

# Vážení zákazníci,

dovolujeme si Vás upozornit, že na tuto ukázkou knihy se vztahují autorská práva, tzv. copyright.

To znamená, že ukáзка má sloužit výhradně pro osobní potřebu potenciálního kupujícího (aby čtenář viděl, jakým způsobem je titul zpracován a mohl se také podle tohoto, jako jednoho z parametrů, rozhodnout, zda titul koupí či ne).

Z toho vyplývá, že není dovoleno tuto ukázkou jakýmkoliv způsobem dále šířit, veřejně či neveřejně např. umístováním na datová média, na jiné internetové stránky (ani prostřednictvím odkazů) apod.

*redakce nakladatelství BEN – technická literatura*  
[redakce@ben.cz](mailto:redakce@ben.cz)



V této kapitole se zaměříme na řešení otázky, jak zvýšit počet vstupů resp. výstupů mikrořadiče 2051. Dále bude diskutováno ovládání složitějších přípravků a využití zabudovaného komparátoru.

## 8.1 ZMNOŽENÍ VSTUPŮ A VÝSTUPŮ 2051

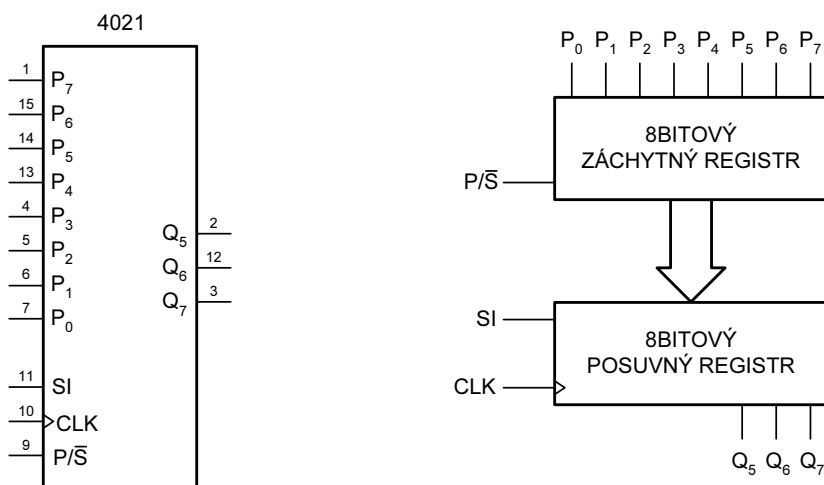
2051 disponuje 15 linkami (P1.0 až P1.7, P3.0 až P3.5 a P3.7), které lze provozovat jako vstupy nebo výstupy. Pro mnohé aplikace je to zcela postačující.

Pokud však budeme chtít připojovat složitější přípravky (například displeje s více segmenty), bude to pro nás dosti omezující. Pokud se vzdáme nároků na rychlost komunikace (což by skutečně nemělo být na škodu), lze použít posuvné registry PISO nebo SIPO pro zmnožení vstupů nebo výstupů. V následujícím textu jsou popsáni vybraní zástupci těchto obvodů.

### PISO 4021 (zmnožení vstupů)

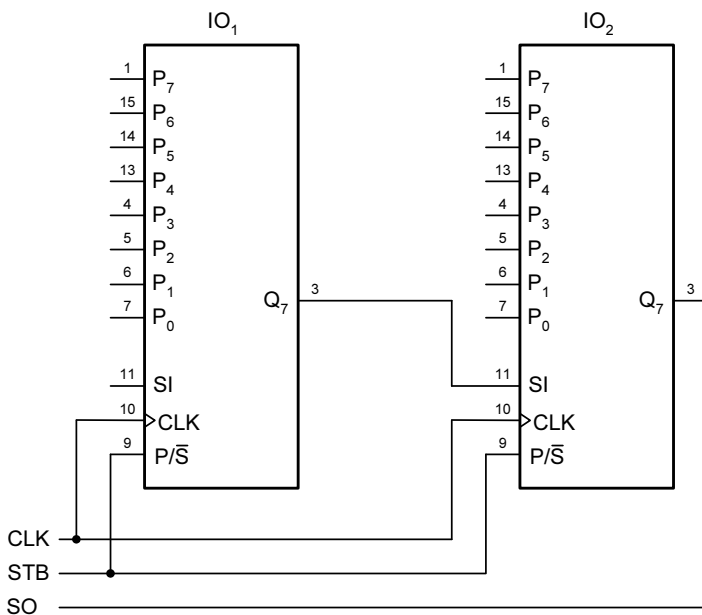
4021 je posuvný registr typu PISO (Parallel In-Serial Out), který lze použít pro zmnožení vstupů. Podrobný popis naleznete v [6], na tomto místě se spokojíme se stručným výkladem činnosti tohoto obvodu (viz obr. 8.1):

Režim činnosti je volen vstupem  $P/\bar{S}$ . Pro  $P/\bar{S} = 1$  se vstupní paralelní data nahrají do záchytného registru. Při  $P/\bar{S} = 0$  je možno číst jeho obsah. Na výstupu  $Q_7$  je k dispozici nejdříve hodnota odpovídající vstupu  $P_7$ , aplikací náběžných hran na vstup **CLK** se údaje v posuvném registru posouvají zleva doprava a tak postupně čteme další bity. Čtení je ukončeno po sedmé náběžné hraně hodin (čteme  $P_0$ ). Další náběžná hrana CLK způsobí čtení vstupu **SI**, to umožňuje kaskádní spojování obvodů 4021.



Obr. 8.1 Vnitřní zapojení obvodu 4021 (napájení:  $U_{CC} - 16$ ,  $GND - 8$ )

*Kaskádní spojování* je pro větší názornost ukázáno na obr. 8.2. Zde jsou spojeny do kaskády dva obvody 4021. Tímto způsobem lze získat až 17 nových vstupů (pokud započítáme i vstup SI). Stejně jako na obr. 8.1 platí, že vzorkování dat probíhá při  $STB = 1$ . Sériové čtení z výstupu  $Q_7$  druhého obvodu lze provést při  $STB = 0$ . Nejdříve dostaneme na tomto výstupu hodnotu vstupu  $P_7$  druhého obvodu. Náběžné hrany CLK posouvají údaje v obou obvodech a tak dále čteme bity  $P_6$  až  $P_0$  druhého obvodu, potom  $P_7$  až  $P_0$  prvního obvodu a nakonec SI prvního obvodu. K obsluze ze strany mikrořadiče jsou nutné 3 vývody: dva výstupy (ovládají STB a CLK) a jeden vstup SO (čtená data).



Obr. 8.2 Kaskádní spojení dvou obvodů 4021

Cena obvodu 4021 není vysoká, lze jej pořídit zhruba za 10 Kč.

### SIPO 4094 (zmnožení výstupů)

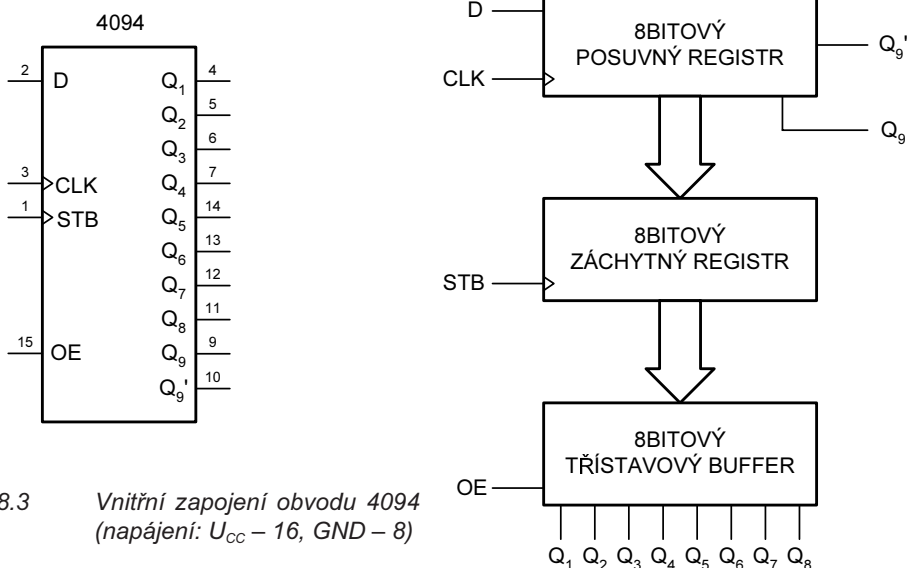
**4094** je posuvný registr typu **SIPO** (Serial In-Parallel Out), který lze použít pro zmnožení výstupů. Podrobný popis naleznete v [6], na tomto místě se spokojíme se stručným výkladem činnosti tohoto obvodu (viz obr. 8.3):

Obvod 4094 přijímá sériová data vysílaná na vstupu **D** a vzorkovaná náběžnou hranou **CLK**, tato data jsou ukládána do posuvného registru. Přepis dat z posuvného registru do záchytného registru vyvoláme přivedením náběžné hrany **STB**. Obvod dále obsahuje třístavový buffer řízený signálem **OE** (aktivní v log. 1).

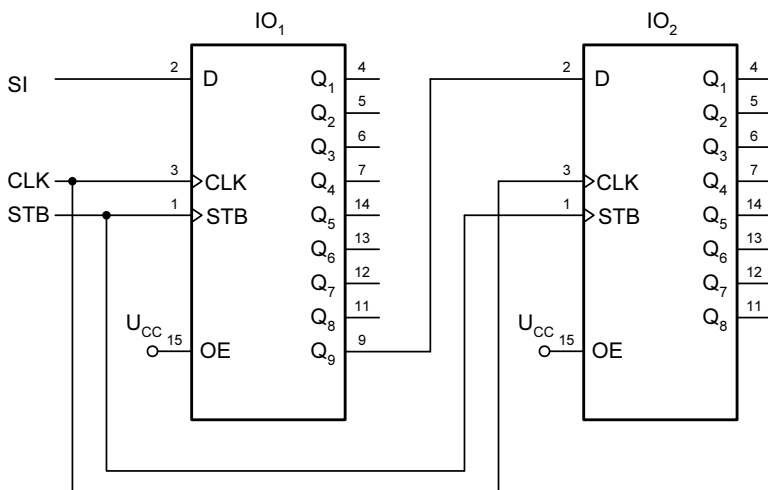
Výstup **Q<sub>9</sub>** lze použít pro kaskádní řazení obvodů, protože je vyveden z klopného obvodu (mění se synchronně s CLK). Výstup **Q<sub>9</sub>'** je kontaktován na výstup osmého klopného obvodu **D** v posuvném registru, není vhodný pro kaskádní řazení (není synchronní s CLK).

Postup zápisu do obvodu byl již popsán výše, shrňme tedy: Bity se připojují na vstup D a vzorkují náběžnou hranou CLK (pro zápis celého obvodu je třeba 8 hodinových cyklů). Na výstupech  $Q_1$  až  $Q_8$  se objeví po náběžné hraně STB (pokud je  $OE = 1$ ). Prvně vyslaný bit je na vývodu  $Q_8$ , posledně zapsaný na vývodu  $Q_1$ .

Kaskádní spojování je pro větší názornost ukázáno na obr. 8.4. Zde jsou spojeny do kaskády dva obvody 4094. Tímto způsobem lze získat až 16 nových výstupů. Stejně jako na obr. 8.3 platí, že data se připojují na vstup SI a vzorkují náběžnou hranou CLK. Přepis dat na výstupy proběhne náběžnou hranou STB. První bit se objeví na výstupu  $Q_8$  druhého obvodu, posledně vyslaný bit pak na výstupu  $Q_1$  prvního obvodu.



Obr. 8.3 Vnitřní zapojení obvodu 4094 (napájení:  $U_{CC} - 16$ ,  $GND - 8$ )



Obr. 8.4 Kaskádní spojení dvou obvodů 4094

Cena obvodu 4094 není vysoká, lze jej pořídit zhruba za 10 Kč. Nevýhodou je poměrně nízký výstupní proud (cca 1 mA), takže tyto výstupy nelze použít například k přímému buzení LED.

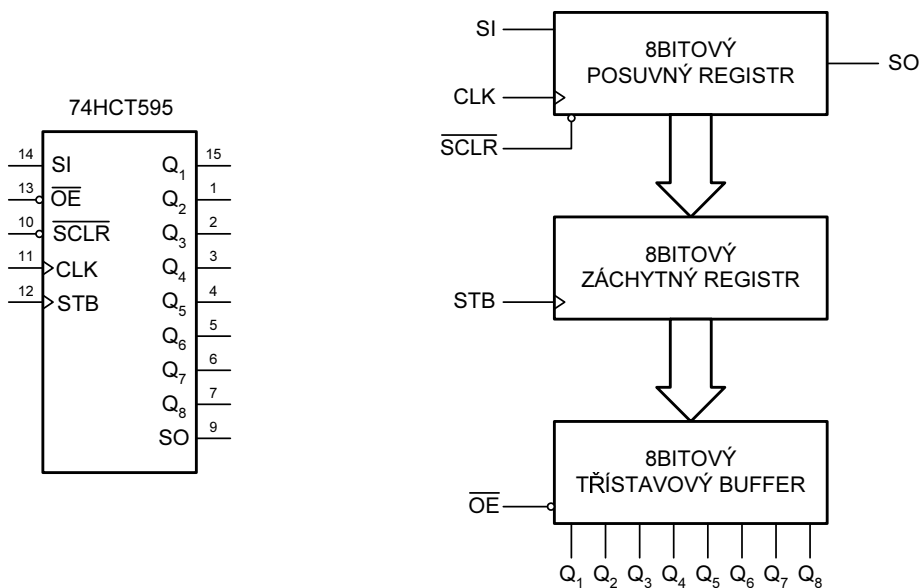
### SIPO 74HCT595 (zmnožení výstupů)

**74HC595** je posuvný registr typu SIPO (Serial In-Parallel Out), který lze použít pro zmnožení výstupů. Podrobný popis naleznete v [1], funkce je však velmi podobná jako u výše popsaného obvodu 4094.

**SI** je vstup sériových dat, **SO** je použitelný pro kaskádní řazení obvodů, **CLK** je vstup hodinového signálu (aktivní je náběžná hrana), **STB** je strobovací vstup (aktivní je náběžná hrana), **OE** je ovladač třístavového výstupního budiče (aktivní v log. 0).

Zvláštností obvodu je přítomnost vstupu **SCLR**, který slouží pro nulování posuvného (nikoliv záchytného) registru). Tento vstup je aktivní v log. 0 (při normální činnosti musí být  $SCLR = 1$ ). Tento vstup se obvykle používá pro inicializaci posuvného registru (nezajistí nám však inicializaci výstupů).

Prvně poslaný bit se objeví na výstupu **Q<sub>8</sub>**, posledně poslaný pak na výstupu **Q<sub>1</sub>**.



Obr. 8.5 Vnitřní zapojení obvodu 74HCT595 (napájení:  $U_{cc} - 16$ ,  $GND - 8$ )

Cena obvodu 74HCT595 je srovnatelná s cenou obvodu 4094 (cca 20 Kč). Verze 74HC595 stojí asi 30 Kč a provedení 74LS595 neuvěřitelných 250 Kč!!!

Hlavní výhodou obvodu 74HCT595 (oproti obvodu 4094) je vysoký proud, který lze odebrat z výstupu ( $\pm 35$  mA) a poměrně velký ztrátový výkon (500 mW). Proto je tento obvod vhodný pro realizaci vícemístného displeje řízeného sériovou sběrnicí, které je popsán v dalším textu.

## 8.2 DISPLEJ SE SÉRIOVOU SBĚRNICÍ

V kapitole 7.3 byla popsána konstrukce jednomístného displeje. Pro jeho ovládání bylo nutno použít 7 výstupů mikrořadiče. Vícemístné displeje potřebují pochopitelně ještě více ovládacích vývodů.

V současnosti se vícemístné displeje obvykle realizují buď tak, že pracují v multiplexním režimu (viz kapitolu 8.3) nebo jsou řízené sériovou sběrnicí.

*Sériová sběrnice výrazně snižuje počet ovládacích vodičů*, jsou třeba pouze 3 (SI, CLK, STB). Analýza tohoto řešení byla náplní kapitoly 8.1 (jedná se o zmožení výstupů). Z nabízených obvodů se danému úkolu vyhoví pouze **74HCT595** (obvod 4094 má nízký výstupní proud).

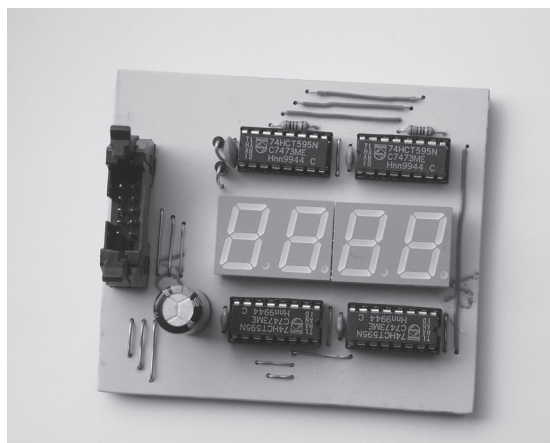
Méně znalé čtenáře bych chtěl upozornit na to, že v prodeji je i obvod **M5451B7** (jeho cena je zbruha 140 Kč), který je navržen speciálně jako budič vícesegmentového displeje řízený sériovou sběrnicí. Dokonce umožňuje nastavit hodnotu výstupního proudu. Na tento obvod lze připojit až 35 segmentů. Použití obvodu M5451B7 uvádí kapitola 12.1.2.

Při realizaci 4místného displeje ovládaného sériovou sběrnicí jsem nakonec použil čtyři obvody 74HCT595, cenová kalkulace mi totiž vycházela výhodnější ( $4 \times 20 = 80$  Kč) než použití specializovaného obvodu M5451B7.

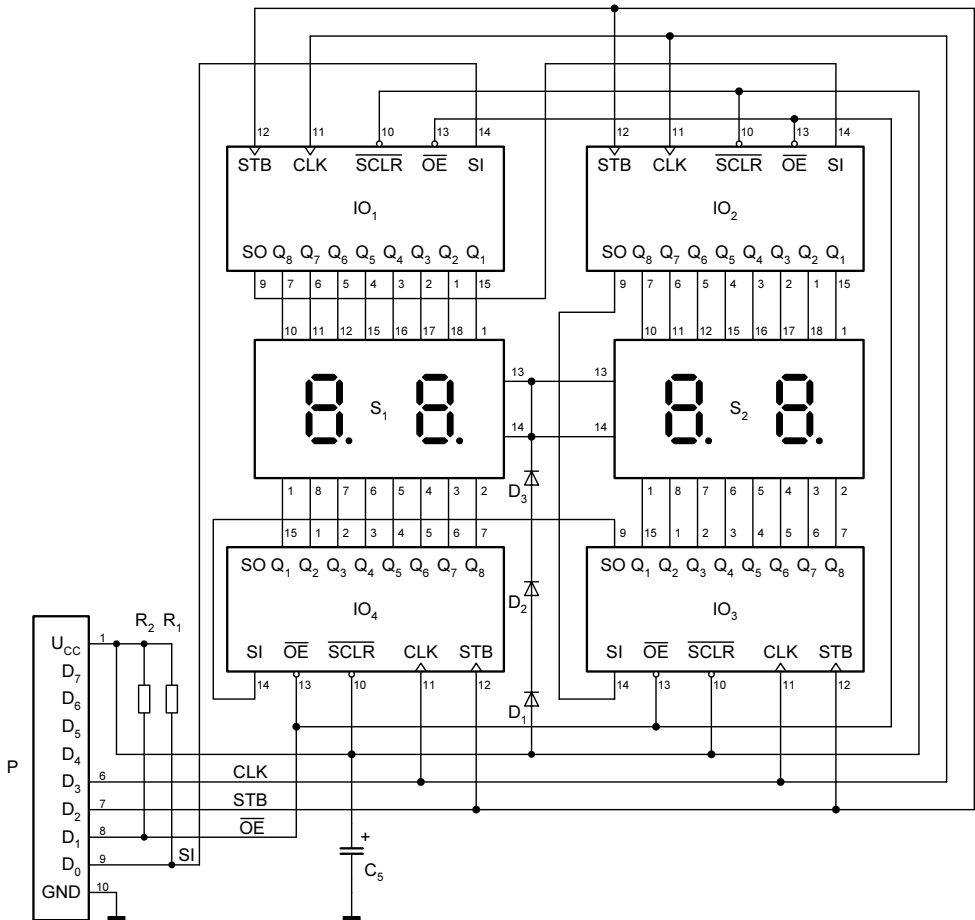
Jediným problémem, který jsem musel vyřešit, bylo omezení výstupního proudu těchto obvodů tak, aby nedocházelo k jejich proudovému nebo výkonovému přetěžování. Použití omezovacích rezistorů by bylo nevhodné (zvětšení rozměrů přípravku, složitější konstrukce). Nakonec jsem výstupní proud omezil snížením anodového napětí displejů (princip je vysvětlen v [1] v kapitole 4.8.6). Ke snížení anodového napětí jsme použil tři běžné diody, které vyhovely celkovým odebíraným proudem (1N4001 až 1N4007).

Schéma zapojení přípravku **ATSDISP**, který je realizován podle výše uvedené rozvahy, uvádí *obr. 8.6*. Displej je připojitelný jak na port P1, tak i na port P3.

Vstup sériových dat (SI) je na vývodu  $D_0$ , hodinový signál (CLK) na vývodu  $D_3$ , a strobvací signál (STB) na vývodu  $D_2$ . Vývod  $D_1$  kontaktuje ovladač třístavového



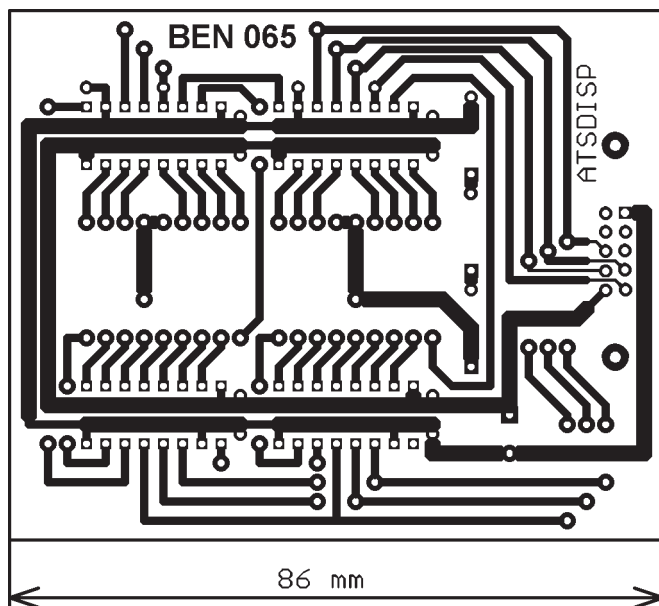
výstupu ( $\overline{OE}$ ), který jsem původně chtěl použít pro modulaci jasu pulzně-šířkovou modulací, ale pak jsem od této myšlenky ustoupil. Rušení bylo totiž tak silné, že docházelo k přepisu dat (údaj displeje se náhodně měnil). Vývod  $D_1$  lze použít ke zhasnutí displeje, údaj je zobrazen, pokud  $D_1 = 0$  (v opačném případě je zhasnut).



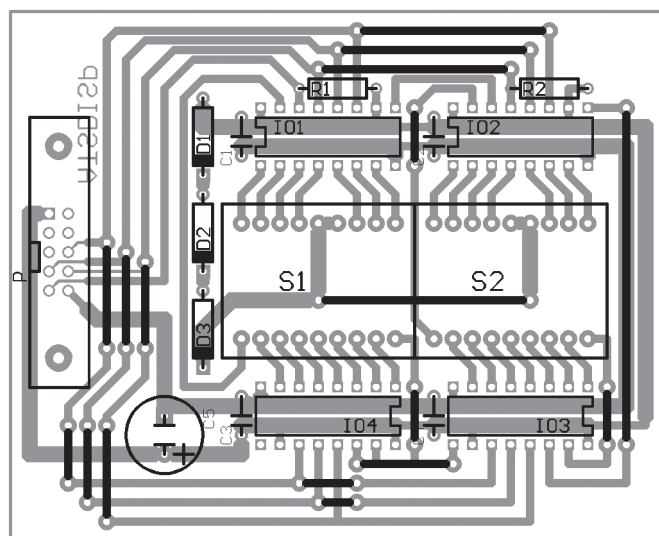
Obr. 8.6 Schéma zapojení přípravku ATSDISP

Výkres desky plošných spojů v měřítku 1 : 1 a osazovací pláněk přípravku ATSDISP uvádějí obr. 8.7 a obr. 8.8.

Při osazování plošného spoje je třeba upozornit na skutečnost, že drátovou propojku vedenou pod segmentovakami S1 a S2 je nutno zapájet dříve než obě segmentovky (v segmentovkách bývá výřez, který umožní vedení spoje; případně výřez zhotovíme pilníčkem) nebo ji napájet ze strany spojů.



Obr. 8.7 Výkres desky plošných spojů přípravku ATSDISP (BEN 065)



Obr. 8.8 Osazovací plánek přípravku ATSDISP