

Vážení zákazníci,

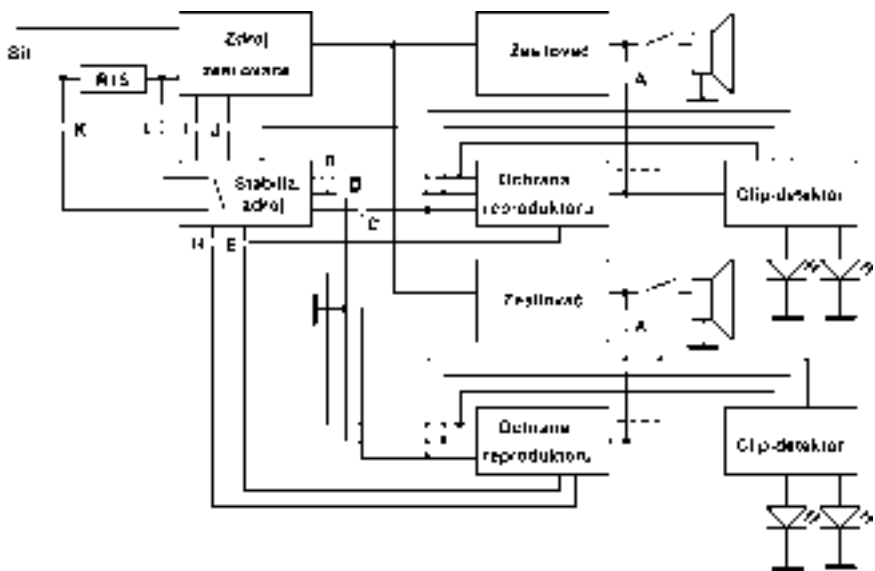
dovolujeme si Vás upozornit, že na tuto ukázkou knihy se vztahují autorská práva, tzv. copyright.

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





Obr. 28 *Blokové schéma zapojení ochran reproduktorů a clip-detektorů*

POMOCNÉ OBVODY ZESILOVAČŮ

2

E

Č

A

V

O

L

I

S

Z

E

S

Nízkofrekvenční zesilovač, který má splňovat nároky nejen na kvalitní reprodukci, ale i bezpečnost vlastního provozu i připojených reproduktorových soustav může být rozšířen o pomocné obvody, které tento bezpečný provoz a provozní komfort zajistí. Tyto obvody mohou být různě konstruované, nejsou pro funkci zesilovače zcela nezbytné a jsou funkčně zcela samostatné.

Na blokovém schématu – *obr. 28* najdete způsob připojení ochrany reproduktorů a tzv. clip-detektorů, neboli detektorů limitace při přebuzení zesilovače. Funkci těchto pomocných obvodů si podrobně rozebereme v následujících odstavcích.

První nežádoucí jev, zvláště u výkonnějších zesilovačů, řekněme u výkonů vyšších než asi 250 W, je velký náběhový proud zdroje v okamžiku připojení na síť. Tento proud může být tak velký, že může vypnout i jistič 10 A jističí zásuvkové okruhy vašeho bytu. Tento proudový náraz, způsobený hlavně nabíjením filtračních kondenzátorů velké kapacity ve zdroji se po chvíli ustálí na jmenovitou hodnotu odebíraného proudu. Pro omezení tohoto proudového nárazu je třeba do série s primárním vinutím síťového transformátoru zapojit omezovací rezistor a to na okamžik, po který tento proudový náraz trvá. Časové relé, které sepne s časovým zpožděním tak po chvíli tento omezovací rezistor přemostí, takže primár síťového transformátoru bude nyní připojen přímo na napětí sítě.

Obvody ochrany reproduktorů mají především zamezit zničení reproduktorů v případě výskytu stejnosměrného napětí na výstupu zesilovače. Další funkcí těchto obvodů je zpožděné připojení reproduktorů po zapnutí zesilovače, které by se projevilo silným lupnutím v reproduktorech. Při vypnutí zesilovače naopak musí nejprve dojít k odpojení reproduktorů.

Clip-detektor naproti tomu je obvod, který upozorňuje svítem první LED diody na skutečnost, že se výkon do zátěže blíží maximálnímu výkonu zesilovače, v případě rozsvícení druhé LED diody, že výkon již dosahuje prahu limitace, což je nežádoucí jev, projevující se silným zkreslením reprodukce – špičky

amplitudy výstupního signálu jsou odřezány, takže místo sinusového průběhu bychom na osciloskopu mohli pozorovat průběh, blížící se až téměř obdélníkovému. Vzhledem k velkému obsahu harmonických kmitočtů takového průběhu jsou ohroženy přetížením zvláště výškové, případně i středové reproduktory.

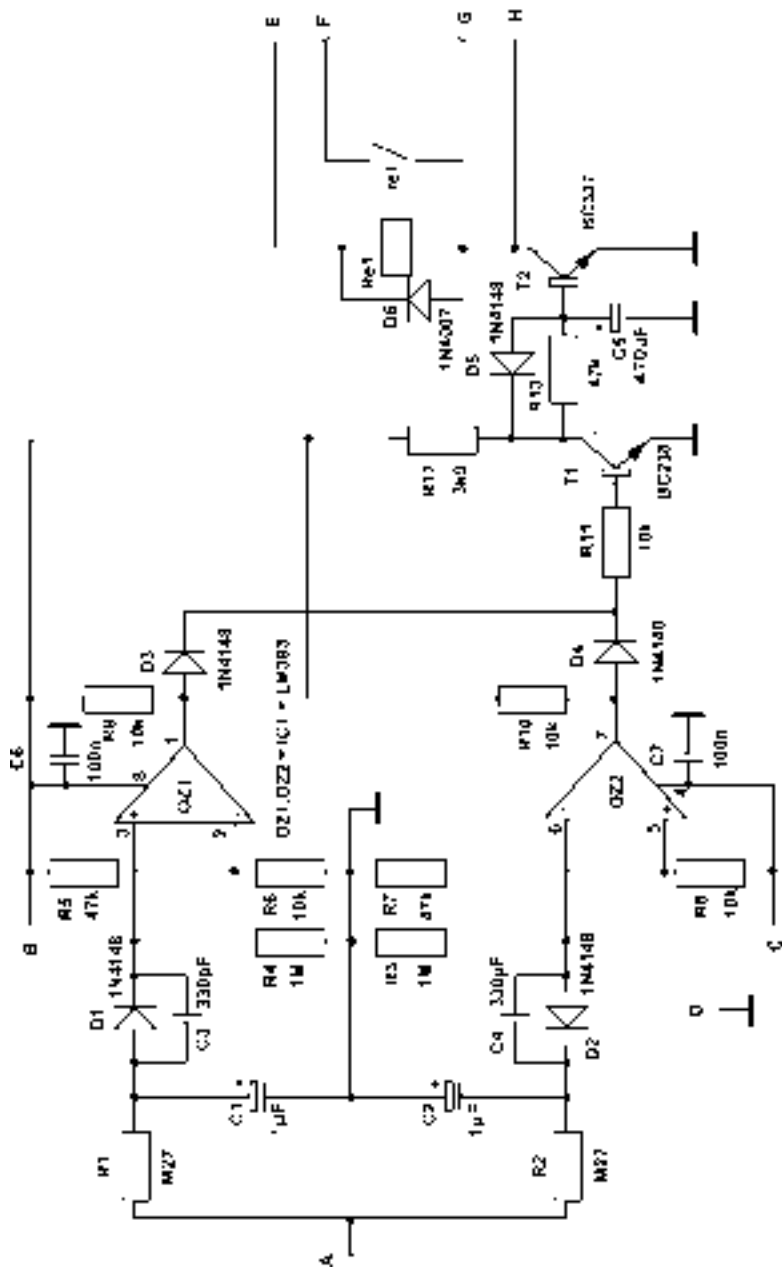
OCHRANA REPRODUKTORŮ

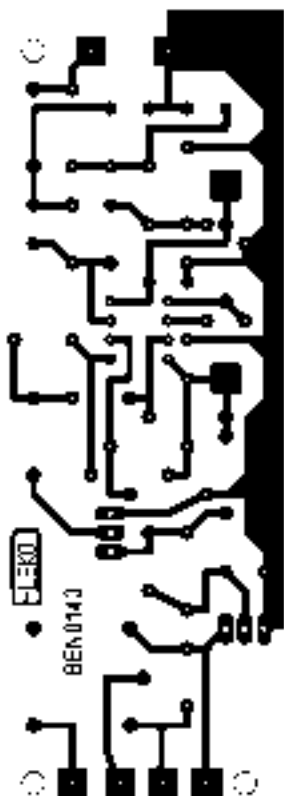
Nejprve se seznámíme podrobně s funkcí obvodů ochrany reproduktorů – viz *obr. 29*. Signál v bodě A určený pro vybuzení reproduktoru se po přivedení na desku ochrany reproduktorů rozdělí přes oddělovací rezistory R1, R2 na dvě větve a to podle polarit signálu. Horní větev bude průchozí pro kladnou půlvlnu, spodní pro zápornou půlvlnu signálu, což určuje polarita diod D1 a D2. Signál vyšších kmitočtů, než asi 5 Hz je odfiltrován RC členy R1, C1, případně R2, C2, tvořících dolní propust. Signál se nyní dostane přes diody D1 a D2 na pozitivní příp. negativní vstup komparátoru OZ1 nebo OZ2. Kombinace C3, R4, příp. C4, R3 zabraňuje rozkmitání obvodu. Zbývající vstupy komparátorů jsou zapojeny na děliče napětí R5, R6, definující pozitivní napěťovou úroveň na druhém vstupu komparátoru OZ1, příp. R7, R8, který definuje zápornou napěťovou úroveň na vstupu druhého komparátoru OZ2.

Objeví-li se nyní na svorkách reproduktoru stejnosměrné napětí, přesahující jistou prahovou hodnotu, představovalo by to pro reproduktor nebezpečí – přetížení a zničení jeho kmitací cívky. Dříve, než toto napětí vzroste na nebezpečnou úroveň, zapracují obvody ochrany reproduktorů: na výstupu toho komparátoru, na jehož vstupu se objevilo nežádoucí stejnosměrné napětí – kladné pro OZ1 nebo záporné pro OZ2 se objeví po překlopení komparátoru kladné napětí. Protože komparátory pracují s otevřeným kolektorem, jsou na výstupech nezbytné rezistory R9 a R10. Diody D3 a D4 tvoří diodové hradlo OR. Kladným napětím na jednom z výstupů komparátorů se otevře tranzistor T1, tím se přes diodu D5 vybije kondenzátor C5, takže se tranzistor T2 zavře a relé Re1 odpadne.

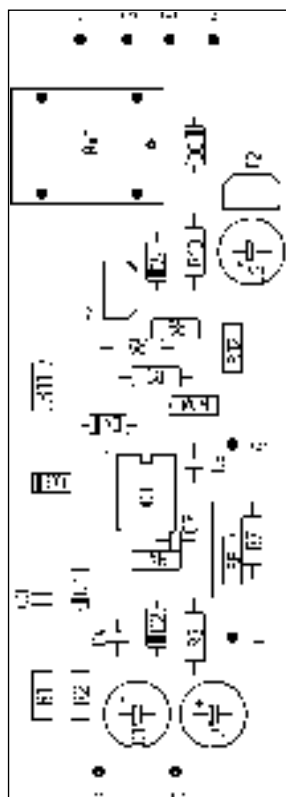
Po odstranění příčin závady, nebo po zapnutí síťového vypínače se pomalu nabíjí přes rezistor R13 kondenzátor C5, až relé Re1 se zpožděním sepne. Ochranná dioda D6 chrání tranzistor T2 před průrazem napěťovou špičkou, vznikající při zapnutí nebo vypnutí relé.

Při konstrukci stereofonního zesilovače budeme potřebovat pro každý kanál jednu destičku plošných spojů ochrany reproduktorů – viz *obr. 30* a *obr. 31*.





Obr. 30
Plošný spoj ochrany
reproduktorů – BEN0140



Obr. 31
Osazovací výkres ochrany
reproduktorů

SEZNAM POUŽITÝCH SOUČÁSTEK

Rezistory:

R1, R2	270k
R3, R4	1M
R5, R7, R13	47k
R6, R8, R9, R10, R11	10k
R12	3k9

Kondenzátory:

C1, C2	elektrolyt radiální 1 μ F/35 V
C3, C4	keramika 330 pF
C5	elektrolyt radiální 470 μ F/25 V
C6, C7	keramika 100n/50 V

Polovodiče:

IC1	integrovaný obvod LM393
T1	tranzistor BC238
T2	tranzistor BC337
D1, D2, D3, D4, D5	dioda 1N4148
D6	dioda 1N4007

Ostatní součástky:

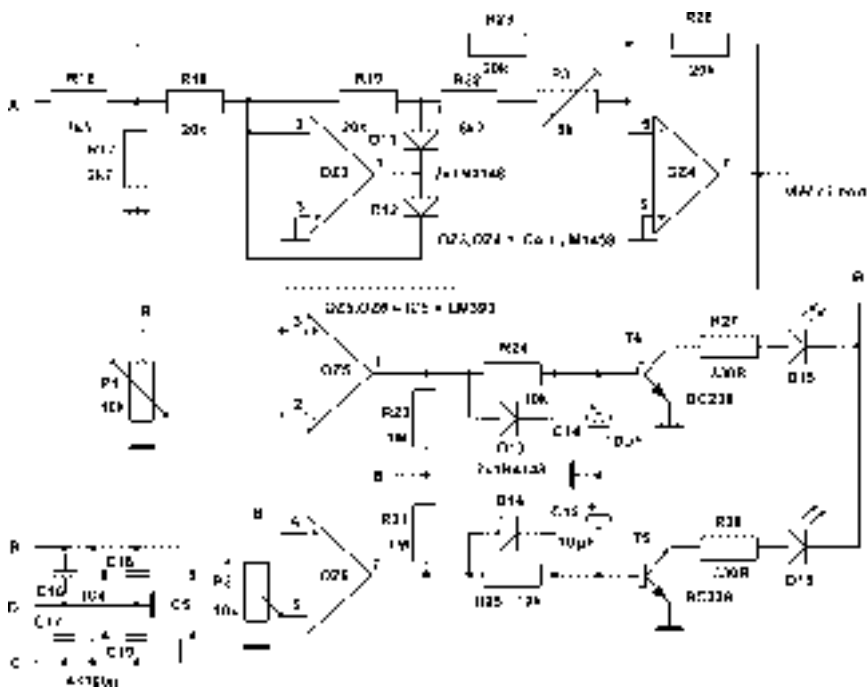
Relé 24V	1 spínací kontakt – viz plošný spoj
----------	-------------------------------------

OBVODY CLIP-DETEKTORU

Schéma clip-detektoru, neboli detektoru limitace najdeme na *obr. 32*. Vstup clip-detektoru opět připojujeme na reproduktorový výstup zesilovače A. Vstupní dělič napětí – R16, R17. Následující dvojitý operační zesilovač tvoří celovlnný usměrňovač. Na jeho výstupu, který je označen jako měřicí bod obdržíme usměrněné napětí signálu, jehož symetrii lze nastavit trimrem P3.

Dále následuje dvojitý komparátor OZ5, OZ6, na jehož kladné vstupy je usměrněný signál přiveden. Záporné vstupy komparátoru jsou připojeny na běžce trimrů P1, P2. Výstupy komparátorů spínají přes tranzistory T4, T5 LED diody D15 a D16. Dioda D15 je žlutě svítící LED, signalizující dosažení výkonu 120 W a tím i výkon, blížící se limitaci, dioda D16 svítí červeně a signalizuje výstupní výkon 150 W.

Trimry jsou zde nastaveny pro maximální výstupní výkon 150 W, pro jiné výkony zesilovače je třeba je nastavit individuálně.



Obr. 32 Schéma clip-detektoru

Při zvýšení napětí z celovlnného usměrňovače na hodnotu, která je komparátorem vyhodnocena jako spínací, přejde výstup komparátoru skokem do kladné úrovně, což má za následek sepnutí tranzistoru T4, příp. T5 a rozsvícení odpovídající LED diody D15 nebo D16. Kondenzátory C14, příp. C15 v bázích spínacích tranzistorů zabraňují předčasnému zhasnutí LED, dojde-li ve špičce k sepnutí tranzistoru. Popisovaný clip – detektor je univerzálně použitelný pro všechny popisované druhy zesilovačů se symetrickým napájením, pro každý zesilovač však bude nastavení trimrů P1 a P2 individuální. V dalším odstavci je popsáno nastavení pro zesilovač o výkonu 150 W.

Nastavení správné funkce clip-detektoru je jednoduché, budeme zde však potřebovat osciloskop. Předpokládám, že zesilovač je již nastaven a je zcela funkční. Nejprve nastavíme trimrem P3 symetrii usměrněného napětí v měřicím bodě. Ve druhém kroku vybudíme zesilovač např. signálem 1 kHz z nízkofrekvenčního generátoru tak, aby výstupní napětí na zátěži 4Ω bylo 22 V, což odpovídá výstupnímu výkonu 120 W. Trimrem P1 nyní otáčíme tak dlouho, až se žlutá LED dioda D15 rozsvítí. Podobně nastavíme i trimr P2 pro výkon 150 W (napětí 24,5 V na 4Ω).

Pro nastavení trimrů pro jiné výkony zesilovače vyjdeme z hodnoty výstupního napětí na dané zátěži. Rovněž zde budeme při konstrukci stereofonního zesilovače potřebovat pro každý kanál jednu destičku plošných spojů clip-detektoru – viz *obr. 33* a *obr. 34*.

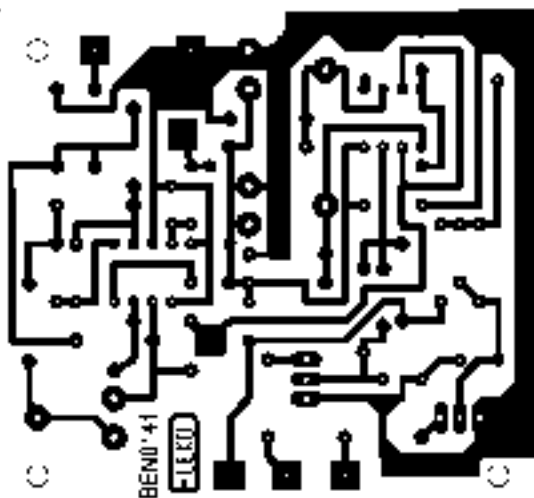
SEZNAM POUŽITÝCH SOUČÁSTEK

Rezistory:

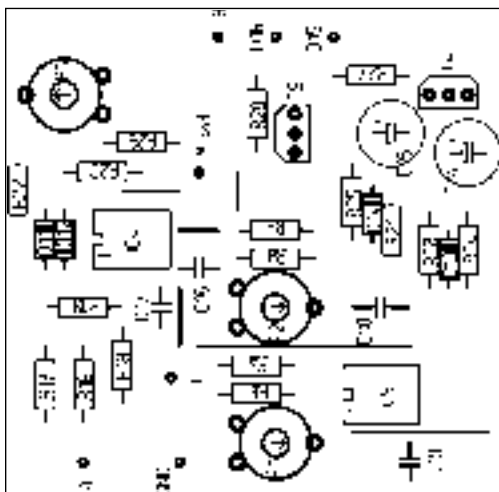
R16	7k5
R17	2k7
R18,R19,R23,R26	20k
R20,R21	1M
R22	8k2
R24,R25	10k
R27,R28	330R
P1,P2	ležatý trimr 10k
P3	ležatý trimr 5k

Kondenzátory:

C14, C15	elektrolyt radiální 10 μ F/16 V
C16, C17, C18, C19	keramika 100 n/50 V



Obr. 33 Plošný spoj clip-detektoru – BEN0141



Obr. 34 Osazovací výkres clip-detektoru

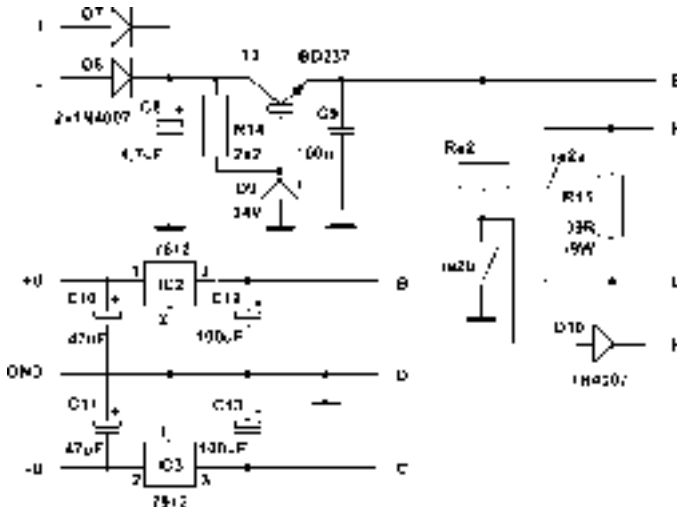
Polovodiče:

IC4	integrováný obvod LM1458
IC5	integrováný obvod LM393
T4, T5	tranzistor BC238
D11, D12, D13, D14	dioda 1N4148
D15	žlutá LED dioda 5mm
D16	červená LED dioda 5mm

STABILIZOVANÝ ZDROJ

Na blokovém schématu je mimo hlavního napájecího zdroje symetrického napětí zakreslen také stabilizovaný zdroj, jehož schéma najdeme na *obr. 35*. Je připojen za hlavním zdrojem a má za úkol „vyrobiť“ symetrické stabilizované napětí.

2 × 12 V pro napájení pomocných obvodů. Jsou zde použity třísvorkové stabilizátory kladného a záporného napětí. Mimoto se na desce stabilizovaného zdroje nachází také stabilizovaný zdroj pro napájení relé. Vstupy I, J jsou připojeny do stejných bodů sekundáru síťového transformátoru, ze kterých je připojen můstkový usměrňovač hlavního napájecího zdroje. Diody D7, D8 zajišťují dvoucestné usměrnění, C8 filtraci usměrněného napětí.

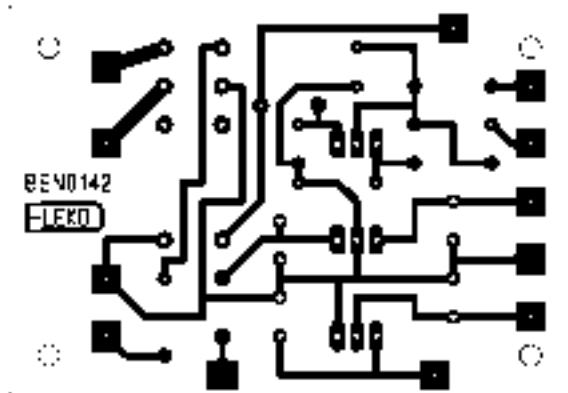


Obr. 35 Napájecí zdroj ochranných obvodů

Tranzistor T3 s rezistorem R14 a Zenerovou diodou tvoří jednoduchý stabilizátor 24 V. Tento pomocný zdroj zabezpečuje rychlé odpojení reproduktorů přes relé Re1 v okamžiku vypnutí zesilovače, takže v reproduktorech neuslyšíme silný ráz.

Na desce plošného spoje se rovněž nachází relé Re2 pro překlenutí omezovacího rezistoru R15, zapojeného v primáru síťového transformátoru. Tento rezistor je umístěn mimo desku plošných spojů. Při stavbě zesilovačů o výkonu menším než 250 W můžeme toto relé i R15 vynechat. Cívka Re2 je spínána externě přes přípojovací bod H, a to z jedné z desek ochrany reproduktorů, konkrétně přes spínací tranzistor T2, který spíná se zpožděním současně relé Re1. Sepnutím relé Re2 se jak již bylo řečeno přemostí rezistor R15 a současně si relé druhým kontaktem e_{2b} zajistí trvalé sepnutí.

Při konstrukci stereofonního zesilovače vystačíme s jednou destičkou plošných spojů stabilizovaného zdroje. Plošný spoj a osazovací výkres zdroje najdete na *obr. 36* a *obr. 37*.



Obr. 36 Plošný spoj zdroje ochrany reproduktorů – BEN0142

SEZNAM POUŽITÝCH SOUČÁSTEK

Rezistory:

R14	2k2
R15	39R/9 W viz text

Kondenzátory:

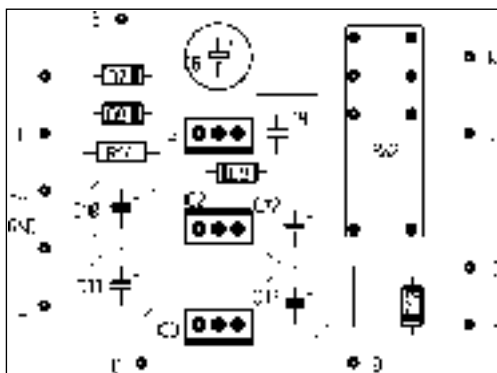
C8	elektrolyt radiální 4,7 μ F/100 V
C9	keramika 100n/50 V
C10,C11	elektrolyt radiální 470 μ F/63 V
C12,C13	elektrolyt radiální 100 μ F/25 V

Polovodiče:

IC2	stabilizátor 7812
IC3	stabilizátor 7912
T3	tranzistor BD237
D9	Zenerova dioda 24 V 1,3 W
D10	dioda 1N4007

Ostatní součástky:

Re2	relé 24 V, 2 přepínací kontakty, viz text
-----	---



Obr. 37 Osazovací výkres zdroje ochrany reproduktorů