

STEREOFONNÍ TELEVIZNÍ MODULÁTOR PRO VHF PÁSMO

Televizní modulátor slouží pro vysokofrekvenční modulaci videosignálu a stereofonního zvukového doprovodu v rozsahu VHF pásma. Modulátor obsahuje vnitřní generátor testovacího obrazce pro správné naladění. Aby bylo možné přenášet stereofonní zvukový doprovod je modulátor doplněn obvodem pomocné nosné vlny (pilotní frekvence).

Základní technické parametry

Napájecí napětí:	11,5 až 13,0 V.
Proudový odběr:	156 mA.
Frekvenční rozsah oscilátoru:	136,25 až 255,25 MHz.
Zvukové nosné:	5,5 a 5,74 MHz.
Vstupní napětí videosignálu:	1 V _{šš} .
Vstupní napětí audiosignálů:	0,5 V _{rms} .
Frekvence pomocné nosné vlny (pilotního signálu):	54,68 kHz.
Frekvence modulace pomocné nosné vlny:	117,48 Hz (stereo).

Soustava se dvěma nosnými frekvencemi zvuku [1]

U normy B, G je vedlejší druhá nosná frekvence nad první hlavní nosnou frekvencí (5,5 Mhz) a je 5,7421875 Mhz jako 367,5 násobek řádkové frekvence. Druhý zvuk se vysílá z důvodu potlačení interferencí s výkonem menším o 7 dB (5krát) než výkon prvního zvuku a tento zvuk má výkon o 13 dB (tj. dvacetkrát) menší než je výkon obrazu.

Dvě nosné frekvence zvuku (hlavní a vedlejší) se používají pro dvojjazyčné vysílání (DUO) nebo pro stereofonní přenos (STEREO). Způsob televizního stereofonního vysílání se dvěma nosnými frekvencemi zvuku není stejný jako u rozhlasu VKV, kde se hlavní nosná vlna moduluje signálem (L+R) a vedlejší nosná vlna signálem (L-R).

V televizním vysílání se z důvodů slučitelnosti příjmu monofonními televizory moduluje hlavní nosná vlna signálem (L+R)/2 a vedlejší nosná vlna signálem R. Je tomu tak z důvodu stejného uplatňování korelovaného šumu (vznikající současným přenosem obrazového signálu) v obou zvukových kanálech. Maximální frekvenční zdvih je pro oba zvuky stejný, a to ± 30 kHz s preemfází 50 μ s.

Pro rozlišení, zda se vysílá zvuk mono, zvuk stereo nebo dvojí zvuk, slouží pomocná nosná vlna o frekvenci 54,6875 kHz, jakožto 3,5 násobek řádkové frekvence. Moduluje však pomocnou nosnou vlnu zvuku jen zdvihem $\pm 2,5$ kHz, tj. menším než u zvukových modulací ± 30 kHz maximálně. Proto je tato neakustická vysoká frekvence obsažena uvnitř obou postranních modulačních pásem druhé nosné vlny zvuku. Pilotní frekvence je sama modulována amplitudově s hloubkou modulace 50% a modulační frekvence určuje jeden ze tří druhů provozu dvou zvuků.

Není-li modulována vůbec, přísluší to provozu mono. Je-li amplitudově modulována frekvencí 117,4812 Hz je vysílání stereofonní. Při modulační frekvenci 274,1228 jde o dvojjazyčný signál.

Popis zapojení

Zapojení modulátoru je rozvrženo na dvou plošných spojích, aby bylo možné použít modulátor jak pro stereofonní, tak v zjednodušené verzi (bez generátoru pilotního frekvence) pro monofonní provoz. V zapojení je použit již osvědčený modulátor TDA 8722 firmy Philips [5].

Schéma zapojení je rozděleno do dvou částí. TVMST ukazuje zapojení obvodu IO1, oscilátoru vedlejší druhé nosné zvuku a napájecích obvodů. TVMSTA ukazuje zapojení obvodu pomocné nosné vlny (pilotní frekvence) a audio zesilovačů.

Popis zapojení TVMST

Na schématu TVMST je zapojení obvodu modulátoru IO1. Napájení modulátoru je realizováno po vysokofrekvenčním vedení. Videosignál je přiváděn přes odporový dělič R18 až R20 a kondenzátor C20 na vstup IO1. Audiosignál je veden přes obvod preemfáze na vstup IO1. Cívka L2 s kondenzátorem C19 a odporem R17 je zapojena v obvodu oscilátoru zvuku. Cívka L2 má 50 závitů (5 x 10 závitů) smaltovaného vodiče \varnothing 0,1 mm na kostřičce MT263. Oscilátor obvodu fázového závěsu tvoří součástky L3, kondenzátory C22, C23 a varikap D3. Cívka L3 je vzduchová a má 6,5 závitů smaltovaného vodiče \varnothing 0,6 mm \varnothing 2 mm. Přeladitelnost oscilátoru zapojeného na plošném spoji je 136 až 255 MHz. Přes vstupy SDA a SCL se programuje frekvence oscilátoru a režim obvodu IO1. Integrovaný obvod IO1 můžeme nastavit do 8 pracovních režimů. Z hlediska funkce jsou zajímavé první tři.

Režim	Funkce
0	normální funkce
1	testovací obrazec (dva svislé bílé pruhy)
2	oscilátor nosné obrazu vypnut
3	nosná obrazu bez modulace
4	na portu P0 f ref
5	řízení fázového závěsu vypnuto
6	na portu P0 f DIV
7	videosignál přemostěn přímo na výstup

Režim 0 normální stav, nastavuje se automaticky po zapnutí napájení. Režim 1 způsobí generování testovacího obrazce v podobě dvou svislých vodorovných pruhů. Tento obrazec se používá při hledání televizního kanálu na televizoru. Režim 2 se používá pro vypnutí oscilátoru.

Pro napájení mikrokontroléru, eeprom a obvodu TDA 8722 pětí volty je použito stabilizace napětí stabilizátorem IO5. Pro napájení varikapu je potřebný rozsah napětí asi do 33 V. Napětí získáme usměrněním napěťových štiček na cívce L4 a stabilizací stabilizátorem IO2. Do EEPROM IO3 se ukládají sice pouze dva byte, ale musí zde být aby se při přerušení napájecího napětí nemusel znovu nastavovat požadovaný kanál. Pro mikrokontrolér byla zvolena pracovní frekvence 32,768 kHz která současně slouží jako zdroj střídavého napětí pro měnič s tranzistory T3 a T4. Tlačítka S1 až S5 nastavujeme požadovaný televizní kanál, jemně doladíme frekvenci a nastavujeme režim.

Tlačítko	Funkce
S1	Nastavení módu
S2	Jemné doladění -1 Mhz
S3	Jemné doladění +1 Mhz
S4	Ladění - kanál (-8 Mhz)
S5	Ladění + kanál (+8 Mhz)

Při prvním zapojení modulátoru se nastaví kanál s frekvencí 151,25 Mhz, mód 0 a jemné doladění na 0 MHz. Jemné doladění lze provést v rozsahu 0 až -7 MHz. Tedy vždy k nižší frekvenci po 1 MHz max. o 7 MHz. Kanály lze nastavit v rozsahu 136,25 až 255,25 Mhz. Čítač kanálu nepřetéká. Stiskávejte-li tlačítko S2 dostanete se ke kanálu 21, při dalším stiskávání tlačítka se již nic nestane. Totéž o přetékání platí i pro tlačítka S3 až S5. Nastavení kanálu a jemné doladění frekvence je průběžně s každým stisknutím tlačítka ukládáno do paměti EEPROM. S každým stisknutím tlačítka jsou též vyslána přes porty PA0 a PA3 data do externího zobrazovače.

Pro zobrazení lze použít zobrazovač publikovaný v [2] systém přenosu dat je stejný. Na zobrazovačích LD1 a LD2 je zobrazeno číslo nastaveného kanálu (frekvenci 136,25 Mhz přísluší v této konstrukci 1. kanál) a na zobrazovači LD3 je zobrazen nastavený mód. Údaje se obnovují po tisknutí libovolného tlačítka.

Popis zapojení TVMSTA

Na schématu TVMSTA je zapojení obvodu pilotní frekvence a audiozesilovačů s možností připojení dvou modulátorů. Dva sinusové oscilátory s integrovaným obvodem IO1 pracují na kmitočtech 54,68 khz a 117,48 Hz. Oba kmitočty jsou vedeny na modulátor s MOSFET tranzistorem T3 [3]. Na emitorech T4 a T5 je modulovaný pilotní signál o kmitočtu 54,68 khz s hloubkou modulace asi 50% kmitočtem 117,48 Hz. Kmitočet 117,48 Hz je odfiltrován článkem C11, R19 a C12, R18.

Audio signály R a L jsou přiváděny na konektory K2 až K5 a přes obvody preemfáze na vstupy IO3 a IO4. Z výstupů IO3 a IO4 jsou dále vedeny na součtové pasivní články. Kondenzátory C30 a C35 vyrovnávají frekvenční charakteristiku modulátoru druhé nosné zvuku. Vlivem nestejných parametrů modulátorů především nestejného fázového posuvu dochází na kmitočtech nad 10 khz k přeslechu asi -10 dB. Na konektoru K7 a K9 je signál (L+R)/2. Na konektoru K6 a K8 je signál R a pilotní frekvence.

Osazení plošného spoje TVMST a montáž do krabičky

V případě, že budeme modulátor používat pouze s monofonním zvukovým doprovodem neosazujeme součástky oscilátoru druhého zvukového doprovodu. Poslední neosazenou součástkou je kondenzátor C37. Vývod 17 IO1 zůstává blokována RC článkem C38 a R34. V případě stereofonního použití modulátoru naopak neosazujeme obvod preemfáze C18 a R16. Místo R16 použijeme odpor s nulovou hodnotou. (Obvody preemfáze obou kanálů jsou na plošném spoji TVMSTA.)

Nejprve zaletujeme SMD součástky a všechny drátové propojky kromě těch, které propojují napájení a řídicí signály mezi modulátorem a řídicími a napájecími obvody. Cívku L3 (6,5 závitů na vrtáku o průměru 2 mm) vytvoříme z kousku

Stavební návod:

smaltovaného vodiče \varnothing 0,6 mm. Cívku přiletujeme ze strany SMD součástek a mírně přihneme k plošnému spoji. Varikapům ohneme vývody těsně u pouzdra a v rovině s obvodem pouzdra odštípeme, varikapy zaletujeme těsně k plošnému spoji. Cívku L2 vyrobíme navinutím 50 závitů (5 x 10 závitů) smaltovaného vodiče \varnothing 0,1 mm na kostříčce MT263. Cívku L1 vyrobíme navinutím 35 závitů (5 x 7 závitů) smaltovaného vodiče \varnothing 0,1 mm na kostříčce MT263. Krystal X1 zaletujeme z opačné strany než SMD součástky. Dále zaletujeme odpory, kondenzátory, diody, objímky pod IO3 a IO4, krystal X2 a cívku L4. Cívky L5 a L6 zatím neosazujeme. Do krabičky vyvrtáme otvory podle obr. 1. Do otvorů zašroubujeme konektory SCJ-0363 a konektor KFZ. Plošný spoj vložíme do krabičky a zaletujeme po obvodě ke krabičce. Plošný spoj propojíme s konektory SCJ-0363 a KFZ zbytky vývodů s odporů.

Osazení plošného spoje TVMSTA a montáž do krabičky

K plošnému spoji pomocné nosné vlny a audio zesilovačů lze připojit dva modulátory. Pokud potřebujeme pouze jeden modulátor nemusíme osazovat součástky kolem IO3 nebo IO4.

Součástky osazujeme od nejnižších postupně k vyšším. Nezapomeneme zaletovat dvě drátové propojky. Do krabičky vyvrtáme otvory podle obr. 2. Menšími otvory o průměru 3,5 mm protáhneme koaxiální kablíky délky asi 15 cm. Stínění kablíků přiletujeme ke stěně uvnitř krabičky. Živé vodiče jednotlivých kablíků přiletujeme k bodům s označením K6A, K7A, K8A, K9A a +12V. Na opačnou stranu kablíků přiletujeme konektory SCP2011. Do ostatních otvorů zašroubujeme konektory SCJ-0363. Plošný spoj vložíme do krabičky a zaletujeme po obvodě ke krabičce. Plošný spoj propojíme s konektory SCJ-0363 zbytky vývodů s odporů.

Oživení plošného spoje TVMST

Do objímky vložíme naprogramovaný mikrokontrolér PIC a připojíme napájecí napětí +12 V na vstup stabilizátoru IO5. Proudový odběr by se měl pohybovat kolem 70-80 mA. Zkontrolujeme napětí +5 V na výstupu stabilizátoru IO5 a napětí +32,7 až 32,8 V na kondenzátoru C34. Je-li vše v pořádku odpojíme napájení, zapojíme propojky které propojují napájení a řídicí signály mezi modulátorem a řídicími a napájecími obvody a vložíme do objímky paměť IO3. Konektor K4 propojíme s konektorem pro vstup televizního signálu u televizoru. Televizor naladíme na příjem frekvence 151 Mhz.

Do video vstupu připojíme zdroj videosignálu. Připojíme napájecí napětí +12 V. Proudový odběr by měl být asi 95-105 mA. Pokud jsme pracovali pečlivě se správnými součástky bez zkratů a studených spojů máme na připojeném televizoru obraz. Kmitočet oscilátoru s cívkou L2 (pin 2 nebo 3 IO1) změříme čítačem a seřídíme oscilátor otočením jádra cívky L2 na 5,5 Mhz. Kmitočet oscilátoru s cívkou L1 (měřeno na odporu R33) nastavíme otočením jádra cívky L1 na 5,74 Mhz. Na krabičku nasadíme obě víčka (bez víček může docházet ke zpětné vazbě a obraz nemusí být ostrý). Tlačítka S1 až S5 můžeme změnit kanál, jemně doladit frekvenci kanálu a změnit režim.

Vypneme napájecí napětí.

Oživení plošného spoje TVMSTA

Na vstup stabilizátoru IO2 přivedeme napájecí napětí o velikosti +12 V. Proudový odběr by se měl pohybovat kolem 50-60 mA. Zkontrolujeme napětí +9 V na výstupu stabilizátoru IO2. Trimrem P1 nastavíme kmitočet oscilátoru s IO1B na 54,68 khz, trimrem P2 kmitočet oscilátoru s IO1A na kmitočet 117,48 Hz (stereofonní vysílání). Pokud budeme modulátor používat pro vysílání s duálním (dvojjazyčným) doprovodem je potřebné nastavit kmitočet na 274,12 Hz. V tomto případě je nutné zvýšit kapacitu kondenzátoru C5. Na odporu R18 nebo R19 můžeme osciloskopem zkontrolovat hloubku modulace pilotního frekvence.

Kompletování TVMST a TVMSTA

Signál z konektorů K1, K6 a K7 nebo K8 a K9 plošného spoje TVMST vedeme na konektory K5, K3 a K1 plošného spoje TVMSTA. Do plošného spoje TVMST přiletujeme tlumivky L5 a L6. Krabičky k sobě přiletujeme za kraje víček.

Závěrem

Televizní modulátor je určen pro lokální televizní síť. Proto byl rozsah frekvence upraven na oblast okolo III. TV pásma. V tomto pásmu jednak vysílá méně vysílačů a jednak mají rozvody v tomto pásmu menší útlumy.

Konstrukce lze použít i pro IV. a V. TV pásmo. Oscilátor obrazové nosné musíme postavit podle [4]. Místo mikrokontroléru PIC S226 použijeme mikrokontrolér PIC S210. Bohužel jsem nenašel žádnou náhradu za varikapy KB109 proto přeji mnoho příjemných zážitků při shánění (Hadex, Tipa, Compo apod.).

Děkuji též Ing. Miloši Munzarovi za poskytnutí zapojení sinus oscilátoru, oscilátoru druhé nosné zvuku a pomoc při seřizování modulátoru.

Stavební návod:

Seznam součástek modulátoru

SMD součástky

3	C1,C17,C29	CTS 4M7/16V
1	C9	CTS 10M/6,3V
1	C19	56 pF 1206
1	C3	33 pF 1206
1	C20	100 nF 1206
1	C21	27 pF 1206
3	C24,C25,C28	10 nF 1206
1	C26	150 nF 1206
1	C6	100 pF 1206
1	C18	220 pF 1206
1	C2	390 pF 1206
1	C4	560 pF 1206
1	C5	470 pF 1206
1	C7	150 pF 1206
1	C8	33 nF 1206
2	C22,C23	120 pF 1206
2	C27,C30	390 pF 1206
1	C37	10 pF 1206
1	C38	15 pF 1206
1	IO1	TDA 8722
1	T1	BFS 20
1	T2	BC 846A
2	R1	82 k Ω 1206
1	R17	15 k Ω 1206
1	R16	220 k Ω 1206
1	R3	680 k Ω 1206
2	R4,R5	100 k Ω 1206
1	R6	47 k Ω 1206
1	R7	68 Ω 1206
3	R8,R19,R20	470 Ω 1206
1	R9	3,3 k Ω 1206
1	R18	82 Ω 1206
3	R21,R24,R25	12 k Ω 1206
3	R22,R23,R26	22 k Ω 1206
1	R27	75 Ω 1206
2	R2,R28	1 k Ω 1206
1	R33	10 k Ω 1206
1	R34	120 k Ω 1206

Ostatní součástky

2	C14,C16	47 μ F/16 V
2	C12,C32	4,7 μ F/63 V
2	C35,C36	33 pF
1	C33	4,7 pF
2	C13,C15	47 nF
1	C10	CT 4,7 μ F/50 V
1	C34	CT 6,8 μ F/35 V
3	D1,D2,D3	KB 109
1	D4	1N 4148
1	D5	LED 3mmG
1	IO2	TL 431
1	IO3	ST 93C46
1	IO4	PIC S226 (PIC 16C54C-04/P)
1	IO5	7805
4	K1,K2,K3,K5	SCJ-0363
1	K4	KFZ

Stavební návod:

1	L1	12 μ H 35 závitů (5 x 10 závitů) smaltovaného vodiče \varnothing 0,1 mm na kostřičce MT 263
1	L2	15 μ H 50 závitů (5 x 10 závitů) smaltovaného vodiče \varnothing 0,1 mm na kostřičce MT 263
1	L3	6,5 závitů \varnothing 0,6 mm vzduchová cívka na průměru 2 mm
1	L4	TL 1000 μ H
2	L5,L6	TL 33 μ H
1	R10	10 k Ω
1	R11	820 Ω
2	R12,R32	680 Ω
1	R13	8,2 k Ω
1	R14	820 k Ω
1	R15	33 Ω
1	R29	100 Ω
1	R30	RR 8x22 k Ω
1	R31	22 k Ω
5	S1,S2,S3,S4,S5	P-B1720D
1	T3	BUZ 10
1	T4	BC 550C hFE>500
1	X1	4 MHz
1	X2	32,768 kHz
1	H1	SOKL 18
1	H2	SOKL 8
1	SK1	U-AH102
1	PS1	plošný spoj TVMST S226

Seznam součástek generátoru pilotního signálu

1	C1	CF2 6,8 nF
2	C2,C6	18 pF
1	C3	820 pF
10	C4,C8,C26,C27,C31,C32,C36,C37,C38,C39	10 μ F/16 V
1	C5	CF1 1000 nF
2	C7,C15	33 nF
2	C11,C12	6,8 nF
1	C9	220 μ F/16 V
5	C10,C18,C20,C22,C24	47 μ F/16 V
4	C13,C14,C16,C17	4,7 μ F/16 V
4	C19,C21,C23,C25	220 pF
4	C28,C29,C33,C34	1 μ F/50 V
2	C30,C35	1 nF
4	C36,C37,C38,C39	10 μ F/16 V
2	D1,D2	BAT 43
3	IO1,IO3,IO4	TL 072
1	IO2	78L09
5	K1,K6,K7,K8,K9	SCP-2011
4	K2,K3,K4,K5	SCJ-0363
1	P1	PT6VK005 (5k)
1	P2	PT6VK100 (100k)
1	R12	100 k Ω
5	R2,R42,R43,R50,R51	22 k Ω
3	R3,R6,R7	330 k Ω
2	R4,R8	1 k Ω
7	R5,R13,R15,R20,R24,R28,R32	220 k Ω
4	R9,R10,R37,R45	1,5 k Ω
1	R11	10 k Ω
1	R14	270 Ω
3	R1,R16,R17	470 Ω
2	R18,R19	2,2 k Ω

Stavební návod:

4	R21,R25,R29,R33	12 k Ω
4	R22,R26,R30,R34	3,3 k Ω
4	R23,R27,R31,R35	180 k Ω
2	R36,R44	6,04 k Ω
4	R38,R39,R46,R47	33 k Ω
4	R40,R41,R48,R49	390 k Ω
4	T1,T2,T4,T5	BC 548C
1	T3	BF 245
1	SK1	U-AH102
1	PS1	plošný spoj TVMSTA S226A

Literatura

- [1] Ing. Vladimír Vít: Televizní technika.
- [2] Stanislav Kubín: Odčítací hodiny pro konec roku 1999 a 2000 řízené DCF77. PE 10/1999.
- [3] Ing. Petr Jeníček: <http://www.fw.cz/pjenicek/radio/vfgen/oddel1.html>.
- [4] Stanislav Kubín: Víceúčelový televizní modulátor. PE 7/2000.
- [5] Katalogové listy TDA 8722 Philips Semiconductors.

Stavební návod:

Schéma zapojení TVMST

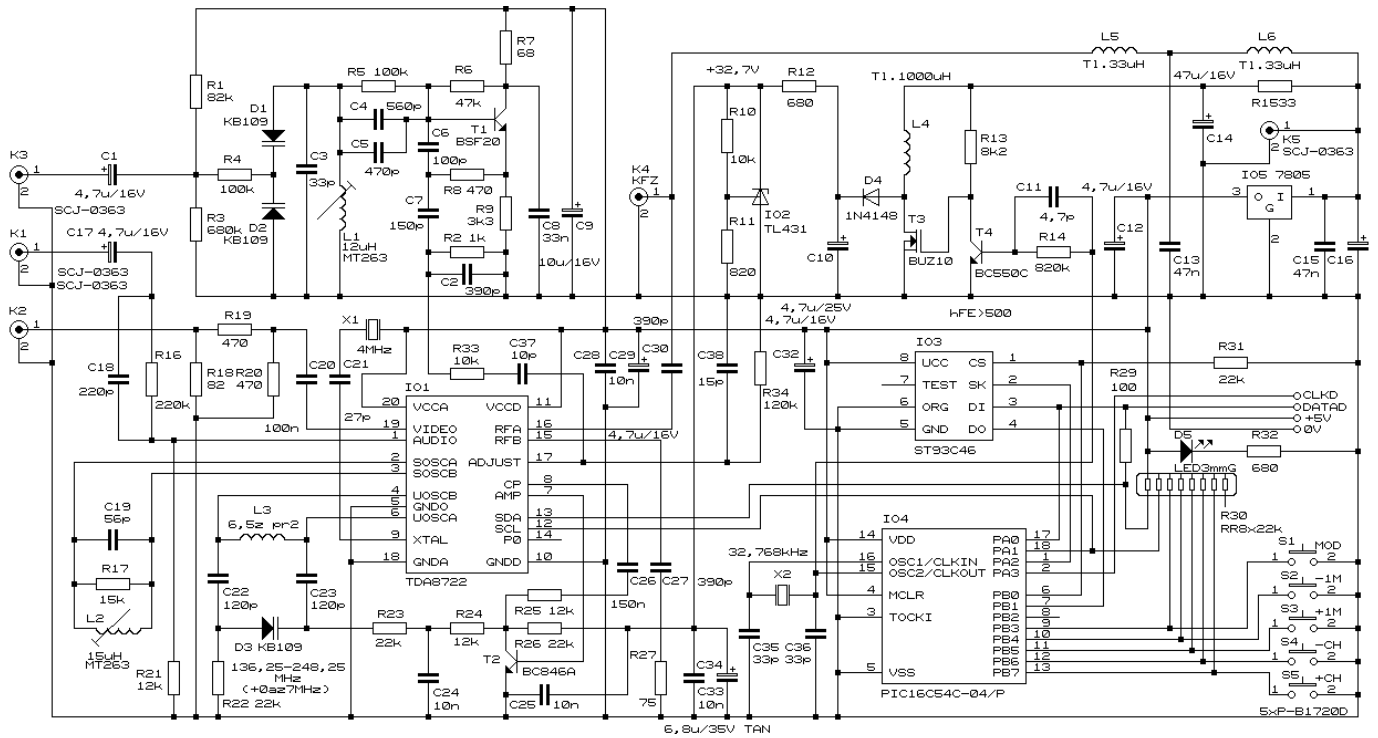
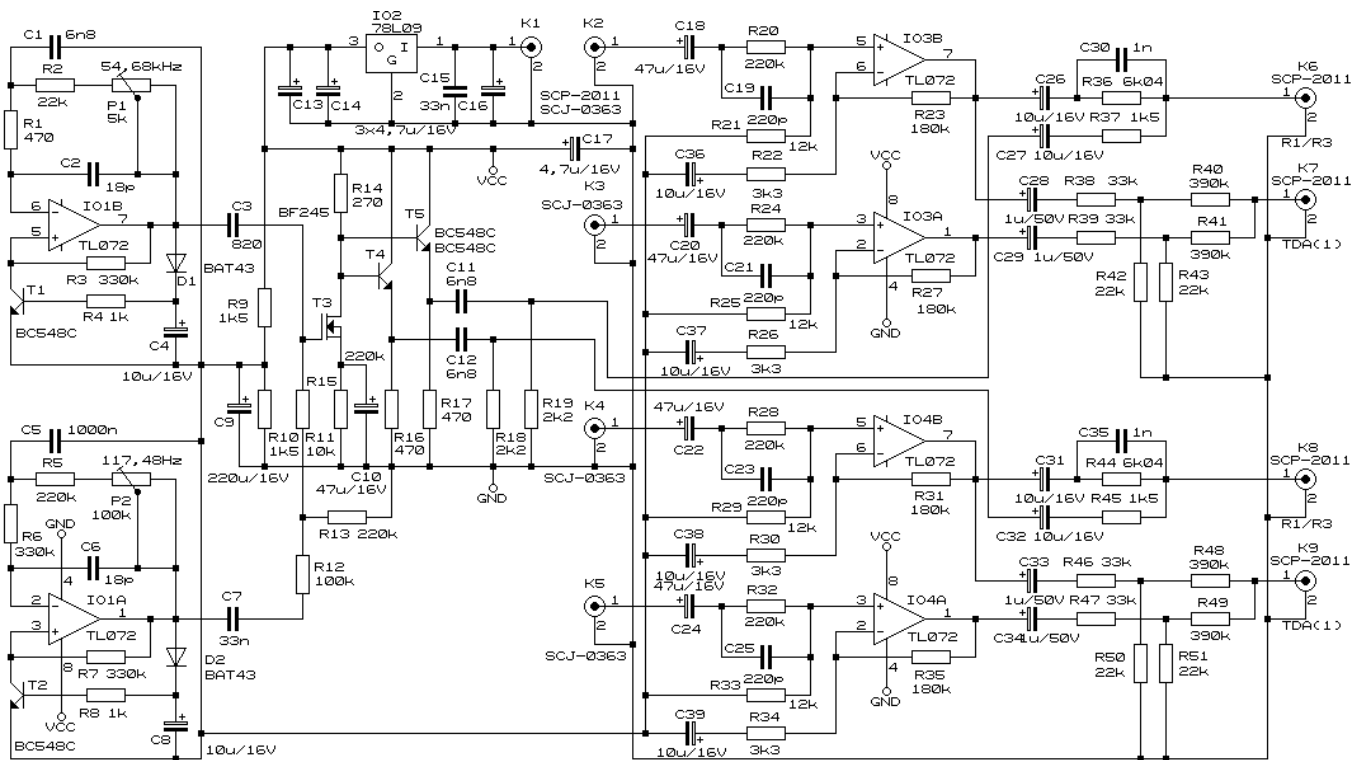
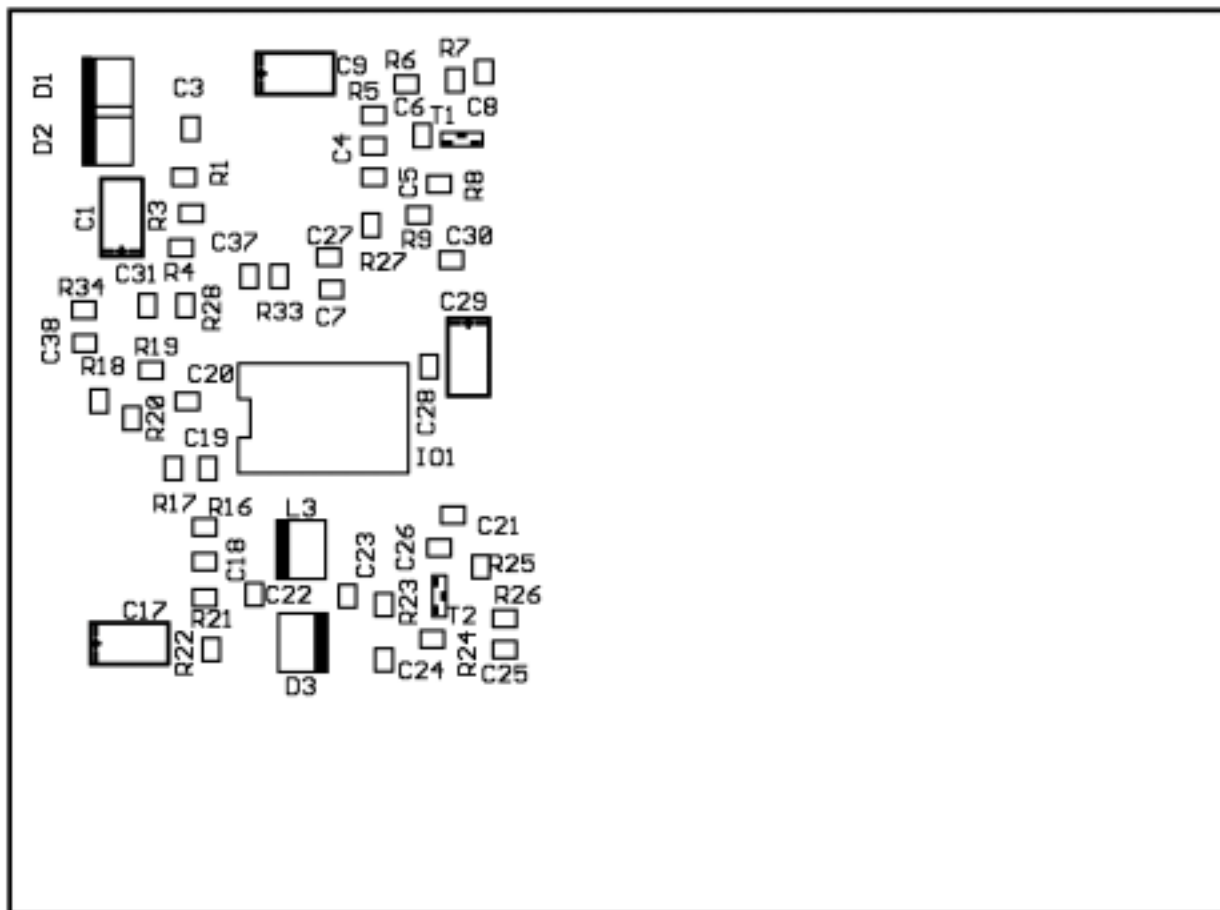


Schéma zapojení TVMSTA

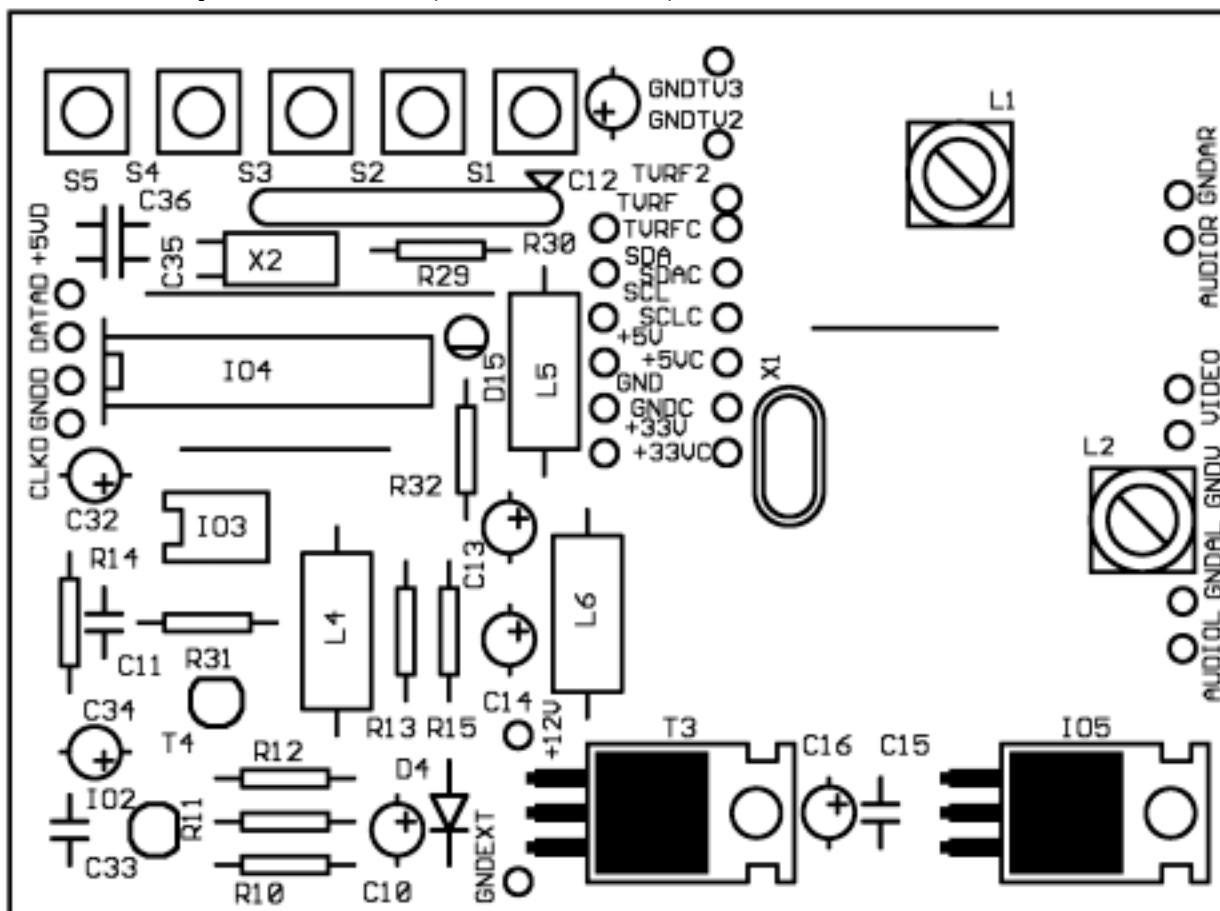


Stavební návod:

Osazovací plánec TVMST (není v měřítku 1:1)

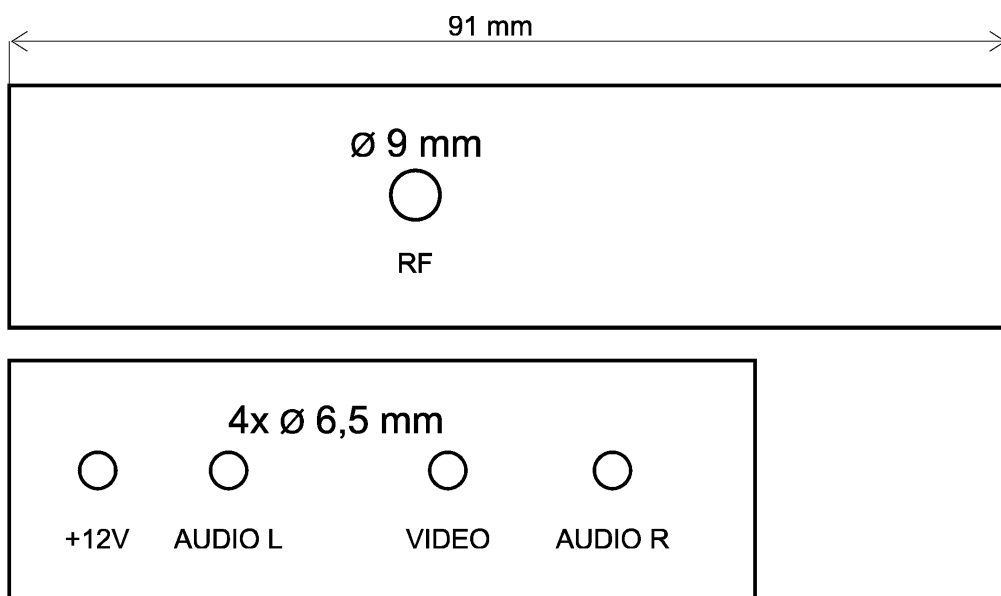


Osazovací plánec TVMSTA (není v měřítku 1:1)



Stavební návod:

Obr.1 (není v měřítku 1:1)



Obr. 2 (není v měřítku 1:1)

