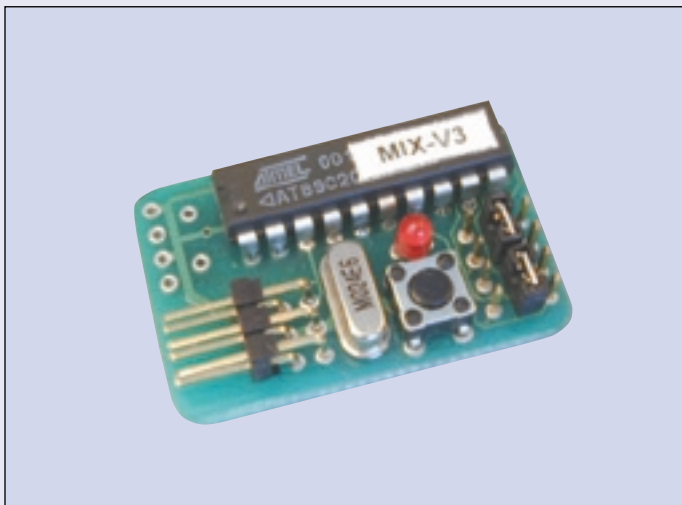


# Univerzální mikroprocesorový mixér

Ing. Michal Černý



Mixování dvou, případně i více kanálů patří dnes ke standardním funkcím počítačových RC souprav. Používá se nejčastěji k ovládání samokřidel, modelů s motýlkovými ocasními plochami nebo delt. To ale zdaleka není vše. Mixéry slouží i například v modelech s dvěma pohonnými jednotkami, jako jsou tanky nebo dvoumotorové čluny.

Ne každý má počítačovou RC soupravu, a tak přichází ke slovu různé elektronické doplňky do vysílačů, mechanické mixéry v modelech atp. Mikroprocesorový mixér, jehož popis následuje, je v podstatě univerzálním zařízením, které se vřazuje mezi přijímač a serva a je použitelné s libovolnou modelářskou RC soupravou. Jde o modul, jehož možnosti jsou omezeny pouze dvěma vstupy (kanály z přijímače) a dvěma výstupy (na serva). Činnost modulu je určena programem v procesoru, který může být výměnný, a tak můžeme stejný modul použít i ke zcela jinému účelu.

Základ zapojení tvoří jednoduší mikroprocesor Atmel 89C2051-24 a k němu přidaná sériová paměť 93C46, sloužící k uložení nastavených parametrů. Kondenzátor C3 spolu s rezistorem R1 vytvářejí signál RESET pro procesor. Časování procesoru zajišťují dva běžné keramické kondenzátory C1 a C2 spolu s miniaturním krystalem 24.000 MHz. Krystal musí kmitat na svém základním kmitočtu. Tranzistory T1, T2 a rezistor R11 vytvářejí logickou funkci OR a ze dvou vstupních signálů generují přerušení pro procesor. Tlačítko TL, propojkové pole K1 3x4 pinů se dvěma propojkami a signalizační LED slouží při nastavování parametrů mixéru.

Z hlediska zapojení je mixér jednoduchý a průhledný, nic není třeba nastavovat nebo složitě oživovat.

Modul je kvůli miniaturizaci postaven na oboustranné desce s plošnými spoji, která má prokovené otvory a z obou stran nepájivou masku. Rozměry desky jsou 36x23 mm, z jedné strany se osazují součástky SMD, z druhé součástky klasické. Tuto desku profesionální kvality rozhodně nedoporučuji nahrazovat deskou bez prokovů a nepájivých masek.

Nejprve osazujeme všechny součástky SMD, a to proto, že před osazením součástek klasických můžeme nechat desku ležet na podložce a není nutné ji upínat při práci do držáku. Díky masce je práce relativně snadná a možnosti chyb se omezují prakticky jen na záměnu součástek. Je třeba si dát pozor na orientaci paměti EEPROM a tantalového kondenzátoru. Kurs ruční práce s SMD součástkami vyšel v časopise RCm 9/98 až 2/99 nebo jej můžeme nalézt na [www.volny.cz/michal.cerny](http://www.volny.cz/michal.cerny).

Ještě před začátkem osazování klasických součástek je třeba se rozhodnout, zda při konstrukci jde především o malé rozměry, spolehlivost a hmotnost za cenu nevyměnného procesoru (výška modulu 9 mm), nebo o univerzálnost dosaženou možností výměny procesoru za cenu zvýšení o 4 mm a snížení spolehlivosti – osazená patice je rizikovým prvkem. Podle výsledku pak budeme i ostatní součástky důsledně snižovat na maximální výšku 5 mm nad deskou nebo ne.

Osazení modulu není složité, je ale náročné na přesnou a čistou práci. Používáme zásadně kvalitní trubičkovou pájku v malém množství, spoje důkladně

prohříváme. Jakákoliv nedůslednost se později vymstí. Hotový modul omyjeme v izopropylalkoholu nebo opatrně očistíme toluenem ze strany SMD. Toluenu by se neměl dostat na druhou stranu desky, zejména ne do patice, kam by zanesl zbytky tavidla.

Nakonec připojíme do otvorů v desce dva servokablíky pro připojení k přijímači. Protože při opakované manipulaci s modulem hrozí časem přelomení kablíků v místě jejich styku s deskou, je velmi vhodné je těsně u desky zafixovat malou kapkou tavného lepidla nebo pružným silikonovým tmelem.

Konektory serv, která jsou modulem ovládána, se nasouvají přímo na konektor ze zlacených zahnutých špiček – zem (černý nebo hnědý vodič kabelu) patří k okrajům desky. Výrobci zajišťují jednoznačnou polohu konektorů v přijímačích nálitky nebo zkosenými hranami konektorů a výřezy v krytech přijímačů. Tato ochrana je zde nefunkční a při zasouvání musíme dávat pozor na správnou orientaci, i když otočení konektoru serva obvykle nevede k poškození ani modulu, ani serva.

Po vyzkoušení modulu a nastavení parametrů v modelu navlékneme na modul kousek smršťovací hadičky a horkým vzduchem ji zatáhneme. Celé zařízení pak tvoří kompaktní blok dobře odolný vůči nárazu. Hmotnost modulu se pohybuje kolem 6,5 g, napájí se kablíkem z přijímače napětím 4 - 6 V, vlastní spotřeba je asi 15 až 20 mA.

Pro mechanické uložení modulu platí stejné zásady jako pro přijímače. Pokud to prostor v modelu dovolí, neumísťujeme modul v těsné blízkosti přijímače, mohla by se snížit jeho citli-

vost. V těsné blízkosti také raději nevedeme anténu, zejména anténu kolem modulu neomotáváme!

Mikroprocesorové zařízení je z principu vždy zdrojem rušení. Ani to, že modul splňuje s rezervou limity pro vyzařování rušivých signálů, není stoprocentní zárukou, že se rušení v provozu nijak neprojeví. Proto je třeba před prvním použitím v letu provést zkoušky, které by ostatně měly být samozřejmostí u každého nově nasazeného zařízení.

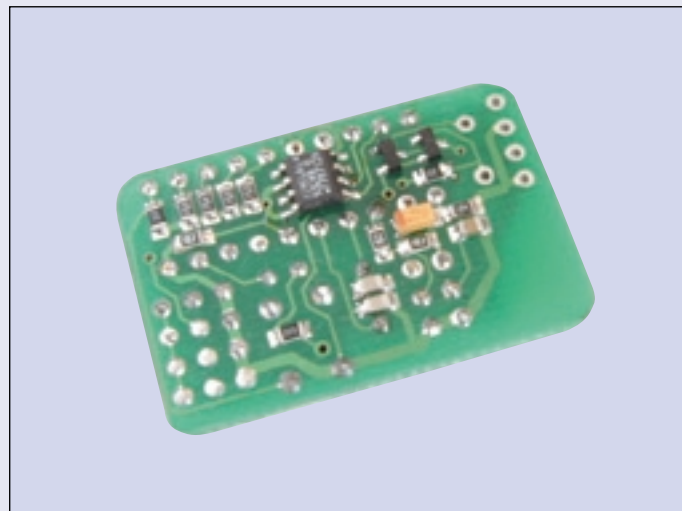
Zapojíme přijímač s modulem a servy. Při vypnutém vysílači nesmějí sebou serva výrazně škubát, slabé vrčení nebo občasný drobný pohyb není na závadu. Porovnáme dosah vysílače se staženou anténou jen se servy bez modulu a se zapojeným modulem a servy – dosah se nesmí snížit o více než 10 %. Pokud se rušení projevuje, v první řadě vyzkoušíme utlumit kablíky mezi modulem a přijímačem navlečením malých feritových toroidů – stačí o vnějším průměru kolem 10 mm – a vytvořením jednoho až dvou závitů servokabelu v nich.

V ojedinělých případech, kdy se rušení projevuje i nadále, je možné vyměnit krystal v modulu za jiný s nižší frekvencí (23 MHz, případně až 20 MHz). Jestliže ani to nepomůže, je již vada v nízké odolnosti přijímače vůči rušivým signálům v okolí.

Obecně je základní chování určeno naprogramováním procesoru a přizpůsobení konkrétnímu modelu a požadavkům pilota se nastavuje pomocí řady parametrů.

Program se spouští sám po zapnutí napájení. Při správné činnosti LED na modulu krátce blikne a zůstane zhasnuta. Pokud tomu tak není, byla autodiagnostikou zjištěna chyba ob-

(Pokračování na straně 18)



(Pokračování ze strany 17)

sahu vnitřní paměti. K nastavení režimu slouží propojkové pole, dvě propojky a tlačítko.

Je-li třeba změnit nastavení parametrů modulu, umístíme nejdříve propojky do odpovídající polohy na kolíčkách. Pak stiskneme tlačítko, LED se rozsvítí a obě serva připojená na výstupy zaujmou předvolené polohy. Nastavíme hodnotu prvního parametru, po jeho volbě stiskneme opět tlačítko. Pokud má následovat bezprostředně další parametr, LED zhasne a opět se rozsvítí. Po posledním parametru LED několikrát blikne, pak zhasne a obnoví se letový režim.

K uložení hodnot do paměti dochází po posledním stisku tlačítka a před zablikáním LED. Chceme-li zrušit nově zadávané hodnoty a neuložit je, můžeme vypnutím napájení vkládání parametrů zastavit. Nakonec nezapomeneme přemístit propojky do letové polohy (C1-C2, C3-C4), aby náhodný stisk tlačítka za letu nevyřadil mixér z provozu. Při zadávání parametrů je modul připojen k přijímači, vysílač zapnut a jeho ovladači parametry zadáváme. Je výhodné před zadáním nastavit všechny trimry ovladačů na střed.

Jak už bylo uvedeno, funkce modulu je určena programem, a tedy je možné přizpůsobit tento modul zcela odlišným účelům. Popsat podrobně všechny varianty, které jsou vyvinuty, je z prostorových důvodů nemožné. Návod s popisem konkrétního postupu nastavení je přiložen ke každému napro-

gramovanému procesoru. Proto se v dalším popisu omezíme jen na základní funkci a výčet nastavovaných parametrů.

### Mixer V3

má asi nejširší použití. Je určen pro samokřídla, delty nebo modely s motýlkovými ocasními plochami. Využívá dva vstupní kanály (směr, výška) a generuje signály pro dvě serva. Realizuje nejjednodušší funkci mixáže  $X=A+B$ ,  $Y=A-B$ . Lze nastavit:

- rozsah vstupního signálu odděleně pro vstup směru a výšky – střed ovladače a krajní polohy
- povolení/zákaz mixáže umožňuje nasadit mixér i do klasického modelu a využít jeho doplňkových funkcí („S“ průběh, fail safe, úprava rozsahu signálu pro serva)
- nastavení rozsahu pohybu serv odděleně pro pravou a levou „V“ plochu nebo společně – střed, maximální výchylka nahoru a dolů
- plynulé nastavení „S“ charakteristiky odděleně pro vstup směru a výšky nebo pro oba vstupy současně – od vysoké citlivosti v okrajích pohybu ovladače přes lineární průběh až po vysokou citlivost kolem střední polohy
- nastavení režimu mixáže – plynulá volba velikosti koeficientu „k“ v mixážní funkci  $X=kA+kB$ ,  $Y=kA-kB$ . Projeví se především na tom, jak velkou výchylkou servo zareaguje na plnou výchylku pouze jednoho ovladače a zda přitom bude ještě reagovat na pohyb druhým ovladačem.

- nastavení nouzové polohy odděleně pro obě serva nebo společně (fail safe). Pokud dojde k přerušení signálu, několik desetin sekundy mixér podrží na výstupech poslední platnou výchylku. Potom se obě serva přesunou do střední (neutrální) polohy. Jestliže trvá výpadek řízení déle než 5 sekund, přejedou serva do nastavené nouzové polohy. Uživatel tak má sám možnost zvolit, zda v případě ztráty signálu má model pokračovat v letu, nebo nuceně přistát například přitazením výškovky.
- nastavení poměru mixáže plynule od 200:1 přes 1:1 až po 1:200
- obnovení přednastavených hodnot (RESET) není vlastně parametr, ale volba, která vymaže všechny uživatelem nastavené parametry a obnoví výchozí stav.

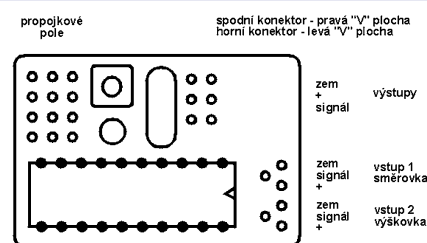
Přednastavení parametrů mixéru umožňuje jeho vyzkoušení a někdy i provoz, je ale přesto nezbytně nutné nastavit všechny parametry podle modelu a požadků uživatele. Mixer nezná žádné otáčení smyslu výchylek serv nebo cokoli podobného, dělá pouze to, co uživatel nastavil pomocí parametrů.

### Mixer K3

je určen ke sloučení funkce křidélek/vztlačkových klapek/brzd při osazení serv do křídla a řízení pouhých dvou pohyblivých klapek. Základní myšlenku lze popsat takto: Ovládání křidélek

se projeví na servech vždy stejně a nastavuje se obdobně jako u mixéru V3. U ovladače vztlačkových klapek definujeme dvě krajní polohy a mez přepnutí. Pokud je potom ovladač klapek mezi mezí přepnutí a jedním krajem, řídí plynule a citlivě polohu vztlačkových klapek, která má ale proti křidélkům menší výchylku. Při překročení nastavené meze přejedou obě serva skokem a velkou výchylkou klapek intenzivně brzdí. Samozřejmě, že v brzdné poloze jsou pak již křidélka aerodynamicky neúčinná. Jako brzdná poloha může být využita jak výchylka klapek nahoru, tak dolů. Nastavuje se:

- rozsah vstupního signálu odděleně pro křidélka a vztlačkové klapky – střed, min., max.
- rozsah pohybu serv odděleně pro pravou a levou klapku nebo společně – střed, nahoru, dolů
- rozsah pohybu křidélek (současně) – střed, nahoru, dolů
- rozsah pohybu klapek (současně) – nahoru, dolů, brzdná poloha
- plynulé nastavení míry „S“ charakteristiky pro vstup křidélek
- nouzová poloha odděleně pro obě serva nebo společně (fail safe)



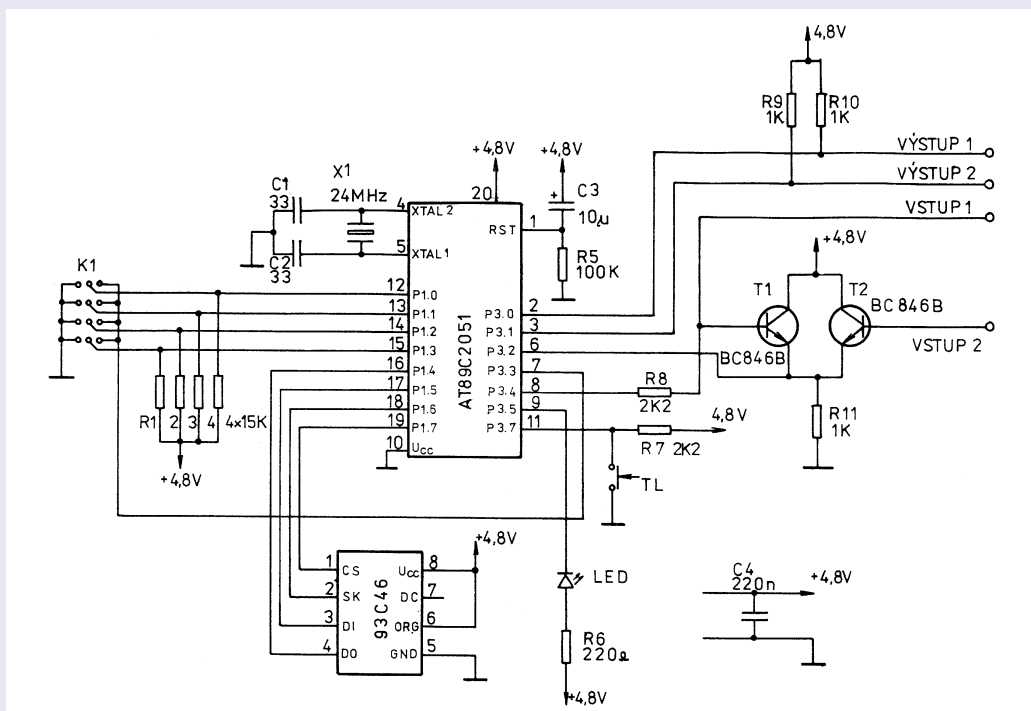
### Označení pozic propojek

A1	B1	C1
A2	B2	C2
A3	B3	C3
A4	B4	C4

### Přehled součástek

(SMD rezistory a kondenzátory ve velikosti 0805)

IO1	AT 89C2051-24PC
IO2	93C46 SMD
T1, T2	BC846B SMD
X1	krystal 24 MHz mini, základní kmitočet
R1 až R4	15k SMD
R5	100k SMD
R6	220 SMD
R7, R8	2k2 SMD
R9 až R11	1k SMD
C1, C2	33p SMD
C3	10M až 100M/6 V tantal, velikost A (!)
C4	100n SMD
LED	průměr 3, rozptylná
TL	tlačítko P-B1720
propojkové pole	kolíky z lišty S1G10 - 8 ks



- poměr mixáže plynule od 200:1 přes 1:1 až po 1:200
- obnovení přednastavených hodnot (RESET)

### Fail safe pro dva kanály

slouží k nastavení předvolených výchylek na servech při ztrátě signálu. Svou koncepcí představuje asi jedno z nejdokonalejších dostupných zařízení. Po výpadku řídicího signálu nahrazuje modul nastavitelnou dobu signál posledním platným. Poté přejedou serva do první nouzové polohy, která by měla umožnit srovnání letu. Není-li spojení obnoveno, po uplynutí druhé přednastavené doby přejedou serva do druhé nouzové polohy. Jejím úkolem je zabránit ulétnutí modelu. Prvních pět parametrů se nastavuje odděleně pro jeden a druhý vstup nebo společně, ostatní jsou vždy společné:

- rozsah vstupního signálu – střed, min., max.
- rozsah pohybu serva – střed, min., max.
- první nouzová poloha
- druhá nouzová poloha
- maximální rychlost pohybu serva
- doba aktivace první a druhé nouzové polohy (0 až 5 s a 0 až 50 s)
- koeficient průměrování – souvisí s účinností filtrace zarušeného signálu
- RESET

### Expandér X

je zcela jinou možnou aplikací popsaného modulu. Má pouze jeden vstup a řídí dvě běžná serva. Jedno z nich je vstupním signálem ovládáno plynule v nastavených mezích, druhé servo pomocné funkce umí pouze přejíždět mezi dvěma předvolenými polohami. Používá se například k ovládání plynu a podvozku nebo plynu a sytiče jedním kanálem. Rychlost a průběh pohybu pomocného serva může být na přání ovlivněn mikroprocesorem, takže lze nasimulovat třeba pomalé zata-

hování podvozku s rychlejším „doklapanutím“ v koncové poloze atp. Pomocné servo se ovládá stažením trimu při současném chodu na volnoběh nebo překročením nastavených mezí vstupního signálu (min. - trim a max. + trim). Lze nastavit:

- rozsah vstupního signálu – min + trim, max + trim, min – trim
- rozsah pohybu hlavního i pomocného serva odděleně – min, max
- poloha pomocného serva po zapnutí
- RESET

Další řada aplikací tohoto modulu byla připravena přesně podle požadavků konkrétních modelářů a jejich modelů. I když je jisté, že s postupně rostoucím podílem počítačových souprav mezi našimi modeláři se prostor pro nasazení tohoto modulu zmenšuje, stále má v blízké budoucnosti dostatek možností se uplatnit. Nebo snad někdo zná RC vysílač, který by dovolil na jedno cvaknutí přepínače zasunout či vytáhnout podvozek ovládaný dvěma servy s časovým posunem – modelovou rychlostí a s řízeným průběhem?

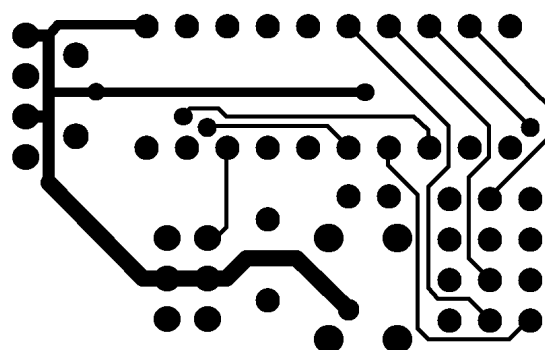
- obnovení přednastavených hodnot (RESET)

### Mixér Q

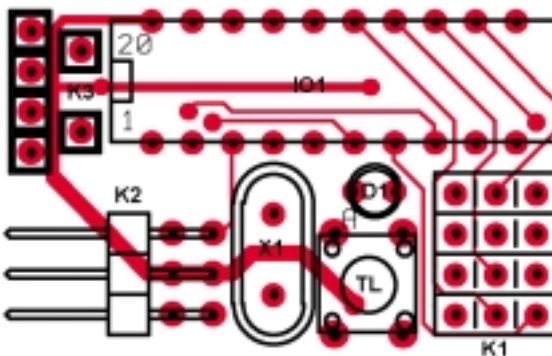
slouží ke kompenzaci reakce modelu na výchylku vztlačových klapek výškovkou. Realizuje tedy jen „jednosměrnou“ funkci mixáže  $X=kA+B$ ,  $Y=A$  tj. výchylka ovladače výškovky klapky neovlivní, ale výchylka klapky se na výškovce projeví. Signál pro servo klapky tedy nemusí nutně mixérem ani procházet (lze připojit jen servo výškovky), ale pokud jej projít mixérem necháme, bude mít doplňkové funkce (např. fail safe, „S“ charakteristika). Nastavuje se:

- rozsah vstupního signálu odděleně pro vztlačové klapky a výškovku – střed, min., max.
- rozsah pohybu serv odděleně pro pravou a levou klapku nebo společně – střed, nahoru, dolů
- rozsah pohybu výškovky – střed, nahoru, dolů
- rozsah pohybu klapky – nahoru, dolů, brzdná poloha
- plynulé nastavení míry „S“ charakteristiky pro vstup výškovky
- nouzová poloha odděleně pro obě serva nebo společně (fail safe)

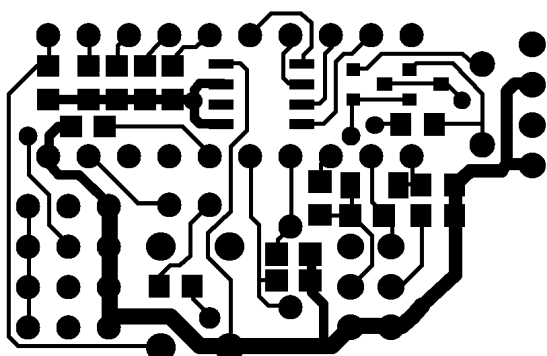
Deska plošného spoje ze strany klasických součástek 2:1



Deska plošného spoje ze strany klasických součástek, pokladák 2:1



Deska plošného spoje ze strany SMD 2:1



Deska plošného spoje ze strany SMD, pokladák 2:1

