

Lavinový „pípák“

K rychlému nalezení člověka zasypaného lavinou nosí s sebou horelezci a skialpinisté stále častěji malé krabičky, které obsahují vysokofrekvenční oscilátor. Ty jim pak mohou zachránit život, pokud jejich kamarádi nebo záchranáři jsou vybaveni přijímačem těchto signálů.

V Evropě pracují tyto vysílače a přijímače na kmitočtu okolo 460 kHz. Jedná se o mezifrekvenční kmitočet přijímačů amplitudově modulovaných signálů DV, SV a KV, pro který jsou na trhu k dispozici keramické filtry. Vzhledem k malému výkonu a tím i malému dosahu nemohou být tyto vysílače v neobydlených horských oblastech vážnějším zdrojem rušení.

Vzhledem k neúměrně vysoké ceně těchto zařízení (tisíce Kč) se domnívám, že jejich amatérská stavba má své opodstatnění. Díky použití keramických filtrů není oživení a nastavení vysílače ani přijímače příliš složité a pro zkušenější radioamatéry by nemělo být problémem.

Bohužel nejsou na našem trhu nové feritové antény, u kterých by byly zaručovány jejich parametry a ke kterým by bylo pro potřebný rezonanční kmitočet možné předepsat počet závitů a zvolit vhodný kondenzátor.

Zájemci budou muset použít feritové antény ze starých rozhlasových přijímačů, kterých je ve výprodejích velké množství. Většinou jsou k dispozici i s cívkami, ke kterým stačí přidat vhodný kondenzátor nebo kapacitní trimr.

Stavba popisovaného přístroje se neobejde bez vybavení měřicím zařízením (rozmláčečem nebo vř generátorem a osciloskopem) a bez určitých zkušeností.

Vysílač

Popis funkce

Stabilita vysílaného signálu je zajištěna keramickým rezonátorem, který se v oscilátoru chová jako velmi jakostní paralelní rezonanční obvod nalaďný na nosný kmitočet 455 kHz.

Nosný kmitočet je amplitudově modulován (klíčován) kmitočtem 2 až 3 kHz, pro který je citlivost lidského sluchu maximální.

Aby se zlepšila rozpoznatelnost vysílaného signálu a zmenšila spotřeba vysílače, je amplitudově modulovaný

nosný kmitočet ještě jednou klíčován kmitočtem 2 Hz.

Schéma vysílače je na obr. 11.

Jako aktivní prvek jsem ve vysílači použil obvod CMOS typu 40106 (IO1) se šestinásobným Schmittovým invertorem.

Vř signál nosné vlny o kmitočtu 455 kHz je generován oscilátorem s invertorem IO1f. Oscilátor kmitá trvale, protože pokud by byl modulačním kmitočtem zapínán a vypínán, zhoršovalo by to stabilitu vysílaného kmitočtu. Keramický rezonátor F je připojen mezi vstup a výstup invertoru přes kondenzátory C3 a C4. Stejnsměrný pracovní bod invertoru je nastaven rezistorem R4. Kolísání vysílaného kmitočtu je vzhledem k šířce pásma zanedbatelné.

Signál s modulačním kmitočtem 2 až 3 kHz je generován multivibrátorem s invertorem IO1e. Kmitočet určují součástky R3 a C2.

Modulační signál je přerušován klíčovacím signálem o kmitočtu 2 Hz, který je generován multivibrátorem s invertorem IO1d. Kmitočet určují součástky R1 a C1.

Vř signál z oscilátoru je modulován v obvodu logického součtu se součástkami D2, D3 a R2.

Zbývající tři invertory IO1a až IO1c jsou využity jako výkonový zesilovač modulovaného a přerušovaného vř signálu. Invertory jsou zapojena paralelně, aby se dosáhlo co nejmenšího výstupního odporu zesilovače.

Výstup hradel IO1a až IO1c je připojen na sériový rezonanční obvod tvořený kondenzátorem C5 a cívkou L1, který je nalaďen na vysílaný kmitočet 455 kHz kondenzátorem C7. Kondenzátor C7 může být pevný nebo trimr, jeho kapacita by měla být asi jedna desetina kapacity kondenzátoru C5. Sériový rezonanční obvod musí být buzen z nízké impedance (z výstupu hradel), aby jeho jakost byla maximální. Přesnost nalaďení rezonančního obvodu určuje vysílaný výkon a tím i dosah vysílače.

Rezananční kmitočet vypočítáme z Thomsonova vzorce:

$$f_{\text{rez}} = 1/[2 \cdot \pi \cdot \sqrt{(L1 \cdot C5)}] \quad [\text{Hz}; \text{H}, \text{F}].$$

Rezanančnímu kmitočtu 455 kHz odpovídá indukčnost řádu stovek μH (má ji cívka zhotovená navinutím 70 až 100 závitů měděného lakovaného

drátu o průměru zhruba 0,2 mm na feritovou tyčku o průměru 8 až 10 mm) a kapacita řádu stovek pF.

Např. pro kapacitu $C5 = 330 \text{ pF}$ vychází indukčnost $L1 = 371 \mu\text{H}$. Čím větší je poměr L/C , tím větší je jakost obvodu, nejlepší výsledky dosáhneme při kapacitě $C5 = 200$ až 300 pF .

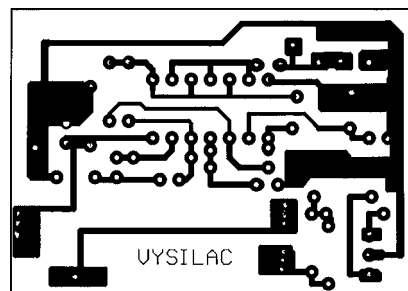
Přesněji to bohužel specifikovat nelze, feritové materiály se mohou lišit, je to nutné vyzkoušet. Znamená to navinout na feritovou tyčku cívku a měnit kapacitu kondenzátoru $C5$ tak, aby napětí na cívce bylo co největší.

Při napájení vysílače napětím 9 V a dobrém nalaďení rezonančního obvodu se může na cívce nakmitat napětí 100 až 200 V.

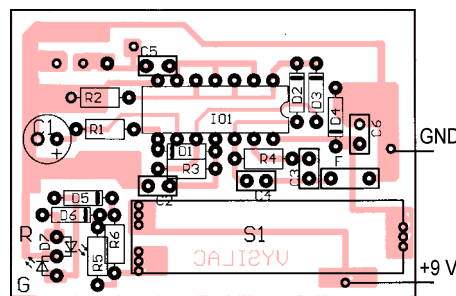
Feritová anténa je však směrová. Nahradiť feritovou anténu třemi vzájemně kolmými cívkami napájenými z jednotlivých hradel se příliš neosvědčilo.

Místo feritové antény můžeme použít i všesměrovou náhražkovou anténu - asi 15 až 30 cm dlouhý drát připojený za kondenzátor $C5$. Vzhledem k nedefinovatelné poloze antény vůči lidskému tělu nemá smysl uvažovat o jejím přizpůsobení. Pokud by taková anténa byla volně ve vzduchu, bylo by možné ji přizpůsobit sériovou cívkou a tím zlepšit její účinnost.

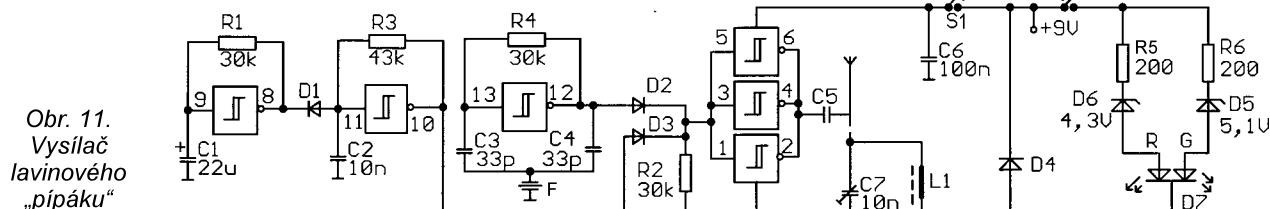
Vysílač je napájen napětím 9 V z destičkové baterie. Napájení se zapíná třipolohovým posuvným přepínačem.



Obr. 12. Obrazec spojů vysílače lavinového „pípáku“ (měř.: 1 : 1)



Obr. 13. Rozmístění součástek na desce vysílače lavinového „pípáku“



Obr. 11. Vysílač lavinového „pípáku“

čem S1. Dioda D4 chrání vysílač při přepólování baterie.

Ve třetí poloze přepínače S1, ve které jsou sepnuty oba dílčí spínače, se testuje baterie. Při plném napětí baterie svítí dvoubarevná LED (D7) oranžově, při zmenšeném napětí červeně a při vybité baterii nesvítí vůbec. Vysílač však pracuje spolehlivě i při napájecím napětí okolo 3 V (stabilita a přesnost vysílaného kmitočtu zůstává zachována), pouze vysílaný výkon je menší.

Konstrukce

Vysílač je zkonstruován s běžnými miniaturními vývodovými součástkami. Všechny součástky včetně přepínače a LED jsou připájeny na jedné desce s jednostrannými plošnými spoji.

Obrazec spojů je na obr. 12, rozmístění součástek na desce je na obr. 13.

Vysílač je vestavěn v krabičce U-KM22, ve které je místo i pro destičkovou baterii 9 V.

Seznam součástek

(vysílač)

R1, R2, R4	30 k Ω , miniaturní 0204
R3	43 k Ω , miniaturní 0204
R5, R6	200 Ω , miniaturní 0204
C1	22 μ F/16 V, radiální
C2	10 nF, keramický
C3, C4	33 pF, keramický
C5	viz text
C6	100 nF, keramický
C7	viz text
F	CSB 455 kHz
D1 až D3	1N4148
D4	1N4007

D5	BZX83V005.1
D6	BZX83V004.3
D7	dvoubarevná LED (červená + zelená se třemi vývody)
IO1	40106
S1	P-B14058, posuvný přepínač

deska s plošnými spoji č. VYSILAC

Přijímač

Popis funkce

Schéma přijímače je na obr. 14.

Základem v části přijímače je integrovaný obvod TDA1572 (IO1), který je určen pro superhety AM.

Obvod TDA1572 obsahuje v předzesilovači se vstupem na vývodu 16 IO1, oscilátor s vývody 14 a 13 IO1, směšovač s výstupem na vývodu 1 IO1, mF zesilovač se vstupem na vývodu 3 IO1, obvod regulace zisku s výstupem na vývodu 7 IO1 a vnitřní stabilizátor napětí s napájecím vstupem na vývodu 15 IO1. Aplikační a testovací zapojení obvodu TDA1572, ze kterého je vidět i jeho blokové schéma, je na obr. 15.

Rozsah napájecího napětí obvodu TDA1572 udává výrobce 7,5 až 15 V, zisk 98 dB. Citlivost je 1,5 μ V pro odstup s/š 6 dB, vstupní odpor v předzesilovači je 8 k Ω . Rozsah regulace AVC je 86 dB. Napájecí proud obvodu je udáván 15 až 30 mA. Podrobnější informace lze nalézt na Internetových stránkách firmy Philips Semiconductors.

Při zkoušení obvodu TDA1572 mě příjemně překvapilo, že funguje již při napájecím napětí 5 V (a větším) a že

napájení z 9 V baterie je bez problémů. Jiný vhodný obvod na trhu totiž není. Obvod TCA440 (A244), u kterého výrobce zaručuje funkci již od napájecího napětí 4,5 V, již není perspektivní a je možné jej obstarat jen jako doprodej.

Přijímač pro lavinový „pípák“ je přímozesilující, a proto obvod oscilátoru není zapojen.

Přijímač obsahuje feritovou anténu, která zajišťuje potřebnou směrovost příjmu. Rezonanční obvod s cívkou L1 a kondenzátorem C23 je pevně naladěn na kmitočet 455 kHz a hodnoty součástek L1 a C23 se počítají stejně jako u vysílače.

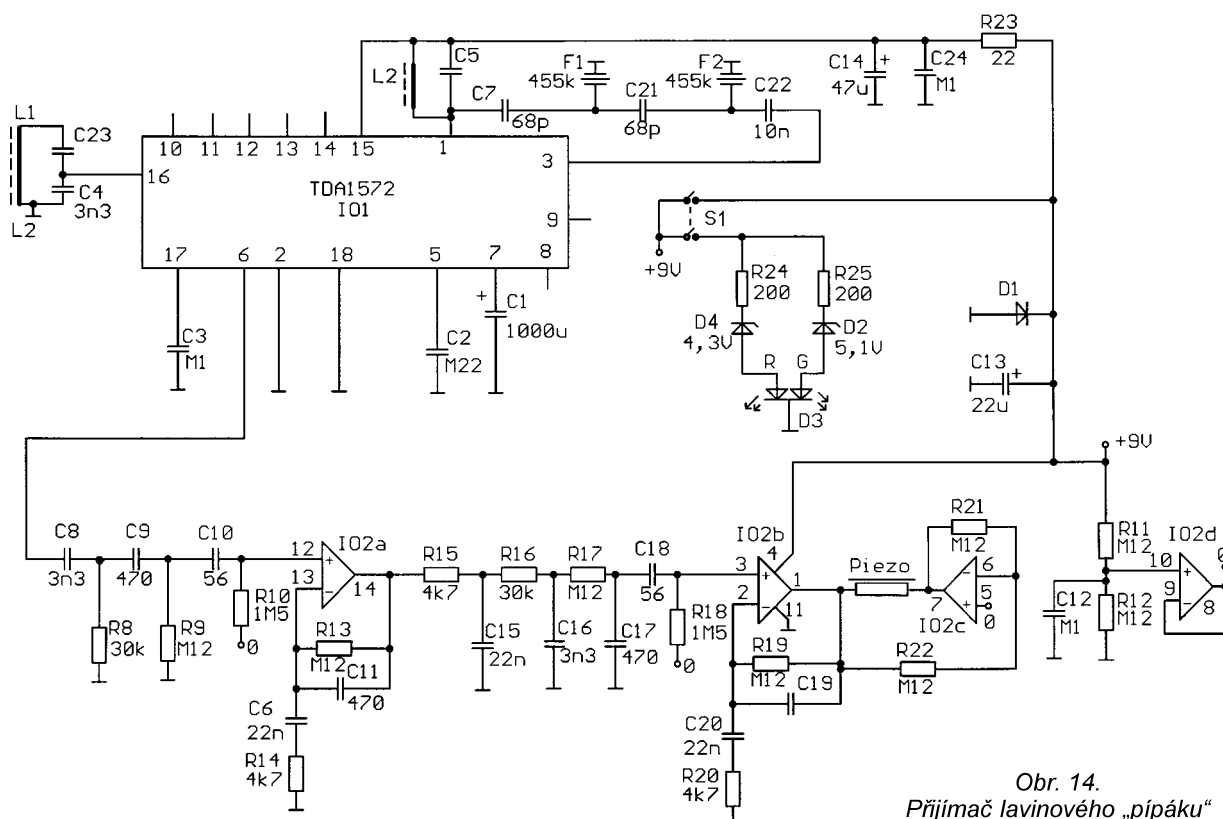
Přesné doladění rezonančního obvodu není potřebné, jeho selektivita není příliš velká. Jedná se o paralelní rezonanční obvod, který musí být zatížen co možná největší impedancí, aby zbytečně neklesala jeho jakost.

Protože vstup přijímače má malou impedanci, musí být k rezonančnímu obvodu impedančně přizpůsoben. To lze provést několika způsoby:

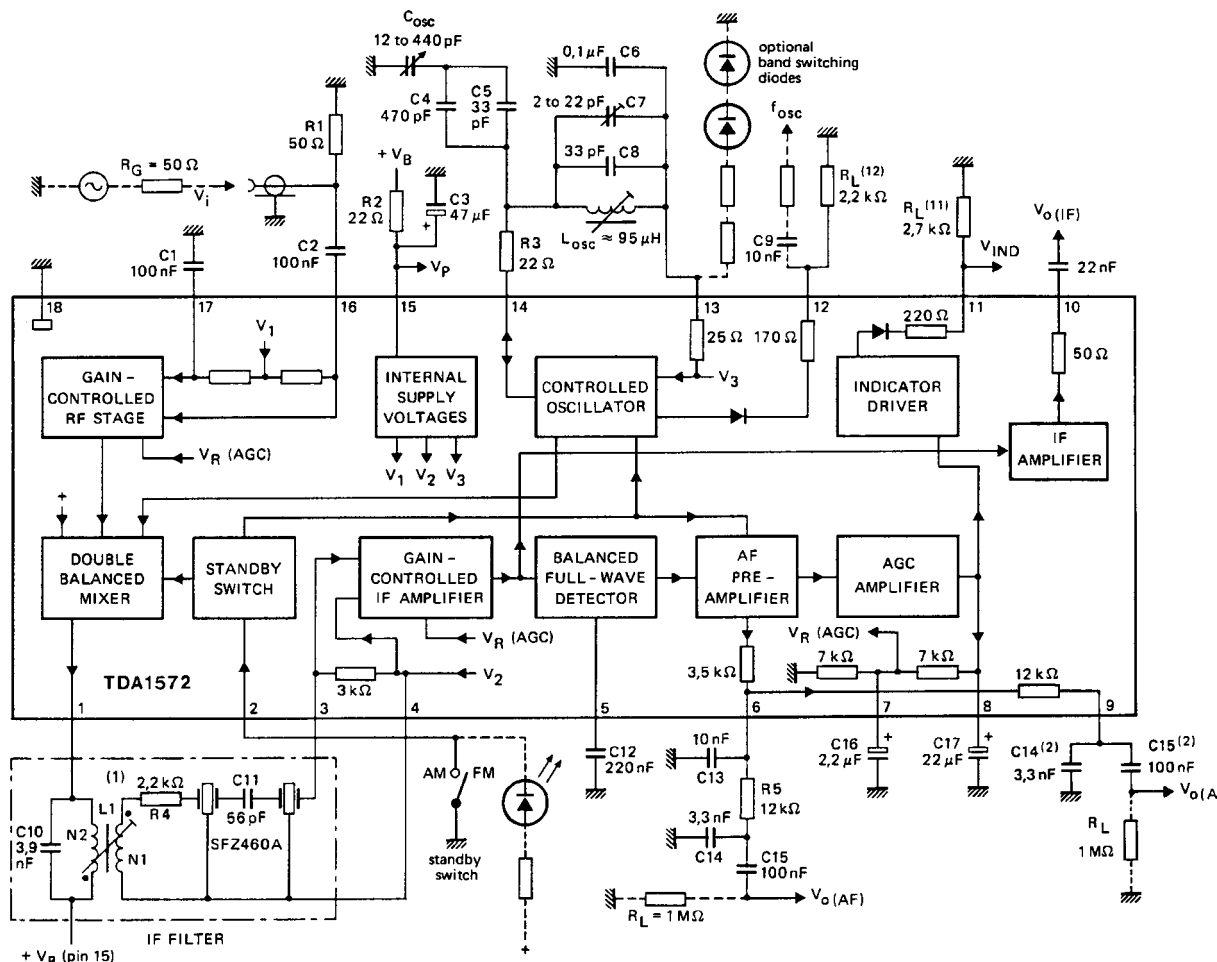
1) Vazební cívku, která je navinuta společně s cívkou L1 na feritové tyčce a která má oproti ní asi desetinu závitů. Vazební cívka se připojí přes oddělovací kondenzátor o kapacitě např. 100 nF na vývod 16 IO1. Druhý konec vazební cívky se uzemní.

2) Odbočkou cívky L1, která je umístěna v jedné desetině počtu závitů cívky L1 od zemního konce. Odbočka se připojí přes oddělovací kondenzátor na vývod 16 IO1.

3) Kapacitním děličem (viz schéma na obr. 14). Kapacitní dělič je možné použít, když je rezonanční obvod naladěn na pevný kmitočet a nepřeladuje



Obr. 14.
Přijímač lavinového „pípáku“



- (1) Coil data: TOKO sample no. 7XNS-A7523DY; L1 : N1/N2 = 12/32; Q_o = 65; Q_B = 57.
Filter data: Z_F = 700 Ω at R₃₋₄ = 3 kΩ; Z_i = 4,8 kΩ.
(2) AF output is pin 6 is not used.

Obr. 15.
Blokové schéma a aplikační a testovací zapojení obvodu TDA1572

se otočným kondenzátorem. Ušetří se vinutí cívky. Kapacita kondenzátoru C4 má být asi 10x větší než kapacita kondenzátoru C23.

Selektivitu přijímače zajišťuje pásmová propust se dvěma keramickými rezonátory F1 a F2 (stejnými, jako byly použity ve vysílači). Jeden rezonátor nestačí, příjem je rušen rozhlasovými stanicemi.

Rezonátory jsou navázány na výstup směšovače rezonančním obvodem s cívkou L2 a kondenzátorem C5. Jakost tohoto obvodu nemusí být příliš velká. Je nutné zajistit, aby nevznikla vazba mezi cívkou L2 a feritovou anténou. Aby cívka L2 měla malé rozptylové magnetické pole, je v provedení SMD. Kondenzátor C5 je vývodový a je umístěn na straně spojů, aby nezpůsobil vazbu s anténou.

Místo tohoto rezonančního obvodu jsem zkoušel zapojit mezi vývod 1 IO1 a kladnou napájecí sběrnici rezistor o odporu 1 kΩ. Byl na něm úbytek napětí 1 V a vlastnosti přijímače se mírně zhoršily (směšovač přestal být vyvážený a klesl jeho zisk).

Časová konstanta AVC je u tohoto přijímače mnohonásobně větší než u běžných rozhlasových přijímačů, a to asi 7 s. Potřebujeme totiž, aby se citlivost přijímače měnila pomalu a umožňovala směřovat přijímač. Záro-

veň však potřebujeme, aby se citlivost automaticky měnila v závislosti na síle přijímaného signálu.

Časovou konstantu AVC určuje kondenzátor C7. Bez signálu je na něm napětí 1 V (od vlastního šumu), se signálem okolo 1,2 V.

Demodulovaný nf signál je zesilován kaskádou dvou filtrů s operačními zesilovači IO2a a IO2b.

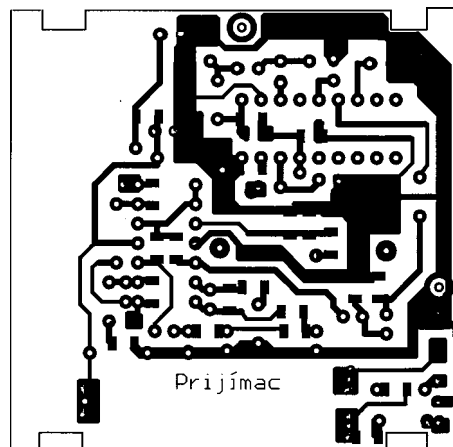
OZ IO2a s pasivními součástkami R8 až R10, R13, R14, C6 a C8 až C11 tvoří horní propust a OZ IO2b s pasivními součástkami R15 až R20 a C15 až C20 tvoří dolní propust. Mezní kmitočty obou propustí jsou asi 2 kHz, takže dohromady oba filtry tvoří pásmovou propust se středním kmitočtem asi 2 kHz (měl by odpovídat modulačnímu kmitočtu vysílače).

Filtry selektivně zesilují demodulovaný nf signál z vlastního vysílače a potlačují nežádoucí signály sousedních rozhlasových stanic (řeč a hudba mají maximum výkonu na kmitočtech řádu stovek Hz) a vlastní šum přijímače. Tím se dále zlepšuje selektivita přijímače.

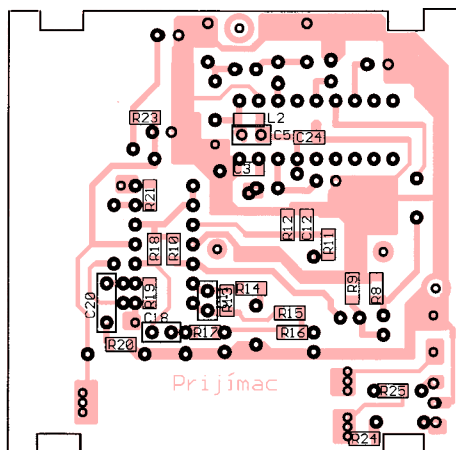
Demodulovaný nf signál se mění na akustický tón piezoměničem. Aby se dosáhlo větší hlasitosti, je piezoměnič zapojen mezi výstup můstkového zesilovače s OZ IO2b a IO2c (IO2c invertuje signál z výstupu IO2b).

Tón z piezoměniče indikuje příjem vř signálu z lavinového vysílače. Podle síly tónu můžeme přijímač nasměrovat a určit tak polohu vysílače (vysílač leží v ose feritové antény přijímače při jejím natočení do minima vř signálu, poloha vysílače je však dvojznačná). Pro hledání vysílače je nutné využít zkušeností z rádiového orientačního běhu (dříve „honu na lišku“) a hledání si předem natrénovat mimo lavinu.

V nf části přijímače jsem použil čtyřnásobný operační zesilovač s ma-

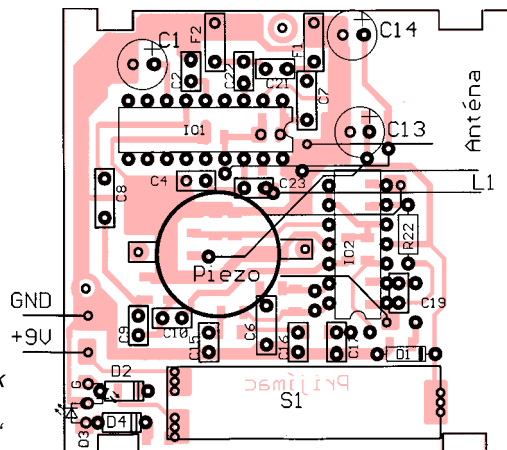


Obr. 16. Obrázek plošných spojů přijímače lavinového „pípáku“ (měř.: 1 : 1)



Obr. 17.
Rozmístění
součástek SMD
na straně pájení
na desce při-
jímače lavino-
vého „pípáku“

Obr. 18.
Rozmístění vývo-
dových součástek
na straně součástek
na desce přijímače
lavinového „pípáku“



lým příkonem typu TL064 (IO2), zapojený s nesymetrickým napájením. Zbývající OZ IO2d vytváří virtuální zem přijímače.

Citlivost přijímače můžeme upravit změnou velikosti odporu rezistorů R13 nebo R19 (zvětšením odporu se citlivost zvětší), ale jen v určitých mezích, aby nebyl přijímač zahlcen šumem.

Přijímač je napájen napětím 9 V z destičkové baterie. Napájení se zapíná třípohovým posuvným přepínačem S1. Dioda D1 chrání přijímač při přepólování baterie.

Ve třetí poloze přepínače S1, ve které jsou sepnuty oba dílčí spínače, se testuje baterie. Při plném napětí baterie svítí dvoubarevná LED (D3) oranžově, při zmenšeném napětí červeně a při vybité baterii nesvítí vůbec.

Konstrukce

Aby měl přijímač rozumné rozměry, je část součástek v provedení SMD (především rezistory, na kterých je natištěn jejich odpor a je možné je snadno identifikovat).

Součástky jsou připájeny na desku s jednostrannými plošnými spoji, která je navržena tak, aby ji bylo možné vestavět do krabičky U-KP20.

Obrazec spojů je na obr. 16, rozmístění součástek SMD na straně spojů je na obr. 17 a rozmístění vývodových součástek na straně součástek je na obr. 18.

Seznam součástek

(přijímač)

R8, R16	30 kΩ, SMD 1206
R9	120 kΩ, SMD 1206
R10, R18	1,5 MΩ, SMD 1206
R11, R12,	
R13, R17,	
R19, R21	120 kΩ, SMD 1206
R14, R15,	
R20	4,7 kΩ, SMD 1206
R22	120 kΩ, miniaturní 0204
R23	22 Ω, SMD 1206
R24, R25	200 Ω, SMD 1206

C1	1000 µF/6,3 V, radiální
C2	220 nF, keramický
C3, C12	100 nF, SMD 1206
C4	3,3 nF, fóliový

C5, C23	viz text
C6, C15,	
C20	22 nF, keramický
C8, C16	3,3 nF, keramický
C9, C11,	
C13, C17,	
C19, C21	470 pF, keramický
C10, C18	56 pF, keramický
C22	10 nF, keramický

L1	viz text
L2	330 µH, SMD 1206 (LQH3C)
F1, F2	CSB 455 kHz

D1	1N4007
D2	BZX83V005.1
D3	dvoubarevná LED (červená + zelená se třemi vývody)
D4	BZX83V004.3
IO1	TDA1572
IO2	TL064

Piezo	KPT1540W
S1	P-B14058

deska s plošnými spoji č.: přijímač

Osvětlení s bílými LED

V současné době jsme svědky velmi rychlého rozvoje v oblasti světelných zdrojů s LED.

Hlavní výhodou LED je jejich velká účinnost. Na rozdíl od klasických žárovek, ve kterých světlo vzniká rozžhavením wolframového vlákna, a výbojek, zářivek a úsporných zářivek, které využívají výbojů v plynech, v LED se emitují fotony při průchodu proudu přechodem PN v propustném směru. Světlo vzniká při rekombinaci (přeskočce elektronů mezi vodivostním a valenčním pásem) a uvolněná energie je úměrná šířce zakázaného pásu. Jedná se o „studené“ světlo. Při přeměně elektrického proudu na světlo mohou mít LED při vhodných podmínkách větší účinnost než jiné světelné zdroje.

Protože LED nejsou tepelně namáhány ani v nich nepůsobí vysoké napětí, je životnost LED řádově stokrát delší než u ostatních světelných zdrojů. Cenu LED nemůžeme přímo srovnávat s cenou žárovek, které musíme občas vyměňovat. I když si to na první

pohled třeba neuvědomíme, náklady na údržbu při výměně prasklých žárovek rovněž nejsou zanedbatelné.

Stále klesající cena a zvětšující se svítivost (tisíce milicandel) umožňuje diodám LED stále větší uplatnění. Bílé LED mají sice studené a trochu namodralé světlo, ale v přenosných nebo nouzových zdrojích světla jsou výhodnější než klasické žárovky.

Nesmíme zapomínat, že prahové napětí (napětí, při kterém LED začíná svítit) bílé LED je podstatně větší než napětí běžných LED. Pro srovnání uvádím v tab. 2 voltampérovou (VA) charakteristiku bílé LED (5 mm, 3000 mcd) a v tab. 3 VA charakteristiku oranžové LED L-HLMP-EJ08 (605 nm, 9500 mcd, 6°), které jsem v další konstrukci použil (grafy obou VA charakteristik jsou na obr. 19). Kombinace těchto dvou typů LED dává světlo příjemné barvy.

Ve většině konstrukčních návodů se udává zbytečně velký doporučený proud LED. Uvedené LED jsou pro osvětlení použitelné již od proudu 1 až

Tab. 2. Voltampérová charakteristika bílé LED (5 mm, 3000 mcd)

U_{AK} [V]	2,7	2,8	2,85	2,9	2,95	3	3,1
I_{AK} [mA]	0,1	0,5	1	1,9	2,9	4,54	9

Tab. 3. Voltampérová charakteristika oranžové LED typu L-HLMP-EJ08

U_{AK} [V]	1,74	1,8	1,83	1,85	1,88	1,9	1,92	1,94
I_{AK} [mA]	0,1	0,6	1,2	2	3,7	5,6	8,04	11,4