto vyvěšení realizuje. +)

Pozn.: +) Časový interval mezi příkazem a jeho realizací má mikropočítač k dispozici pro vyhledání příslušné informace v paměti a její vyslání k silovým členům. V této době také dále musí reagovat elektromagnet silového členu. Ukazuje se, že tento časový interval odpovídá přibližně 1/2 otáčky listového stroje.

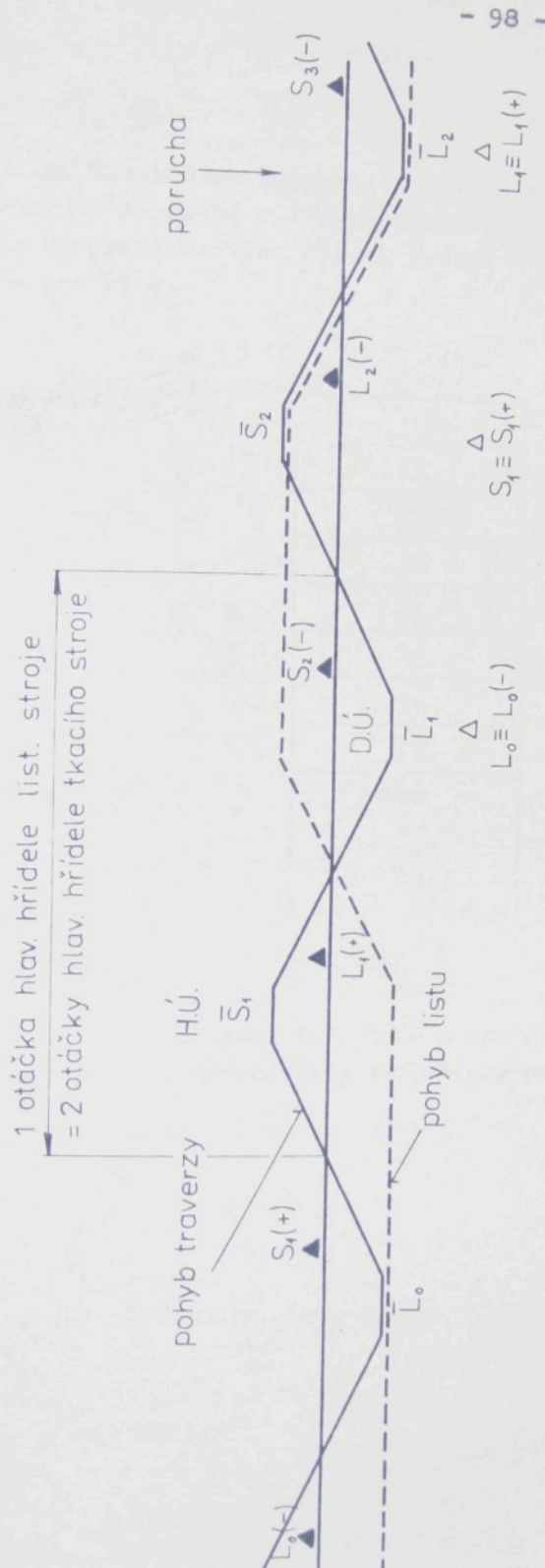
V okamžiku $\Delta S_1 (+)$ je vydán příkaz k zavěšení háků pro sudý útek, k jeho uskutečnění dojde v okamžiku $\overline{S_1}$ atd. Dalšími odpovídajícími dvojicemi jsou $\Delta L_1 (+) \dots \overline{L_1}$, $\Delta S_2 (-) \dots \overline{S_2}$, $\Delta L_2 (-) \dots \overline{L_2}$, $\Delta S_3 (-) \dots \overline{S_3}$ atd.

Jiné poměry nastanou při chodu vzad, Nechť dojde v určitém okamžiku k poruše (viz obr. 7.1 vpravo), např. k nedoletu útku, kdy tkací stroj se vlivem zarážek zastaví. Má-li při chodu zpět dojít ke správnému pohybu listu, pak v okamžiku označeném ΔL_1 je třeba vyslat v daném příkladě informaci odpovídající $L_1 (+)$, dále pak v okamžiku ΔS_1 je nutné vyslat informaci $S_1 (+)$ a v okamžiku ΔL_0 vyslat $L_0 (-)$. Připomeňme, že zpětný chod je pomalý, a tedy^k vyslání příkazu a jeho realizaci dojde téměř ve stejném úhlu natočení hřídele.

Dále uvažujme synchronizační obvod v provedení se dvěma kotouči popsaný v kapitole 4.3.2 a nakreslený na obr. 4.3.2. Potom značka ΔL_1 v obr. 7.1 odpovídá číslu 3 v obr. 4.3.2, značka ΔS_1 přísluší číslu 5, značka ΔL_1 číslu 6 a značka ΔS_1 číslu 4. Chodu vpřed (tkání) odpovídá smysl otáčení označený v obr. 4.3.2 číslicí 10, chodu vzad (párání) smysl otáčení 9.

Při otáčení hřídele zpět při průchodu šterbiny na kotoučích zónou značek (čidel) $\Delta S_3 - / \Delta L_1$ (viz obr. 7.1) musí mikropočítač vyslat informace odpovídající $L_1 (+)$, při průchodu zónou $\Delta L_2 - / \Delta S_1$ vyslat informaci $S_1 (+)$ atd.

Znáznorněme na obr. 7.2 zjednodušené umístění informace v paměti vzoru mikropočítače. Každému řádku nechť odpovídá informace pro 1 útek, a přitom se střídají informace pro sudé a liché útky. Pak je z předchozího textu zřejmé, že při chodu zpět je třeba se při párání každého útku "vrátit" v paměti o 3 řádky zpět a zaměnit výstup informace pro sudý útek s výstupem pro lichý útek. Protože jak návrat v paměti, tak i záměna výstupů pro sudý/lichý útek se děje programově, využijeme získané poznatky při návrhu programového vybavení mikropočítače.



Obr. 7.1 Rozbor možností chodu vzad (párání) u listového stroje RL 600

Na závěr této kapitoly je možno konstatovat, že dosažení možnosti páření u listového stroje RL 600 je při použití mikroprocesorového řízení reálné a je záležitostí vhodného programu.

1L
1S
2L
2S
3L
3S
4L
4S
atd.

Obr. 7.2

Umístění informace o vzoru v paměti
mikropočítače z hlediska páření

8. MALÝ MIKROPROCESOROVÝ VÝVOJOVÝ SYSTÉM

Vývoj mikroprocesorového řízení listových strojů je nemyslitelný bez potřebného technického vybavení. Proto byl vyvinut na katedře elektrotechniky malý mikroprocesorový vývojový systém, jehož základ tvoří jednodeskový mikropočítač TK-80 předaný na textilní fakultu VŠST Liberec z EKVÚ v rámci smlouvy o zřízení společné mikroprocesorové laboratoře. Vlastnosti samotného mikropočítače TK-80, jehož fotografii vidíme na obr. 8.1 byly popsány ve zprávě /2/. Ostatní díly vývojového systému kromě mechanické konstrukce byly již navrženy a realizovány v době trvání daného výzkumného úkolu. Součástmi vývojového systému jsou:

- mikropočítač s přídatnou jednotkou
- snímač děrné pásky FS1503
- děrovač děrné pásky Daro 1215
- elektrická psací jednotka Consul 256
- kazetový magnetofon MK 235

Přídatná jednotka, která byla k danému jednodeskovému mikropočítači TK-80 navržena a zkonstruována, plní dvě funkce:

- 1) rozšiřuje možnosti mikropočítače TK-80 (zejména kapacitu paměti a počet kanálů pro vstup a výstup),
- 2) umožňuje styk mikropočítače s periferními přístroji.

Přídatnou jednotku tvoří v době vzniku této zprávy 8 modulů, které obsahují:

- paměť RAM o kapacitě 3 kByte
- paměť EPROM o kapacitě 2 kByte
- interface pro připojení kazetového magnetofonu
- interface pro připojení snímače děrné pásky FS 1503
- "- "- "- děrovače děrné pásky Daro 1215
- "- "- "- elektrické psací jednotky

Consul 256

- zapojení zavádějící úplnou adresaci paměti
- "- pro úplnou adresaci kanálů pro vstup a výstup
- "- umožňující přerušování práce mikropočítače

- z vnějšího zařízení
- obvod pro indikaci vlajek při krokovém režimu práce pomocí diod LED
- 6 osmibitových kanálů pro vstup a výstup, které slouží k připojení vnějších řízených objektů.

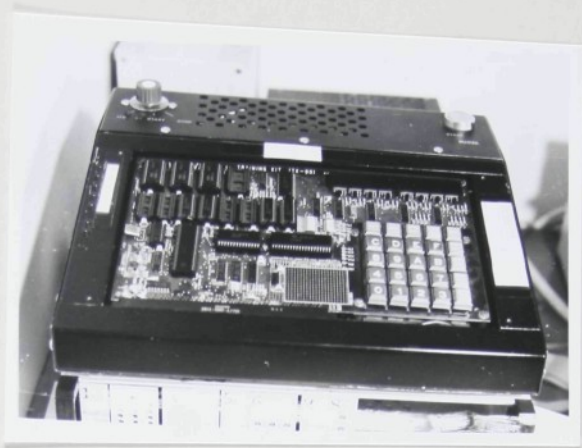
Naposledy uvedené kanály pro vstup a výstup a také paměť RAM mají adresy shodné s adresami kanálů pro vstup a výstup a s adresami pamětí na procesorové desce SBC 80/10 /7/ resp. MVS 80/10 Mikrosat /3/. Cílem tohoto opatření je možnost přímého vývoje programů právě pro tento jednočeskový mikropočítač vhodný pro průmyslové aplikace.

Pro předběžné napájení systému byly navrženy a zkonstruovány dva stabilizované zdroje:

- 220 V /3 x 5 V/1A, + 12 V/1A, - 9 V/1A,
- 220 V /16 V/ 2A, + 5 V/1A (pro napájení elektrické psací jednotky Consul 256).

Celkový pohled na vývojový systém vidíme na obr. 8.2.

Několik slov k programovému vybavení systému. Menší programy lze pochopitelně převádět z jazyka symbolických adres do strojového kódu manuálně. Je to však velmi pracný postup, při kterém vzniká velké množství chyb. Navíc každá změna programu vyvolá rovněž změny adresových konstant v instrukcích, které je obsahují (skoky, volání podprogramů apod.). Z těchto důvodů jsou v současné době rozsáhlejší programy pro mikropočítač připravovány pomocí nevlastního (křížového) assemblu provozovaného na počítači EC 1033, kterým je vybaveno výpočetní středisko VŠST Liberec. Kromě toho je na katedře elektrotechniky vypracovávána ve školním roce 1980/81 diplomová práce, která rozšíří původní monitorový program mikropočítače a přispěje tak významně ke snadnějšímu odlaďování programů.



Obr. 8.1 Jednodeskový mikropočítač TK-80



Obr. 8.2 Malý mikroprocesorový vývojový systém

9. Z Á V Ě R

Náhrada mechanického řízení textilních strojů mikroelektronickými systémy přinese v budoucnosti úspory pracnosti, materiálu a energie a sníží se také hlučnost strojů. Bylo by však nesprávné prosazovat použití mikroprocesorů za každou cenu. Vyšší cena elektroniky na jedné straně je vyvážena na druhé straně snížením počtu vyráběných dílců textilních strojů, které jsou náročné jak na energii a materiál, tak i na kvalifikaci pracovních sil. Navíc však mikroelektronika může vytvářet i nové vlastnosti strojů. Pouze při splnění této podmínky jsou aplikace mikroprocesorů pro řízení textilních strojů oprávněné a žádoucí./71/.

V našem případě je reálné řízení listového stroje pomocí mikroprocesoru při otáčkách tkacího stroje, při kterých již papírové nebo fóliové karty pracovat nemohou. Tyto vlastnosti umožní tkát listové zboží i na nejmodernějších tkacích strojích. Také tkaní zboží s takovými raporty, s nimiž silové kuličkové pásy již nejsou schopny pracovat (nad 150) je při použití mikropočítače realizovatelné. Další oblast nasazení mikroprocesorem řízených listových strojů představují ty případy, kdy je třeba často měnit vzor. Protože změna sortimentu je v řídicí jednotce uskutečnitelná v podstatě okamžitě, sníží se také výrazně ztráty vzniklé výpadkem při dosavadní výměně vzoru. Významným přínosem mikroprocesorového řízení je možnost páření, která je u mechanického řízení dosti komplikovaná, zatímco u mikroprocesorového řízení je pouze otázkou programu a vhodné synchronizace. Asynchronně pracující skupinové řízení listových strojů, které bylo na KEL navrženo a vyzkoušeno, přinese výrazné snížení nákladů na pořízení elektroniky. Přitom vzor zpracovávaný na obou strojích může být podle potřeby stejný nebo různý, rovněž tak počet ovládaných listů.

Bez větších přídavných nákladů a komplikací umožní elektronická řídicí jednotka také sběr dat na tkacím stavu, tj. zaznamenávání např. počtu zatkaných útků a množství vyrobeného zboží, počtu osnovních a útkových přetrhů, případně

i dalších závad a může tímto způsobem přispívat k efektivnějšímu využívání tkacích strojů.

Je třeba věnovat pozornost také ekonomickým otázkám mikroprocesorového řízení. Cena elektronického vybavení není samozřejmě zanedbatelná. Přesné stanovení nákladů není v současné době ještě možné, můžeme je však odhadnout:

- procesorová deska	cca 15 000,- Kčs
- přizpůsobovací obvody	do 5 000,- Kčs
- zdroje a mechanika	do 10 000,- Kčs
- elektromechanické převodníky	5 000,- až 10 000,- Kčs
Celkem	30 - 40 000,- Kčs

Pokud využijeme možnost skupinového řízení dvou listových strojů, náklady na řízení jednoho stroje podstatně klesnou. Takto vypočítaná částka bude již s ohledem na nově získané vlastnosti přijatelná. Procesorovou desku nebude třeba osazovat těmi integrovanými obvody, které v naší aplikaci nevyužijeme (např. není nutný seriový programovatelný interface I 8251 aj.) Tímto způsobem dosáhneme určitého snížení ceny procesorové desky.

V rámci úvah o nákladech je třeba také připomenout, že ani u dnešních kartou řízených listových strojích není cena mechanického řízení zanedbatelná. Také cena nositele informace - karty - představuje v mnohých případech dosti značnou položku. V poslední době se u rychloběžných listových strojů používá většinou karta z polykarbonátové fólie a to zejména s ohledem na velmi výhodné mechanické vlastnosti (rozteč a tvrdost se nemění s vlhkostí a teplem). Nevýhodné jsou zejména dvě okolnosti:

- karta se v ČSSR ani v zemích RVHP nevyrábí, nýbrž se dováží ze Švýcarska (např. od fy Müller, Neuhausen) /59/
- kartu lze pro určitý vzor použít jednorázově.

Přitom jak cena, tak i spotřeba karet je dosti značná. Tak např. významný výrobce kapesníků n.p. Mileta Hořice spotřebuje měsíčně pro 1 tkací stroj 4 - 5 m karty, jejíž cena je 40,- Kčs za 1 m /59/. Při 900 stavech, které v uvedeném podniku pracují, náklady na nákup karet představují částku

1 728 000,-Kčs. Tyto náklady při použití reprogramovatelných polovodičových pamětí vyráběných u nás či v zemích RVHP odpadnou. Přitom obsah paměti lze mnohokrát změnit, tzn. jejich použití je mnohonásobné.

Je třeba připomenout, že předkládaná práce důsledně využívá možností, které poskytuje mikroprocesorová stavebnice, která byla vyvinuta ve Výzkumném ústavu automatizačních prostředků v Praze. V současné době probíhá jednání mezi VÚAP Praha a budoucím výrobcem ZPA Čakovice o předání technické dokumentace /29/. Z toho vyplývá, že v ý r o b e podstatných částí mikroprocesorového řízení j e d n e s již z n á m, což je výhodné.

Pro snadnou výměnu zpracovávaného vzoru bude výhodné, aby tkalcovna byla vybavena alespoň jednou mikroprocesorovou řídicí jednotkou v rozšířeném provedení, která bude sloužit k přípravě vzoru. Do ní se vzor uloží v případě potřeby ve formě navržené desinatérem a převod do tvaru vhodného pro řízení listů jednotka zajistí sama na základě programu. Aby se minimalizovaly ztráty způsobené případnou poruchou řídicí jednotky, bude vhodné, aby tkalcovna měla k dispozici jednu řídicí jednotku jako zásuvný náhradní díl, který se jednoduchým způsobem vymění. Kromě toho lze z důvodu zvýšení spolehlivosti vybavit každou řídicí jednotku samotestovacím programem, který např. před každým započítáním směny jednotku otestuje.

Nový způsob řízení umožní oddělit silovou část listovky od řídicí části a umístit ji nad nebo pod tkací stroj. Řídicí jednotka může být umístěna na libovolném místě a spojí se se silovou částí kabelem. To přinese ve srovnání s dnešním stavem některé výhody, např.

- zmenší se počet nutných kloubů a táhel, a tím i opotřebování mechanických dílů listovky,

- listovka nezmenší prostor mezi stavy a lze jí proto vybavit libovolný tkací stroj ve tkalcovně a nikoliv pouze ty stroje, které jsou umístěny po straně tkalcovny.

Mikroprocesorové řízení listových nebo jiných strojů však kromě výhod přináší i některé problémy. Počáteční jednorázové náklady na vybavení vývojových pracovišť jsou dosti značné. Technickému vybavení vývojového pracoviště bylo třeba i v našem případě věnovat před započítáním vlastních prací na řízení listového stroje velmi mnoho času.

Základem našeho malého vývojového pracoviště je tzv. školní mikropočítač. Avšak použití relativně dostupného a levného školního mikropočítače pro vývoj programů určených pro průmyslové aplikace je sporné. Je třeba si uvědomit, že při sestavování programů se značná doba spotřebuje při zkoušení a odlaďování programů. Pro tyto činnosti nejsou školní mikropočítače dostatečně vybaveny a proto vývoj programů na nich je neefektivní. Ideální řešení tohoto problému přinášejí mikropočítačové vývojové systémy, jejichž výrobu u nás zahajují již dva různí výrobci. Cena těchto systémů je však ve srovnání se školním mikropočítačem podstatně vyšší.

Dalším otevřeným problémem při aplikacích mikroprocesorů pro řízení listových strojů je otázka elektromechanických silových členů. Jejich vývoji a konstrukci je třeba věnovat značnou pozornost. Přitom zde bude nezbytná velmi úzká spolupráce konstruktérů z různých oborů.

Předpokládaná práce řeší pouze základní otázky koncepce řízení dvou listových strojů. Mnoho času a pozornosti bude třeba v budoucnosti věnovat otázkám odrušení a hledání cest zvyšování spolehlivosti, vývoji elektromechanických převodníků. Nepochybně se objeví i další problémy, které v dnešním stadiu nejsou zřetelné. Mohutný rozvoj aplikací mikroprocesorů ve světě však dokazuje, že všechny tyto otázky jsou při nasazení dostatečných prostředků a vývojových kapacit reálně řešitelné.

Závěrem bych rád upřímně poděkoval svému školiteli Doc. Ing. Jiřímu Zelenkovi, DrSc., vedoucímu katedry elektrotechniky VŠST v Liberci, za všestrannou pomoc a podnětné rady v průběhu celého studia.

Cenného přispění se mi dostalo od ing. Jiřího Mrázka, CSc. a Ing. Petra Vlka z VŠST v Liberci a dále od Ing. Jaroslava Sedlaříka a Ing. Františka Hadince z Koncernového výzkumného ústavu Elitex v Liberci.

Děkuji též všem svým spolupracovníkům za jejich pochoopení v průběhu přípravy této práce a vedení VŠST v Liberci za umožnění studia.

10. LITERATURA

- /1/ Špičkové textilní stroje. Hodnocení poznatků z ITMA 1979. Sborník z konference. Liberec, sdružená pobočka ČVTS Elitex 1979.
- /2/ SEDLICKÝ, V.: Studium možností použití mikroprocesorů pro řízení textilních strojů. Výzkumná zpráva. Liberec, Vysoká škola strojní a textilní, katedra elektrotechniky 1979.
- /3/ Mikropočítačový systém Mikrosat. Informační materiál úkol č.91-03589/2001. Praha, Výzkumný ústav automatizačních prostředků 1979.
- /4/ TALAVÁŠEK, O., SVATÝ, V.: Bezčlunkové stavy. Praha, SNTL 1975.
- /5/ Mikroprocesorový systém 8080. 2.vyd. ZP ČSVTS Tesla Piešťany 1979.
- /6/ Mikroprozessor - Bausteine. Datenbuch 1976/77. System SAB 8080. München, Siemens AG.
- /7/ Intel 1977 Data Catalog. Intel Corporation, Santa Clara 1977.
- /8/ Bezdotykový mikrosplínač UBM 23, 24. Katalogový list. Trenčín, Zlatokov PMP.
- /9/ SEDLICKÝ, V., VIK, P.: Řízení listového stroje pomocí mikroprocesoru. In: Sborník ze III.konference o teorii strojů a mechanismů. Liberec, Vysoká škola strojní a textilní 1980.
- /10/ SBC 80/10 Hardware Reference Manual. Santa Clara, Intel Corporation 1976
- /11/ DIRKS, CH. - KRINN, H.: Mikrocomputer. Stuttgart, Verlag Berliner Union.
- /12/ Novinky 1979 a součástky z dovozu. Katalog. Tesla Lanškroun 1979.
- /13/ WINTERBERG, W.: Richtungsdiskriminator zur Inkrementalmessung durch Doppelspaltabnahme. Elektronik, 27, 1978, č.5, s.95-96.

- /14/ MORAW, K.: Automatische Drehrichtungserkennung. Funkschau, 50, 1978, č.21, s.1052-1053.
- /15/ TÄUBER, R.: Einfacher Drehrichtungs-Diskriminator für inkrementale Winkelcodierer. Funkschau, 52, 1980, č.8, s.130
- /16/ HAERTEL, V.: Optoelektronisches Zählwerk für Tonbandgeräte. Funkschau, 47, 1975, č.1, s.57
- /17/ FENÍK, A.: Vyhodnotenie časovej priority impulzov. Sdělovací technika, 25, 1977, č.6, s.211.
- /18/ MÜLLER, P.: Richtungsdiskriminator mit Vor-/Rückwärtszähler. Elektronik, 27, 1978, č.6, s.100
- /19/ Indikátor smyslu pohybu. Sdělovací technika, 28, 1980, č.2, s.80.
- /20/ Číslicové integrované obvody, dovoz ze zemí RVHP. Katalog. Tesla Rožnov 1978.
- /21/ Polovodičové součástky 1979-80. Katalog. Tesla Rožnov 1979
- /22/ Nové polovodičové součástky 1979-80. Katalog. Tesla Rožnov 1979.
- /23/ Halbleiter-Schaltbeispiele. Ausgabe 1973/74. München, Siemens AG.
- /24/ Mikroprocesorový vývojový systém MVS 800, MVS 801. Informace ze 22. Mezinárodního strojírenského veletrhu Brno 1980. Tesla Kolín.
- /25/ BUDÍNSKÝ, J.: Polovodičové paměti a jejich použití. 1.vyd. Praha, SNTL 1977.
- /26/ ZEILINGER, M.: Gepulster Betrieb von statischen RAMs. Elektronikschau, 1977, č.3, s.58.
- /27/ Memory Design Handbook. Intel Corporation, Santa Clara 1977.
- /28/ Technické podmienky MHB 1902. Tesla Piešťany 1979.
- /29/ Informace ze 4.schůzky o systému Mikrosat. Praha, Výzkumný ústav automatizačních prostředků 1980.
- /30/ Schaltbeispiele. Ausgabe 1978/79. Siemens AG, München.
- /31/ PEATMAN, J.B.: Microcomputer-Based Design. New York, McGraw-Hill Book Company 1977.

- /32/ SCHÄFERICH, C. - ESCHERMANN, K.H.: Betriebsspannungsausfall bei einem Mikrorechnersystem. Elektroniker, 19, 1980, č.1, s.EL1-EL6.
- /33/ YOUNG, D.C.: Reserve-Spannungsversorgung mit Batterie für CMOS-RAMs. Elektronik, 29, 1980, č.4, s.73-78.
- /34/ Katalog výrobků Baterie Slaný.
- /35/ The TTL Data Book for Design Engineers. Katalog CC-411. 1.ed. Texas Instruments 1973.
- /36/ Supplement to The TTL Data Book for Design Engineers. Katalog CC-416 C. 1.ed. Texas Instruments 1974.
- /37/ VLK, P.: Elektrické řízení listového stroje. Diplomová práce. Liberec, Vysoká škola strojní a textilní, fakulta strojní 1979.
- /38/ SCHWARZT, R.A.: Design one-shot multivibrators, on a programmable calculator. Electronic Design, 14, 1978, Juli, s.102.
- /39/ MICHLÍK, J.: Návrh monostabilního klopného obvodu na TI-58/59. Sdělovací technika, 28, 1980, č.5, s.194.
- /40/ BRENDLE, M.: Erzeugung netzspannungsgesteuerter Programmunterbrechungen. Elektronik, 29, 1979, č.11, s.81.
- /41/ Elementy półprzewodnikowe i układy scalone 1979/80. Katalog. Naukowo-produkcyjne centrum półprzewodników, Warszawa 1980.
- /42/ Ústní informace od ing.Hrdiny, Praha, Výzkumný ústav automatizačních prostředků 1980.
- /43/ Ni-Cad unit comes in dual in-line package. Electronics, 51, 1978, č.6, s.41.
- /44/ Čs. autorské osvědčení č. 92530.
- /45/ Konstrukční součástky pro elektroniku. Tesla Lanškroun 1980.
- /46/ Rechargeable batteries for RAMs mount on printed-circuit boards. Electronics, 53, 1980, č.7, s.10E, 12E.
- /47/ Čs. autorské osvědčení č. 108 816.
- /48/ Typenübersicht Mikroelektronische Bauelemente. VEB Funkwerk Erfurt 1980.
- /49/ Přehled typů nabízených LSI obvodů ze SSSR. Praha, Tesla BIZ, 1979.

- /50/ KOLÍNSKÝ, J.: Vývoj nových obvodů v n.p. Tesla Rožnov. In: Sborník ze semináře Mikroprocesorová technika II. Praha, ČSVTS-FEL-ČVUT 1979, s.19-26.
- /51/ PELKA, H.: Umgang mit Mikroprozessoren: Eingabe- und Ausgabebausteine. 1.Teil. Bauteile Report Siemens, 15, 1977, s.38-43.
- /52/ PELKA, H.: Umgang mit Mikroprozessoren: Eingabe- und Ausgabebausteine. 2.Teil. Bauteile Report Siemens, 15, 1977, č.3, s.119-122.
- /53/ HELW, S.E. - FRANKE, D. - GUSE, R. - WEINSDÖRFER, H.: Farbwahlsteuerung mittels Mikroprozessor für Webmaschine Textil Praxis International, 1979, č.11, s.1485.
- /54/ Francouzský patent č. 1296090.
- /55/ ZELEŇKA, J. - SEDLICKÝ, V.: Řízení listového stroje mikroprocesorem. In: Sborník vědeckovýzkumných prací Vysoké školy strojní a textilní Liberec - Moskevský textilní institut Moskva 1980.
- /56/ SBALZARINI, M.: Familienordnung bei EPROMs. Elektronik, 29, 1980, č.13, s.70.
- /57/ HADINEC, F.: Listové stroje na mezinárodní výstavě ITMA v Hannoveru. In: Sborník z konference Špičkové textilní stroje. Liberec, sdružená pobočka ČVTS Elitex 1979.
- /58/ Mikroprocesory. Sborník přednášek z kurzu o mikroprocesorech. Žilina, Vysoká škola dopravní 1978.
- /59/ Informace od Ing.F.Hadince, Elitex, Koncernový výzkumný ústav, Liberec 1980.
- /60/ BENNETT, R.N.: 2,4 V battery backup protects microprocessor memory. Electronics, 1977, February 3, s.109.
- /61/ The controllable tappet motion SEM. Technical information Sulzer, ATME 1980.
- /62/ Patent USA č.1322848.
- /63/ Schaffmaschine Muetronic firmy Jakob Müller AG. Internationales Textil Bulletin Weberei, 1978, č.1, s.36.
- /64/ ŠROTÝŘ, M.: Optoelektronické vazební členy ve vstupních a výstupních obvodech mikropočítačů. Automatizace, 23, 1980, č.12, s.325.

- /65/ Švýcarský patent č. 528 615
- /66/ LANDGRAF-DIETZ, D.: Statischer 1024-Bit-Speicher U 202 Radio Fernsehen Elektronik, 29, 1980, s. 21.
- /67/ Informace od Ing. J. Mrázka, ^{CSG} Vysoká škola strojní a textilní katedra textilních a oděvních strojů, Liberec 1980.
- /68/ 1Kbit statisches RAM U 202 D. Prospekt. VEB Funkwerk Erfurt, NDR.
- /69/ SCHREIBER, H.: Pariser Bauelementesalon 1980. Funkschau, 52, 1980, č. 10, s. 78.
- /70/ SEDLAŘÍK, J. - KONFRŠT, J. - PLAČEK, B.: Snímací a impulzní zařízení pro rychloběžný listový stroj. Závěrečná výzkumná zpráva úkolu 7/02. Liberec, VÚTS, listopad 1972.
- /71/ KAŠE, O.: Vliv aplikací NC řídicího systému na mechanismus pletacího stroje. Sborník ze III. konference o teorii strojů a mechanismů. Liberec, VŠST 1980, s. 43.
- /72/ ATME-I 80. Internationales Textil-Bulletin, Weberei, 1980, č. 4, s. 297-314
- /73/ ŠMEJKAL, L.: Kurs číslicového řízení obráběcích strojů. Praha, SNTL 1980.
- /74/ GLUŠKOV, V. M.: Úvod do kybernetiky. Praha, Academia 1968
- /75/ POKORNÝ, Z.: Číslicové počítače II. Skripta ČVUT, Praha