

Robot manipulátor ROB 1-3 řízený z PC

Jiří Rotta

Objevuje se nový fenomén - domácí robotika. Na Internetu lze nalézt stovky robotů, ať se již jedná o manipulátory, roboty pojezdné a dokonce krácející. Další novinkou je animatronika - ovládání loutek počítačem. Tyto přístroje mají jedno společné - jejich pohyb zajišťují modelářská serva. Aby je bylo možné připojit přímo k počítači, byl navržen elektronický modul SOS-AT, který je určen k řízení osmi modelářských serv.

ROB 1 - 3 je jednoduchý model trojosého robotu, který byl inspirován stránkami www.lynxmotion.com. Robot může sloužit k výuce, demonstraci možností počítače, reklamě, jednoduché polohování nebo jen pro zábavu a radost.

Celý robot je ovládán modelářskými servomechanismy (servy) Hitec HS-322 - tedy těmi nejlacinějšími na současném trhu, a řízen osobním počítačem PC. Pro řízení robotu je vytvořen ovládací program WinSOS, který umožní naprogramovat pohyb robotu ve všech třech osách a uložit až 2048 kroků programu. Program získáte zdarma na www.rotta.cz.

Robot se pohybuje ve třech osách - otáčení základny, zdvih ramene a pohyb kleštiny.

Pohyb serv v robotu je řízen elektronickým modulem SOS-AT (viz druhá část článku), což je mikroprocesorový ovladač serv, komunikující s osobním počítačem sériovou linkou RS 232 (u počítače PC COM1 až 4).

Konstrukce robotu byla podřízena požadavku použít běžně dostupné díly, pro výrobu není třeba žádné strojní obrábění s výjimkou vrtání a řezání. Předpokládáme ovšem, že vrtačku a lupénkovou pilku má ve své výbavě každý radioamatér. Všechny komplikovanější díly jsou použity hotové, koupené v prodejnách s elektronickými spočástkami a v modelářských prodejnách.

Prototyp robotu byl vyřezán laserem z deskového organického skla tloušťky 3 mm, nic však nebrání i ruční výrobě. Díly jsou tvarově velmi jednoduché a nepotřebují zvláštní péče při obrábění. Jako stavební materiál lze použít i skelný laminát nebo kuprexit.

Konstrukční řešení:

Upínací kleština je řešena jako paralelogram, skládající se z 6 shodných ramen jednozvratných a dvou ramen dvojzvratných. Tahem serva za tyto dvojzvratná ramena se kleština rozevírá a svírá. Otočné body ramen kleštiny jsou vytvořeny provlečením šroubů M3, u zadních ramen jsou na šrouby ještě navlečeny izolační podložky IB2 (GM), které zde slouží jako distanční

podložky a umožňují lehké zasunutí táhla od ovládacího serva. Táhlo od serva je vyrobeno z upravené kancelářské sponky (vidlice) a několika centimetrů ocelového pocínovaného drátu (v nouzi narovnaná kancelářská sponka). Celé táhlo je spájeno běžnou cínovou pájkou a pro dosažení efektivnějšího vzhledu je potaženo teplem smrštitelnou bužirkou průměru 1,6 mm. Na dotykových plochách kleštiny je vteřinovým lepidlem nalepeno 15 mm pryžového těsnění do oken.

Servo pohybu kleštiny je vsazeno do vyříznutého otvoru a upevněno čtyřmi šrouby M3.

Servo pohybu ramene je upnuto mezi desku ramene a přítlačnou desku. Správnou vzdálenost obou desek zajišťují 4 polyamidové distanční sloupky KDI6M3x20. Poloha serva je zajištěna jeho zasunutím mezi tyto sloupky. Jeden otočný bod ramene je vytvořen přímo osou serva; unášecí talíř serva je upevněn šrouby M1,6 na bočnici základny. Za servo je vložena destička se zalisovaným distančním sloupkem KDR 12, který tvoří druhý otočný bod ramene. Destička s čepem

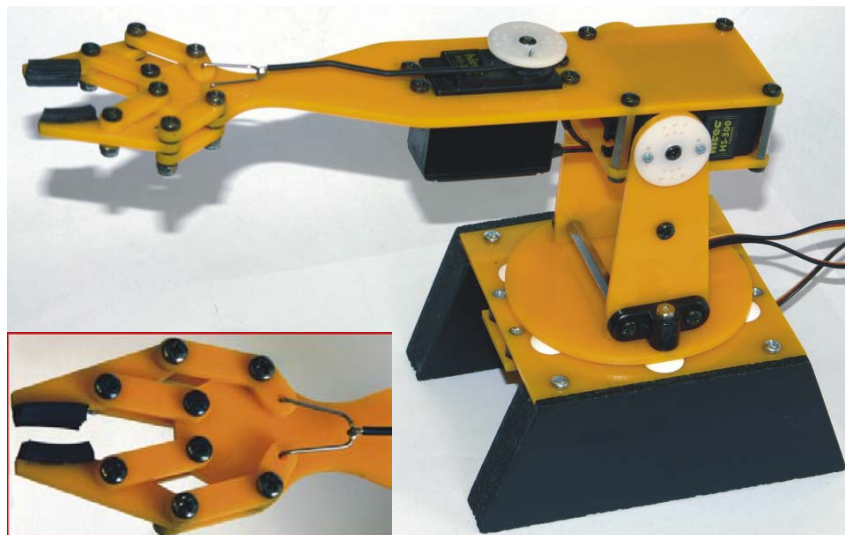


a zadní strana serva je spojena kouskem oboustranně lepicí pásky. Tím je zajištěna stabilní poloha serva i pomocné destičky. Pokud by se, díky výrobním tolerancím, přesto servo posouvalo, lze ho upevnit co nejtenčí oboustranně lepicí páskou (nejlépe Scotch). Tato páska je běžně v prodeji ve větších papírnictvích.

Bočnice základny jsou rozepřeny třemi distančními sloupky KDI6M3x50. K otočné desce jsou bočnice upevněny plastovými konzolami MPJ 2621 provlečenými šrouby M3. Otočná deska klouže po hlavách šesti záslepek F715HP-08, které jsou zatlačeny o otvorů o průměru 8 mm v základní desce.

Pod základní deskou je upevněno čtyřmi šrouby M3 na pomocné desce servo otáčení ramene. Pomocná deska je uchycena čtyřmi šrouby M3 a ve správné vzdálenosti od základní desky držena distančními sloupky KDR07.

Při sestavování základny robotu nejprve upevníme dvěma šrouby M1,6 (MPJET 0205) unášecí talíř z příslušenství serva na otočnou desku, potom sestavíme základní a pomocnou desku společně se servem a unášecí talíř serva s připevněnou otočnou deskou nasuneme na hřídel serva. Otočná deska musí lehce dosednout na hlavy plastových záslepek, nesmí však být





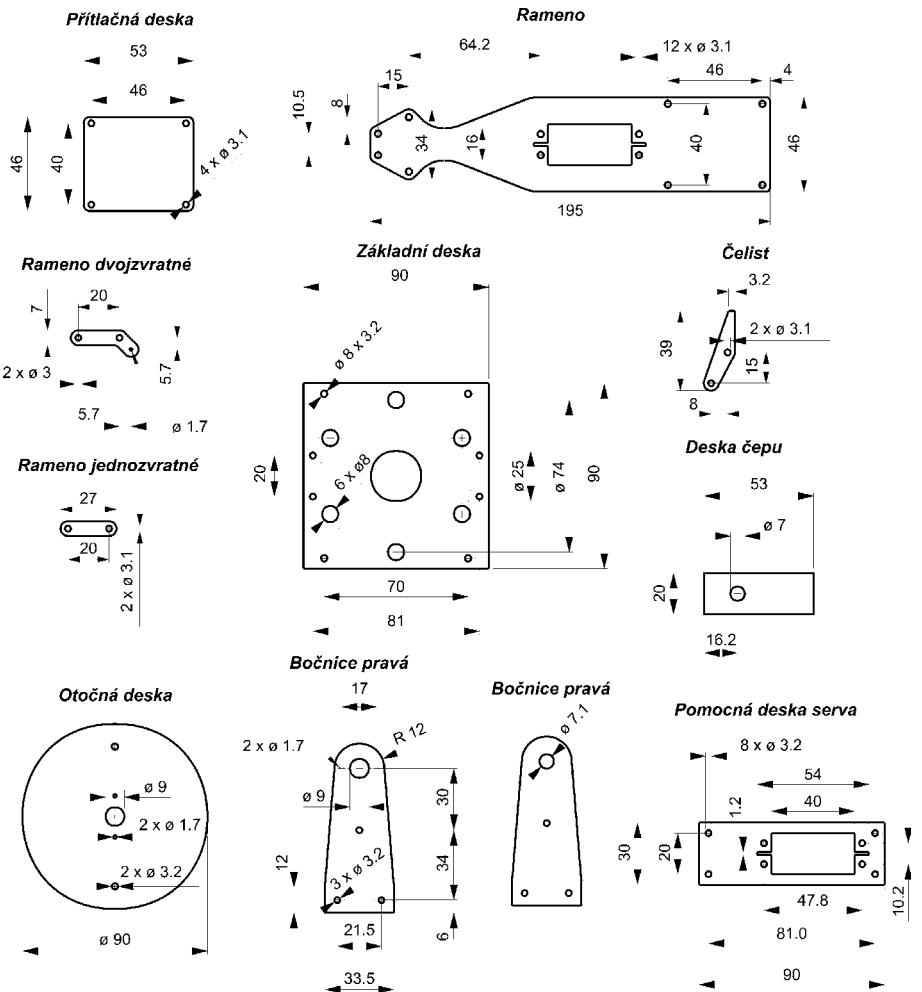
příliš přitlačena, aby při otáčení ramene robotu nebyl nadměrně namáhán motor serva. V této poloze celou sestavu zajistíme lehkým dotažením šroubu, který prochází do osy serva.

Bočnice základny jsou vyrobeny z černě nalakované nábytkářské dřevotřísky, oříznuté do patřičného tvaru.

Robot ROB1-3 bude dodáván jako stavebnice ve dvou provedeních: se servy a bez nich. Verze bez serv bude obsahovat i kompletní sadu spojovacího materiálu. Bližší informace o stavebnicích najdete na www.rotta.cz a v prodejně Rasel, Francouzská 34, 120 00 Praha 2.

Seznam materiálu

Distanční sloupek KDR07, 4 ks, GM
 Distanční sloupek KDR12, 1 ks, GM
 Distanční sloupek KDI6M3x20, 4 ks, GM
 Distanční sloupek KDI6M3x50, 3 ks, GM
 Izolační podložka IB2, 4 ks, GM
 Záslepka Ø 8 mm F715HP-08, 6 ks, GM



Obr. 2. Jednotlivé díly robota

Upevňovací konzola Ø 3 mm MPJ 2621, 2 ks, MP Jet a modelářské prodejny
 Šroub M1,6 x 8 s maticí, MPJ 0202, 4 ks, MP Jet a modelářské prodejny
 Šroub M3 x 16 se zástupnou hlavou, 6 ks, Fabory a železářské prodejny

Šroub M3 x 16 s půlkulatou hlavou, 4 ks, Fabory a železářské prodejny
 Šroub M3 x 12 s půlkul.u hlavou, 8 ks
 Šroub M3 x 8 s půlkulatou hlavou, 18 ks, Maticice M3, 14 ks Fabory apod.
 Podložky Ø 3,2; 14 ks, Fabory apod.

SOS-AT

sériový ovladač serv s µP 89C2051

Modul se hodí i pro pohyblivou reklamu, domácí techniku (zatahování žaluzií a záclon, solární techniku (nastavování slunečních kolektorů), kamerovou techniku (polohování kamer), modely a hračky.

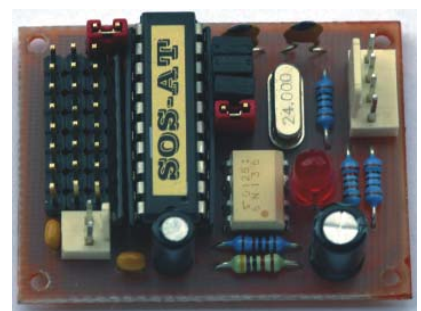
Povely k otáčení výstupní osy serva jsou do modulu SOS-AT posílány z nadřazeného zařízení (většinou osobní počítač) opticky oddělenou sériovou linkou. Díky optickému oddělení vstupu je lhostejné, zda sériová linka je typu TTL, proudová smyčka, RS232, RS422 nebo RS485. Tím je umožněno použít modul SOS-AT i v průmyslových aplikacích. Přestože zařízením, ovládajícím modul SOS-AT bývá většinou

osobní počítač, nic nebrání ani použití těch nejjednodušších mikroprocesorů a naopak jeho spojení s průmyslovými řídicími systémy.

Modul SOS-AT je svým komunikačním protokolem plně slučitelný s podobným modulem Mini SSC II (výrobce Scott Edwards Electronic, Inc). Tato slučitelnost zaručuje, že pro ovládání SOS-AT lze použít i desítky programů, volně přístupných na světových webových stránkách. Níže popisované moduly SOS-AT je možné adresovat, takže na jednu sériovou linku lze naráz připojit až 8 kusů SOS-AT a tedy ovládat společně až 64 serv.

Protože SOS-AT je konstrukce novější než Mini SSC II a je založena na jiném typu mikroprocesoru, obsahuje některá technická vylepšení (optické oddělení, větší množství ovládaných serv) proti Mini SSC II. Stoprocentní programová kompatibilita je však zaručena.

K ovládání SOS-AT postačí osobní počítač 286. Jediným technickým po-



žadavkem je přítomnost alespoň jednoho portu COM.

K dispozici jsou volně šířené programy pro DOS i Windows.

Co je a jak funguje modelářské servo

Modelářské servo je miniaturní elektromotor s převodovkou; poloha otočného výstupního hřídele převodovky je snímána zpětnovazebním členem (většinou potenciometrem) a zavedena

zpět do řídicí elektroniky vestavěné v servu. Tato elektronika ovládá rychlost a směr otáčení pohonného motoru. Požadovaná poloha výstupního hřídele je do řídicí elektroniky zadávána jako pulsně - šířkově modulovaný (PWM) signál s opakovací frekvencí přibližně 50 Hz (viz obr. 1). Nastavovací délkou tohoto impulsu v rozsahu 1 až 2 ms je definována poloha výstupního hřídele serva v rozsahu 90 úhlových stupňů; pro střední polohu hřídele je třeba vysílat kladný impuls o délce 1,5 ms. PWM signál musí být do serva vysílán nepřetržitě - pokud ustane, uvolní se zpětná vazba serva a není nijak zajištěna správná poloha výstupního hřídele.

Serva v základním provedení umožňují otočení výstupního hřídele o 90 úhlových stupňů. Některá serva ovšem umožňují i zvětšení rozsahu otáčení výstupního hřídele až na 180 úhlových stupňů tím, že se rozsah kladného pulsu řídicího PWM signálu změní na 0,5 až 2,5 ms. Řízení takovým způsobem je však možné jen u serv některých výrobců a je třeba ho na konkrétním kusu serva opatrně vyzkoušet, aby se nepoškodilo opakovaným najížděním na koncové dorazy převodovky.

Serva je možné také upravit pro trvalé otáčení; PWM signálem se pak neřídí poloha výstupního hřídele, ale rychlost a směr jeho otáčení. Takto upravená serva se používají v mobilních robotech k pohonu kol. Bližší podrobnosti o této úpravě najdete na stránce www.rotta.cz.

Serva lze koupit v modelářských prodejnách v mnoha různých provedeních a velikostech. Při použití serv s větším

Tab. 1.

Jméno spojky	Význam	Číslo ovládaného serva							
		1-8	9-16	17-24	25-32	33-40	41-58	49-56	57-64
A2	bit 2 adresy	0	0	0	0	1	1	1	1
A1	bit 1 adresy	0	0	1	1	0	0	1	1
A0	bit 0 adresy	0	1	0	1	0	1	0	1
0 = spojka zasunuta, 1 = spojka sejmuta									

proudovým odběrem je však třeba dostatečně dimenzovat napájecí zdroj U2.

Popis funkce SOS-AT

Schéma zapojení modulu SOS-AT je na obr. 2. Pro účel objasnění funkce modulu předpokládáme, že zdrojem řídicího signálu je osobní počítač PC. Modul SOS-AT je generátorem řídicího signálu PWM pro 8 serv, ovládaný povely z osobního počítače. Je osazen mikroprocesorem AT89C2051 s taktovací frekvencí 24 MHz. Povely jsou posílány do modulu SOS-AT sériovou linkou (COM1 až 4). Pokud modul SOS-AT žádné povely z nadřazeného zařízení nepřijímá, na všech osmi výstupech neustále generuje řídicí signál PWM podle povely naposledy přijatého (bližší viz kapitola o programování). Serva dostávají řídicí signál PWM z modulu SOS-AT stále a tím je zajištěno, že se nemůže samovolně pohybovat výstupní osa serva (ani při náhodném působení vnější síly). Osobní počítač přitom není zatěžován obsluhou SOS-AT v době nečinnosti.

Parametry ovládacího signálu PWM pro serva a různé možnosti ko-

munikace s počítačem je možné nastavit zkratovacími spojkami (jumpery) R, A0, A1, A2 a B.

Jumper R(rozsah)

Spojka nasazena = délka kladného impulsu signálu PWM je 1 až 2 ms, výstupní hřídel serva se může otáčet v rozsahu 90 úhlových stupňů. Toto nastavení je bezpečné pro serva všech výrobců.

Spojka sejmuta = zvětší se délka kladného impulsu PWM signálu na 0,5 až 2,5 ms a výstupní hřídel serva se může otáčet v rozsahu 180 úhlových stupňů. Před trvalým použitím tohoto nastavení ho opatrně vyzkoušejte na konkrétním kusu použitého serva. Předejdete tím možným škodám.

Jumper A(dresa) 0, 1, 2

Adresa pro komunikaci modulu SOS-AT s počítačem sériovou linkou (COM) viz tab. 1.

Jumper B(aud)

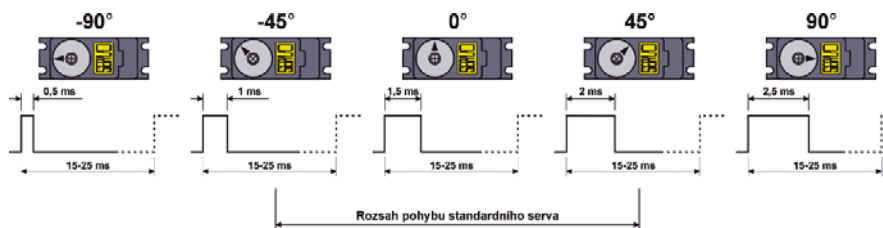
Nastavení komunikační rychlosti sériové linky. Spojka nasazena = 9600 Bd, spojka sejmuta = 2400 Bd. Komunikační rychlost 2400 Bd se používá především v prostředí se silným rušením a také pro zajištění zpětné kompatibility se staršími programy, určenými původně pro Mini SSC II, které větší komunikační rychlost neumožňovaly.

Stav spojek je čten jen po nulování procesoru; žádná změna v jejich nastavení není akceptována před dalším nulováním. Změny v nastavení se tedy projeví až po vypnutí a novém zapnutí napájení modulu.

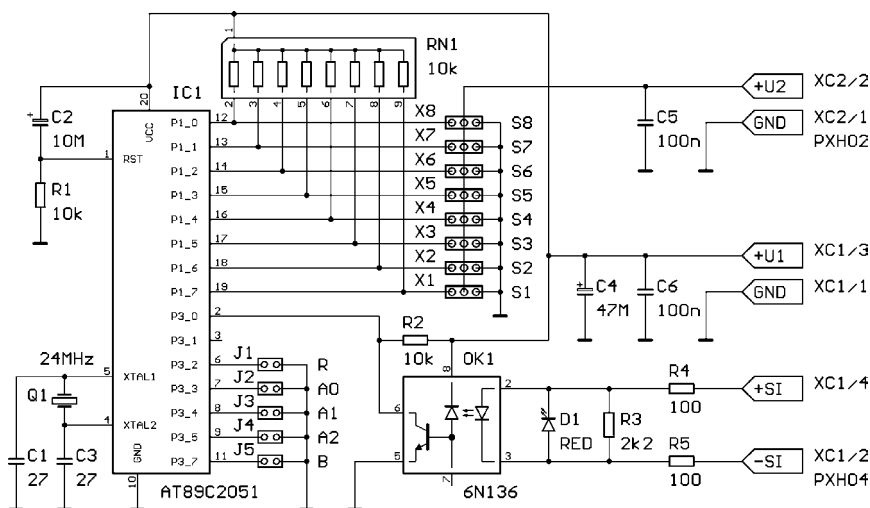
Pro optické oddělení sériového vstupu je použit rychlý optočlen 6N136. Rezistor R3 vytváří předzátěž pro komunikační linku, rezistory R4 a R5 omezují proud LED optočlenu a kontrolní LED D1. Tyto diody jsou napájeny přímo ze sériové linky, která je tedy oddělena od zbytku modulu. Pokud by jako sériová komunikační linka byla použita proudová smyčka, je třeba odstranit rezistor R3.

Přijatá data jsou optočlenem OK1 převedena na úroveň TTL, pro dosažení správných logických úrovní ošetřena rezistorem R2 a přivedena na vstup P3.0 (pin 2 - RXD) mikroprocesoru AT89C2051.

Přesná taktovací frekvence mikroprocesoru 24 MHz je zajištěna kře-



Obr. 1. Nastavování polohy hřídele serva



Obr. 2. Schéma zapojení modulu SOS-AT

menným krystalem Q1. Použití krystalu v obvodu oscilátoru mikroprocesoru zaručuje, že šířka signálu PWM je vždy zcela přesná. Tím je (mimo jiné) zaručena opakovatelnost pohybu serva. Bezpečné nastartování oscilací je zajištěno keramickými kondenzátory C1 a C3. Oscilátor je zapojen podle doporučení výrobce mikroprocesoru.

Korektní start programu v mikroprocesoru je zaručen obvodem C2 a R1. Nulovací obvod je zapojen podle doporučení výrobce mikroprocesoru.

Serva jsou připojena všech osm vývodů portu 1 mikroprocesoru (12 až 19). Správná logická úroveň signálu PWM pro jednotlivá serva je zajištěna rezistory RN1 (8x 10 kΩ) ve společném pouzdře, které jsou připojeny na napájecí napětí U1. Serva jsou připojena na konektory X1 až X8, na kterých je pro každé servo vyvedeno kromě řídicího signálu PWM také napájecí napětí. Serva různých výrobců mají různé tvarované kryty konektorů, ale rozteč kontaktů je vždy 2,54 mm, takže je možné konektory všech výrobců nasadit na špičky, které jsou na desce osazeny. Konektory serv nejsou nijak zajištěny proti obrácení zasunutí, poškození modulu ani serv však nehrozí. Serva ovšem nebudou fungovat, protože v tomto případě je prohozen kabel PWM a GND.

Napájení modulu

Modul SOS-AT je napájen ze dvou různých zdrojů. Napětí U1 (4,5 až 6 V) zajišťuje napájení mikroprocesoru, napětí U2 (4,8 až 6 V) zajišťuje napájení motorků a elektroniky serv.

Vstup pro napájecí napětí U1 je na vývodech 1 (GND) a 3 (+) konektoru XC1, který je společný i pro vedení sériové linky. Sdružení sériové linky a napájecího napětí U1 do jednoho konektoru je použito, protože pokud je SOS-AT součástí většího celku, zjednodušuje se kabelové propojení a počet konektoru uvnitř přístroje. Vstup pro napájecí napětí U2 je na konektoru XC2.

Použití dvou napájecích napětí výrazně zlepšuje spolehlivost celého zařízení, zvláště při použití starších serv, jejichž motory nejsou dostatečně odrušeny. Pokud použijeme jen jedno napájecí napětí pro celý modul, je vhodné

ho ještě filtrovat vnějším elektrolytickým kondenzátorem (nejméně 1000 μF), případně oddělit napájecí napětí U1 pomocí Schottkyho diody (malý úbytek napětí).

K napájení jsou vhodné suché články nebo akumulátory; pro napájecí napětí U1 postačí 4 články AAA (mikrotužka), které, zvláště v alkalickém provedení, zajistí napájení modulu po dobu několika stovek hodin. Napájecí zdroj U2 - napájení serv - je vhodné dimenzovat podle odběru serv. Pro běžná serva (např. Hitec HS300) postačí 4 suché články nebo akumulátory velikosti AA (tužkové) o kapacitě nejméně 1200 mAh na činnost po dobu asi 2 hodin, pro serva větší je výhodnější použít články nebo akumulátory velikosti D. Osvědčili se i alkalické akumulátory RAM s napětím 1,5 V. Jejich plochá vybíjecí charakteristika je pro napájení motorů serv výhodná, protože se v průběhu vybíjení článků výrazně nemění rychlost pohybu serva. Kladem je také možnost nabíjet je v jakémkoli stupni jejich vybití.

Pokud použijeme síťový napájecí zdroj, jeho napětí musí být stabilizováno na 5 V a proudově dimenzován musí být na odběr minimálně 800 mA.

Komunikace SOS-AT s počítačem

Modul SOS-AT komunikuje s osobním počítačem sériovou komunikační linkou. Rychlost komunikace je volitelná 2400/9600 Bd. Komunikační linka je k dispozici spolu s napájecím napětím U1 na konektoru XC1. Význam jednotlivých vývodů tohoto konektoru je na obr. 3. Zapojení komunikačního kabelu pro porty COM 1 až 4 počítače PC je na obr. 4.

Programování

Poloha výstupní osy servomechanismu se řídí sledem příkazů, posílaných z osobního počítače sériovou linkou RS232 (RS422, RS485...) do modulu SOS-AT komunikační rychlostí 2400 nebo 9600 Bd (podle nastavení jumperu B). Formát příkazu je:

<1 byte> <2 byte> <3 byte>
 <1 byte> synchronizační, vždy 255 (FFh)
 <2 byte> číslo ovládaného serva (0 - 254) (00h - FEh) (v základním provedení

modulu SOS-AT je možné použít pouze čísla 0 až 63)

<3 byte> pozice výstupního hřídele serva (0 - 254) (00h - FEh)

Povely musí být ovládacím programem posílány vždy v číselném formátu, nikdy ve formátu textovém. Povely je nutné posílat do modulu SOS-AT pouze tehdy, požadujeme-li změnu polohy výstupního hřídele některého z ovládaných serv. Periodické opakování potřebného řídicího signálu PWM zajišťuje modul SOS-AT dále sám automaticky. Rychlost otáčení hřídele serva mezi koncovými body, zadanými programem, je dána pouze konstrukcí převodovky serva a programově ji nelze nijak ovlivňovat. Potřebné programové vybavení pro DOS i Windows je možno získat na www.rotta.cz.

Osazení, oživení a nastavení

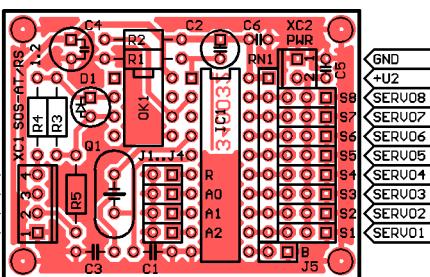
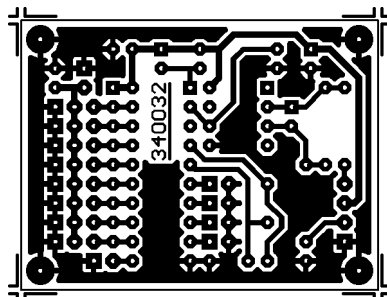
Deska s plošnými spoji a rozmístění součástek je na obr. 3. Deska je navržena pro klasickou montáž součástek.

Desku ostříháme na správnou velikost a vyvrtáme. Upevňovací otvory v rozích desky vrtáme vrtákem o průměru 2,2 mm. Pro konektory XC1, XC2, J1 až J5 a X1 až X5 vrtáme otvory o průměru 1 mm, ostatní otvory vrtáme vrtákem o průměru 0,8 mm.

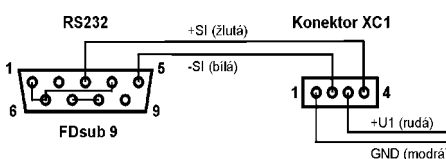
Součástky osazujeme podle jejich výšky v tomto pořadí: rezistory, optičten OK1, krystal Q1, objímku pro mikroprocesor, rezistorovou síť RN1, kondenzátory keramické, kondenzátory elektrolytické. Při osazování konektorů XC1 a XC2 musíme dát pozor na správnou polohu jejich klíče - shodně s obr. 3. Jako poslední osadíme konektory pro J1 až J5 a konektory serv X1 až X8. Tyto konektory mají pouzdro z termoplastické hmoty, proto musíme pájet opatrně a rychle. Pokud se chceme vyvarovat poškození, pak je vhodné nasadit na ně jejich protikusy, případně zkratovací spojky (jumpery). Spojky nebo konektory pomohou odvést teplo vznikající pájením a uchrání konektor od deformace.

Nedoporučujeme pájet mikroprocesor do desky přímo. Pro SOS-AT připravujeme novější verze vnitřního programu procesoru, takže je možné procesor umístit v objímce vyjmout a poslat autorovi na „upgrade“.

Po osazení desky ji pečlivě zkontrolujeme, především zkratky a přerušené spoje, odstraníme přebytečné tavidlo a desku omyjeme neagresivním rozpouštědlem. Proti následné korozi ji chráníme nátěrem ochranného laku.



Obr. 3. Deska s plošnými spoji modulu SOS-AT



Obr. 4. Zapojení komunikačního kabelu pro porty COM 1 až 4

Modul SOS-AT je tak jednoduché zařízení, že pro uvedení do provozu není třeba žádného nastavování ani speciálních znalostí. Při pečlivém osazení, bezchybných součástkách a připojení správných napájecích napětí je jisté, že bude fungovat na první pokus. Při ožívání prototypové série se vyskytla jediná závada: vadné krystaly Q1 (24 MHz). Pokud tedy SOS-AT nebude funkční na první zapojení, zaměříme se nejprve právě na tento krystal.

Zasuneme mikroprocesor ve správné poloze do objímky. Pokud jsou vývody pouzdra DIL 20 mikroprocesoru rozehnuty, narovnáme je do správné pozice tlakem o hranu stolu nebo kovovým pravítkem. Na konektory J1 až J5 (jumpery B, A0, A1, A2 a R) nasuneme zkratovací spojky. Připojíme alespoň jedno servo, nejlépe do konektoru S1 (obr. 3) a obě napájecí napětí (U1 a U2).

Pro ověření funkčnosti připojíme modul SOS-AT k osobnímu počítači. Schéma zapojení komunikačního kabelu je na obr. 4. Komunikační kabel lze vyrobit z dvoulinky o průřezu minimálně 0,15 mm², která nemusí být stíněná, konektoru Canon 9 (zásuvka) a protikusu ke konektoru XC1. Pokud nevládneme krimpovací kleště, nutně k upevnění kabelu do kontaktních pružin, můžeme ho opatrně připájet. Maximální délka kabelu by neměla přesáhnout 5 m. Poškození sériového portu (COM 1 až 4) počítače se není třeba obávat, protože je oddělen od modulu SOS-AT optickým členem.

Po správném připojení modulu k počítači se rozsvítí červená LED D1.

Pokud se LED nerozsvítí, zkontrolujte především zapojení vodičů +SI a -SI (obr. 4). Jsou-li tyto vodiče na konektoru seriové linky prohozeny, pak data posílaná do modulu SOS-AT jsou invertovaná a tím pro mikroprocesor SOS-AT nečitelná. Dioda D1 při příjmu povelů z osobního počítače bliká v rytmu přijímaných dat a signalizuje tak průběh komunikace. Při vyšších komunikačních rychlostech ovšem blikání stěží postřehneme.

V počítači musí být spuštěn obslužný program pro SOS-AT (případně pro Mini SSC II), který dovoluje posílání odpovídajících povelů na port. Tímto programem může být jakýkoli terminálový program nebo můžeme použít programy SOS-step (DOS) nebo WinSOS (W95, 98, 2000). Oba tyto programy jsou volně ke stažení na internetové adrese www.rotta.cz. Pokud je vše v pořádku, je možné libovolně pohybovat jednotlivými servy připojenými na modul SOS-AT a sekvence jejich pohybů po jednotlivých krocích ukládat do souboru.

Závěr

Modul SOS-AT je určen jako vestavný do modelů a jiných konstrukčních celků. Tomu odpovídá i schéma zapojení a provedení konektorů. Pokud chceme modul použít pro více zařízení nebo hraček najednou, je možné ho vestavět do plastové skříňky, případně zároveň s napájecími bateriemi. Nejlepším příkladem použití modulu je ovládání již zmíněného malého robota ROB1-3.

Seznam součástek

R1, R2	10 kΩ
R3	2,2 kΩ
R4, R5	100 Ω
RN1	10 kΩ, (DIP9)
C1, C3	27 pF, keramika
C2	10 μF/10 V
C4	47 μF/10 V
C5	100 nF, keramika
C6	100 nF, keramika
D1	LED 3 mm, 5mm (rudá)
IC1	AT89C2051 (s programem SOS-AT)
OK1	6N136
Q1	krystal 24 MHz
XC1	PXH04, (4 piny)
XC2	PXH02, (2 piny)
J1-J5	lišta (5 ks x 2 piny)
S1-S8	lišta (5 ks x 3 piny)
Jumpery,	5 ks
Objímka DIL 20,	1 ks

Živnostenská výroba uvedeného zařízení není dovolena.

Pokud potřebujete modul využít pro speciální aplikace, kontaktujte autora na e-mail: rotta@rotta.cz

Sestavený a oživený modul SOS-AT (cena včetně kabelů a programů je 790 Kč) si můžete koupit v prodejně RASEL, Francouzská 34, 120 00 Praha 2, tel: 222 517 796, www.rasel.cz.

Desku, naprogramovaný mikroprocesor, propojovací kabely a celý modul SOS-AT si lze objednat na www.rotta.cz nebo přes e-mail: obchod@rotta.cz.

Zkušenosti s koncovým zesilovačem z PE 11/2002.

V minulém PE byl popsán koncový zesilovač s velmi dobrými vlastnostmi. Těchto zesilovačů si během posledního času postavilo několik mých známých a také já jsem nelenil a postavil jich zatím dalších 6. Proto můžeme předložit zkušenosti, které jsme získali během stavby a provozu.

Zesilovač profesora Marshalla Leache se soudě podle tisíců odkazů na Internetu z celého světa stal doslova „kultovním“ výrobkem. Stačí do nějakého vyhledávače napsat „lowtim“ nebo „leach“. Klidně se pusťte do stavby - zesilovač je to opravdu výborný, tisíckrát postaven a modifikován konstruktéry v celém světě. Modifikace se týkají mechanického provedení a návrhu desek - na Internetu lze najít výkresy, kde jsou koncové tranzistory umístěny přímo na desce spojů, aby odpadlo poněkud pracné propojování vývodů tranzistorů s deskou. Jinak v zapojení není co upravovat, ve schématu a ve výkresech nejsou žádné chyby. Několik zesilovačů jsme postavili ještě na původní desce, jejíž výkres je uveden v PE 11, všechny pracují samozřejmě bez problémů. Ovšem stavba zesilovače na zdokonalené desce, kterou dodává firma **ELMECHANIK** (tel. **602 368 486**), je snadnější, estetičtější a výsledek je spolehlivější. Tato deska má optičtěji zvětšené pájecí body a spoje, je opat-



řena nepájivou maskou, potiskem, pocínovanými pájecími ploškami a je vyvrtána.

Napájení zesilovačů

Vyzkoušeli jsme jak toroidní transformátory, tak i transformátory na jádru C a EI. Nejvhodnější je samozřejmě použít toroidní transformátory, jsou „tvrdé“ a mají malý magnetický rozptyl. Nechal jsem si několik různých kusů vyrobit. Cena se pohybuje (asi 500 VA) okolo 1200 až 1500 Kč při jednom