

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



Integrované výkonové zesilovače

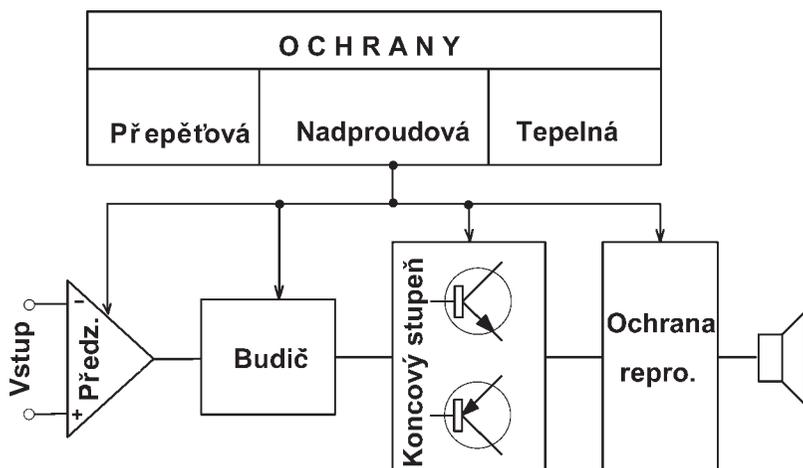
Historie integrovaných zesilovačů začíná v době asi před třiceti lety, kdy se první z této nyní početné rodiny objevil na trhu. Do této doby byly používány výhradně konstrukce s diskretními součástkami. Výhody integrovaných zesilovačů, jako např. vysoká hustota součástek a tím i minimální rozměry, vysoká spolehlivost a jednoduchá montáž přispěly k jejich rychlému rozšíření. K tomu dále přispěla jejich masová produkce a tím i stále se snižující ceny.

Používání integrovaných zesilovačů vedlo dále ke zlepšování technických parametrů přístrojů spotřební elektroniky, k jejich vyšší spolehlivosti, zmenšování jejich rozměrů a poměru výkonu k ceně. Pro konstruktéry představuje použití integrovaných výkonových zesilovačů také snížení celkového počtu elektronických součástek. Všechny tyto výhody však končí na výstupních výkonech, kterých je možno s použitím integrovaných zesilovačů dosáhnout. I zde se hranice možností posouvá k vyšším výkonům, které dnes dosahují hodnot 60–100 W v můstkovém zapojení. Pokud se však zajímáme o nejmenší možné zkreslení nízkofrekvenčního zpracovávaného signálu, případně frekvenčního rozsahu zesilovače, budeme parametry integrovaných zesilovačů v tomto ohledu poněkud zklamáni.

Nejvyšších kvalitativních parametrů lze dosáhnout pouze v zapojení s diskretními součástkami. Tuto třídu zesilovačů pak označujeme jako High-End.

Přesto tvoří zařízení s integrovanými zesilovači nejpočetnější skupinu konstrukcí, a to i amatérských, právě z důvodu jednoduchosti a přijatelné ceny.

Na blokovém schématu (*obr. A1*) si objasníme, co se v pouzdru integrovaného zesilovače skrývá a jak funguje. Všeobecně nalezneme za vstupní svorkou obvodu předzesilovač, následovaný budicím a koncovým stupněm. K tomu připočte-



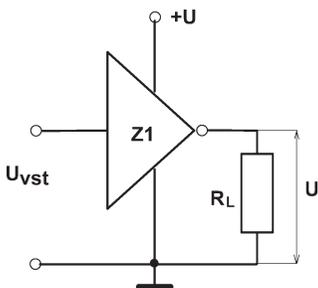
Obr. A1 Blokové schéma integrovaného zesilovače

me četné ochrany, např. proti přepětí, zkratu a teplotnímu přetížení, jakož i napájecí, příp. stabilizační obvody některých zesilovacích stupňů. Vnitřní zapojení integrovaných zesilovačů se podobá mnohdy zapojení operačních zesilovačů ovšem s rozdíly odpovídajícími požadovaným parametrům, jako jsou např. výstupní výkon a frekvenční rozsah. První skupina integrovaných zesilovačů, která se před 20 až 30 lety na trhu objevila, dosahovala výkonů do max. 5 W, přičemž o nějaké kvalitě reprodukce nemohla být řeč.

Tím byl položen základ k vývoji výkonnějších integrovaných zesilovačů. Dnes nejpoužívanější skupina integrovaných zesilovačů dosahuje výkonu okolo 20 W při celkem slušných hodnotách zkreslení (běžně v desetínách %). Zvyšování jmenovitého výkonu zesilovačů mělo za následek i zvyšování ztrátového výkonu, což představuje problém s dostatečným odvodem tepla, vznikajícího na nepatrné ploše čipu. Toto musí být odvedeno s minimálním teplotním odporem na chladič a vyzářeno do okolí. U prvních integrovaných zesilovačů v pouzdrech typu DIL se vznikající teplo odvádělo plochými vývody, které se připájely na měděné plošky plošného spoje, nebo se pouzdro připevnilo na malý chladič (viz např. různé varianty obvodu MBA810). Touto metodou odvodu tepla však nemohl být dosaženo vyššího výstupního výkonu, než zmíněných 5 W. Vložením měděné destičky s čipem do pouzdra DIL mohl teplotní odpor pouzdra dále klesnout až asi na 3 K/W (např. obvod MDA2020). Výpočty chladičů jsou zde již prakticky shodné s návrhy chladičů pro diskretní obvody.

Protože stávající pouzdra integrovaných zesilovačů již nevyhovovaly např. pro komplikovaný způsob montáže, vznikly nové druhy pouzder, jako SIL (Single In Line) s vývody v jedné nebo dvou řadách nebo varianty pouzdra TO220 (Pentawatt, Multiwatt) s pěti nebo jedenácti vývody (např. TDA2005). Teplotní odpory, kterých je zde dosahováno bývají v relacích 2–3 K/W, což umožňuje bezproblémové chlazení odpovídajícím profilovým chladičem nebo kouskem plechu, eventuálně přímou montáž na zadní plechový panel zesilovače.

Při požadavku na maximální výstupní výkon zesilovače můžeme použít tzv. můstkového zapojení, jehož princip si nyní objasníme. Jak je tomu s definicí výstupního výkonu jednoduchého zesilovače ukazuje obr. A2. Na ohmické zátěži o jmenovitém odporu R_L vznikne úbytek napětí U .



Obr. A2 Měření vstupního výkonu zesilovače

Výstupní výkon pak vypočítáme dle jednoduchého vztahu:

$$P = \frac{U^2}{R_L}$$

kde:

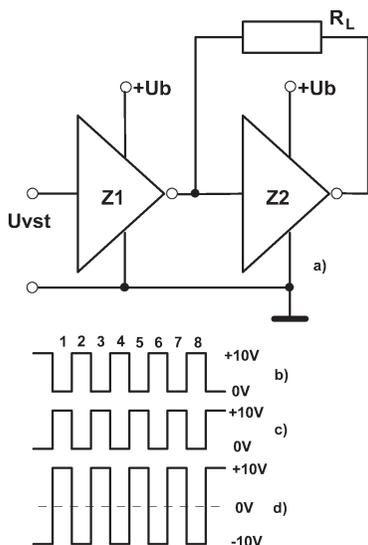
P je výkon ve W,

U napětí ve V,

R_L odpor v Ω .

Pro úplnost je nutno dodat, že se jedná o špičkovou hodnotu napětí a tím i špičkovou hodnotu výkonu.

Pro zapojení zesilovačů do můstku potřebujeme dva shodné zesilovače (viz obr. A3).



Obr. A3 Můstkové zapojení zesilovače

Tímto zapojením zvýšíme výstupní výkon 4× jak vyplývá z následujícího textu. Špičkový výkon P vypočítáme nyní ze vztahu:

$$P = \frac{2U^2}{R_L}$$

kde:

P je výstupní špičkový výkon,

U je výstupní špičkové napětí,

R_L zatěžovací odpor.

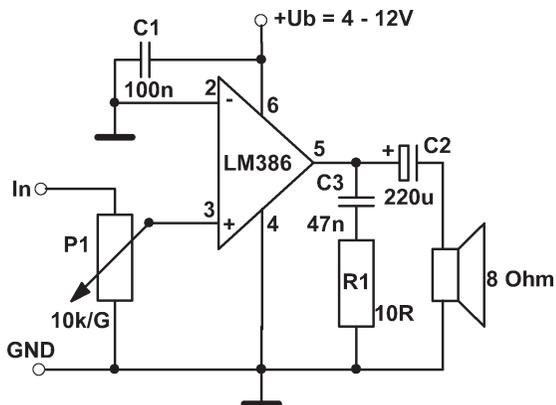
K výkladu zvýšení výkonu si vezmeme *obr. A3a*. Na levém vývodu zatěžovacího odporu bude napětí dle *obr. A3b*, měřené proti zemi, zatímco pravý konec tohoto odporu je připojen na výstup zesilovače Z2, kde je napětí v protifázi (*obr. A3c*). Napětí na zátěži je tedy rovno výstupním napětím obou zesilovačů Z1 a Z2 (viz *obr. A3d*). Jelikož se výkon dle Ohmova zákona vyjadřuje jako druhá mocnina napětí, bude při dvojnásobku napětí výkon zvýšen čtyřikrát.

Po tomto krátkém úvodu již následují konkrétní stavební návody.

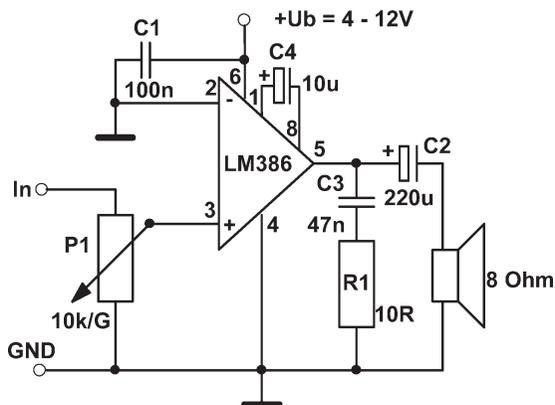
1 ZESILOVAČ 0,5 W S OBVODEM LM386

Integrovaný obvod LM386 fy National Semiconductor je integrovaný zesilovač v pouzdře DIL8 s výstupním výkonem 0,5 W. Výkon je to zdánlivě malý, vyhovuje však např. pro bateriově napájené zesilovače malých rozhlasových přijímačů (klidový proud jen několik mA), nebo jej s výhodou malých rozměrů lze použít k připojení ke zvukové kartě počítače, do různých interkomů a podobných zařízení.

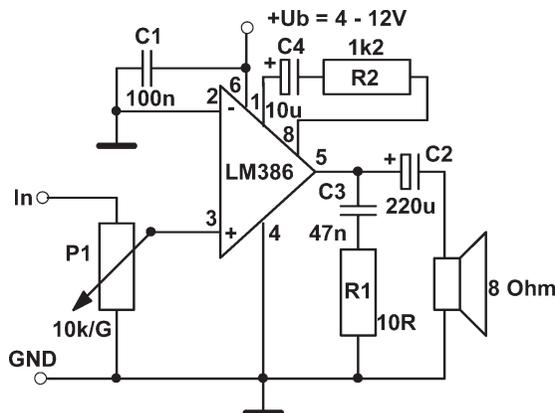
Napájecí napětí se může pohybovat v rozmezí 4–12 V, zesílení je možno měnit volbou externích součástek v rozmezí 20–200, viz *obr. 1.1*, *obr. 1.2* a *obr. 1.3*. Typická vstupní impedance je asi 40 k Ω , na výstup připojujeme 8ohmový reproduktor. Z důvodů jednoduchosti nemá tento obvod vnitřní ochranu proti přetížení, nedoporučuje se proto nižší impedance reproduktoru, než zmíněných 8 Ω .



Obr. 1.1 Zapojení zesilovače s obvodem LM386 se zesílením = 20

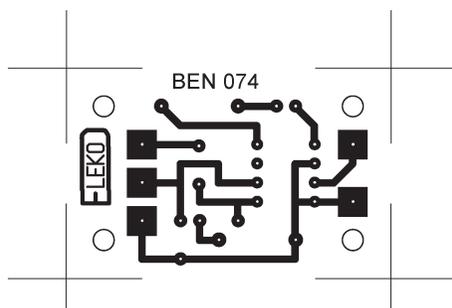


Obr. 1.2 Zapojení zesilovače s obvodem LM386 se zesilením = 200

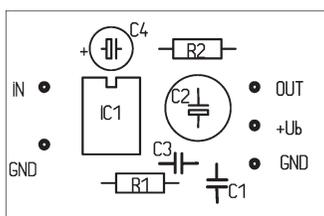


Obr. 1.3 Zapojení zesilovače s obvodem LM386 se zesilením = 50

Pro nastavení hlasitosti použijeme logaritmický potenciometr 10 k Ω , kde jeden krajní vývod uzemníme, na druhý krajní vývod přivedeme signál a běžec potenciometru připojíme na vstup IN zesilovače. Pokud použijeme zapojení dle *obr. 1.1*, vynecháme součástky C4, R2, v zapojení dle *obr. 1.2* zapojíme pouze kondenzátor C4, rezistor R2 nahradíme drátovou propojkou. Vstupní signál je přiveden na neinvertující vstup zesilovače. Kondenzátor C1 blokuje dodatečně napájecí napětí, kombinace R1, C3 je tzv. Boucherotův člen a setkáme se s ním prakticky u všech výstupů zesilo-



Obr. 1.4 Plošný spoj zesilovače s obvodem LM386 – BEN 074



Obr. 1.5 Osazovací výkres zesilovače s obvodem LM386

vačů. Má za úkol zabránit rozkmitání zesilovače, které by mnohdy mohlo vést až k jeho zničení. Kondenzátor C2 je výstupní kondenzátor, na jehož kladném vývodu se nastavuje automaticky napětí rovné polovině napětí napájecího.

Seznam součástek

R1	10R rezistory v miniaturním provedení
R2	1k2
C1	100n keramický kondenzátor
C2	220 μ F/16 V radiální elektrolytický kondenzátor
C3	47n keramický kondenzátor
C4	10 μ F/25 V radiální elektrolytický kondenzátor
IC1	integrovaný obvod LM386