



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

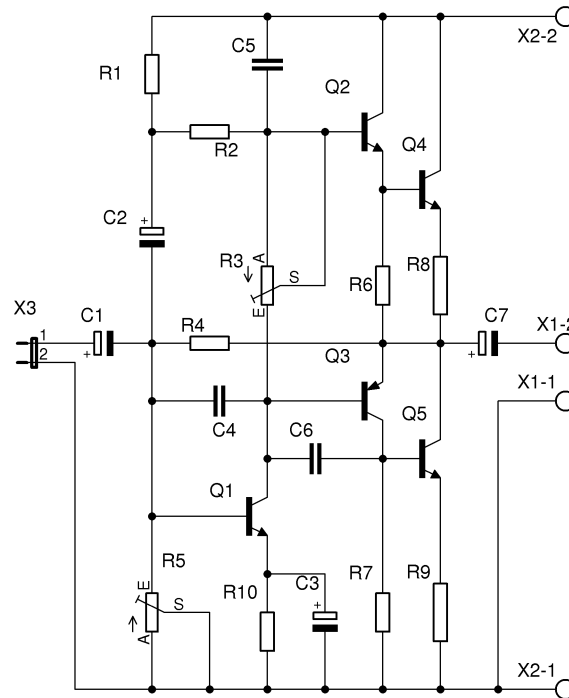
**Inovace a zkvalitnění výuky směřující k rozvoji odborných kompetencí žáků  
středních škol  
CZ.1.07/1.5.00/34.0452**

<b>Číslo projektu</b>	CZ.1.07/1.5.00/34.0452
<b>Číslo materiálu</b>	OV_2_27_Koncový stupeň
<b>Název školy</b>	Střední odborné učiliště elektrotechnické Vejpnická 56 Plzeň
<b>Autor</b>	Ondřej Weisz
<b>Tematický celek</b>	Elektronická zapojení se základními součástkami
<b>Ročník</b>	2. ročník SOU
<b>Datum tvorby</b>	3. 1. 2013
<b>Anotace</b>	<i>Podklady pro výrobu – koncový stupeň s tranzistory</i>
<b>Metodický pokyn</b>	<i>Výuka oboru elektrikář, elektromechanik pro stroje a zařízení</i>
Pokud není uvedeno jinak, uvedený materiál je z vlastních zdrojů autora.	

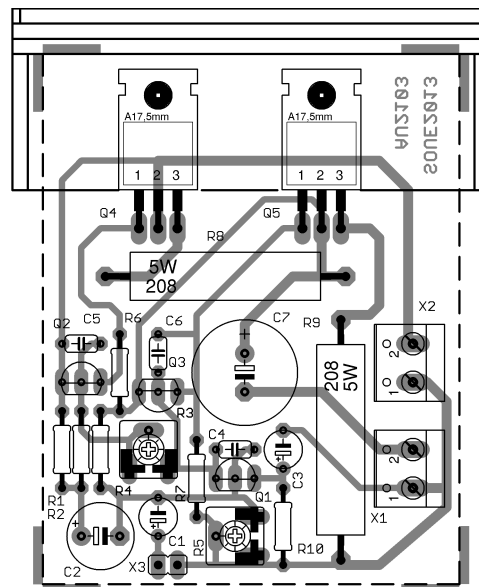
## Koncový stupeň s tranzistory

### Zadání

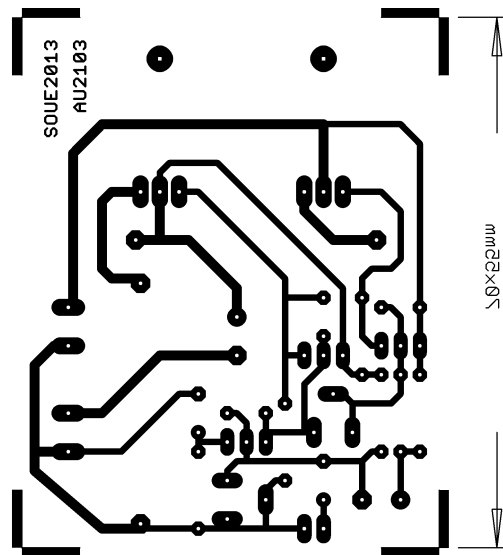
Zhotovte výrobek dle výkresu a technologického postupu. Změřte parametry dle kontrolního listu.



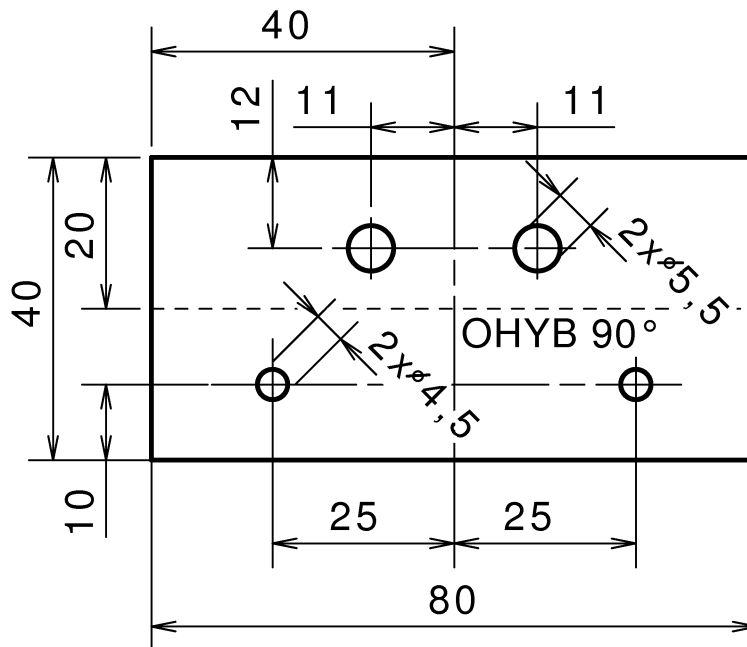
Obr. 1 – Schéma zapojení



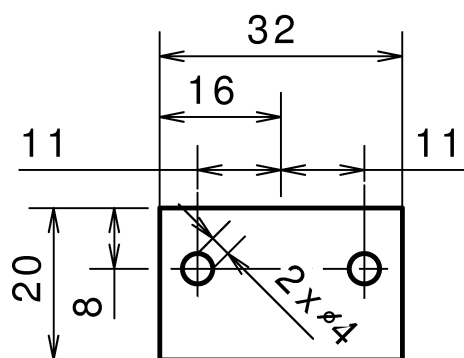
Obr. 2 – Výkres osazení



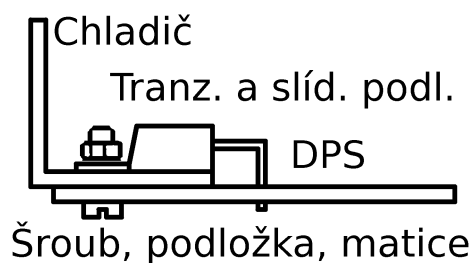
Obr. 3 – Výkres spoje



Obr. 4 – Výkres chladiče



Obr. 5 – výkres slídové podložky



Obr. 6 – Montáž výkonového tranzistoru

Tab. 1 – Kusovník

Pozice	Označení dodavatele	Popis	Poznámka
C1, C3		Kondenzátor elektrolytický radiální; 10 $\mu$ F; 25 V	
C2		Kondenzátor elektrolytický radiální; 0,22 mF; 25 V	
C4, C5, C6		Kondenzátor keramický 330 pF	
C7		Kondenzátor elektrolytický radiální; 1 mF; 25 V	
Q1, Q2		Tranzistor NPN, BC546B	
Q3		Tranzistor PNP, BC556B	
Q4, Q5		Tranzistor NPN, BD243	
R1		Rezistor vel. 0207, 390 $\Omega$	
R2		Rezistor vel. 0207, 620 $\Omega$	
R3		Rezistorový trimr PT10H 500 $\Omega$	

Pozice	Označení dodavatele	Popis	Poznámka
R4		Rezistor vel. 0207, 8,2 k $\Omega$	
R5		Rezistorový trimr PT10H, 10 k $\Omega$	
R6, R7		Rezistor vel. 0207; 220 $\Omega$	
R8, R9		Rezistor 5 W, 0,47 $\Omega$	
R10		Rezistor vel. 0207; 470 $\Omega$	
X1, X2		Svorkovnice do DPS, ARK300/2	
X3		Konektorové kolíky lámací S1G20	Upravit na 2 nože
		Matice M3	2 ks
		Šroub M3 $\times$ 15; válcová hlava, křížová drážka	2 ks
		Pérová podložka M3	2 ks
		Slídová podložka	
		Chladič	
		Deska spoje AU2103	

Tab. 3 – Zkušební protokol

Měřená veličina	Hodnota	Jednotka
Klidový odběr ze zdroje		mA
Výstupní výkon 3 dB pod limitací do zátěže 8 $\Omega$ při 1 kHz		W
Vstupní napětí při limitaci do zátěže 8 $\Omega$ při 1 kHz		V

Tab. 4 – zapojení svorkovnice

Svorka	Popis
X1.1	0 V
X1.2	+24 V
X2.1	zem
X2.2	výstup
X3.1	vstup
X3.2	zem

## Technologický postup

- Vyvrtejte DPS
- Překontrolujte DPS
- Vyroberte izolační slídové podložky a chladič.
- Osad'te
- Nastavte (R3 klidový proud 5 mA, pomocí R5 nastavte v uzlu mezi R8 a Q5 polovinu napájecího napětí.
- Překontrolujte a vyplňte měřicí protokol

## Bezpečnost práce

Při pájení dodržujte příslušné bezpečnostní předpisy. Pozor na horké povrchy pájedel a pájených předmětů. Pozor na odstříknutí roztavené pájky např. napruženým vývodem součástky. Slitiny olova jsou jedovaté – nejíst, nepít. Výpary tavidel mohou vyvolávat alergie – větrat a používat tavidla s rozmyslem. Při zakracování vývodů součástek pozor na břity kleští a pozor na odletující zbytky vodičů.

Při měření dodržujte příslušné bezpečnostní předpisy a pořádek na pracovišti. Zařízení napájejte z bezpečného zdroje.

## Popis

Výkonový zesilovač s kvazi komplementární dvojicí je zapojen obvyklým způsobem.

Nízkofrekvenční signál vstupuje z konektoru X3 na první stupeň tvořený tranzistorem Q1. Signál stejnosměrně odděluje kondenzátor C1. Z kolektoru Q1 je buzen koncový stupeň tvořený Darlingtonovo dvojicí Q2-Q4 a kvazikomplementárním zapojením tvořeným Sziklaiovo dvojicí Q3-Q5. Výstupní signál je vyveden přes kondenzátor C7 na výstup. V zapojení jsou zavedeny dvě zpěnovazební smyčky. Stejnoseměrná smyčka je tvořena rezistorem R4 spojujícím výstup zesilovače se vstupem, a proměnným rezistorem R5. Tímto rezistorem se nastavuje pracovní bod koncového stupně. Stejnoseměrnou vazbu dále doplňuje vazební rezistor R3, jenž nastavuje klidový proud (a tím i třídu) koncového stupně. Střídavou vazbu tvoří kondenzátor C2. Pracovní bod jednotlivých stupňů je stabilizován emitorovými odpory. Kondenzátory C4 a C6 zabraňují vysokofrekvenčním zákmitům jednotlivých stupňů.

## Nářadí

- Stranové štípací kleště – používáme pro zkracování vývodů a dělení vodičů.
- Ploché kleště – používáme k tvarování vývodů součástek
- Kabelový nůž – používáme k odizolování jader vodičů
- Pájedlo (pájecí stanice) – slouží k pájení měkkou pájkou. Nemělo by se používat k jiným účelům. Pájecí hrot lze čistit pouze pomocí houbičky. Hrot nesmíte čistit kovovými předměty (nůž, pilník), jinak se naruší ochranné vrstvy a hrot se při dalším pájení zničí.
- Multimetr – používáme k měření a kontrole součástek
- Osciloskop – používáme pro kontrolu časových průběhů napětí. Můžeme jej užít k měření rozkmitu a frekvence.

## Test

1. Výkonový zesilovač má:
  - a) malé zesílení, velký výstupní odpor
  - b) velké zesílení, malý vstupní a velký výstupní odpor
  - c) malé zesílení, velký vstupní a malý výstupní odpor
2. Pokud připojíme na výstup výkonového zesilovače vyšší impedanci než předepsanou:
  - a) pak se zesilovač zničí
  - b) zesilovač bude pracovat, ale s nižším výkonem
  - c) zesilovač bude pracovat s nezměněným výkonem
3. Limitace zesilovače znamená že:
  - a) se při dalším zvyšování vstupního napětí nemění napětí výstupní
  - b) se při dalším zvyšování vstupního napětí zvyšuje výstupní výkon zesilovače
  - c) se při dalším zvyšování vstupního napětí snižuje výstupní výkon zesilovače
4. Chladič u výkonového zesilovače:
  - a) odvádí pracovní výkon
  - b) nastavuje pracovní bod koncového stupně
  - c) odvádí ztrátový výkon
5. U Sziklaiovo (kvazikomplementárního) zapojení se dvojice tranzistorů chová tak:
  - a) jako by šlo o jeden tranzistor stejné vodivosti jako budící stupeň
  - b) jako by šlo o jeden tranzistor stejné vodivosti jako má výstupní stupeň
  - c) jako by šlo o jeden tranzistor se zesilovacím činitelem vyšším než mají jednotlivé stupně v zapojení



## Pokyny pro vyučujícího

Materiál a nářadí rozpočítáno na jednoho žáka

Název	Množství	Poznámka
Kondenzátor elektrolytický radiální; 10 $\mu$ F; 25 V	2 ks	
Kondenzátor elektrolytický radiální; 0,22 mF; 25 V	1 ks	
Kondenzátor keramický 330 pF	3 ks	
Kondenzátor elektrolytický radiální; 1 mF; 25 V	1 ks	
Tranzistor NPN, BC546B	2 ks	
Tranzistor PNP, BC556B	1 ks	
Tranzistor NPN, BD243	2 ks	
Rezistor vel. 0207, 390 $\Omega$	1 ks	
Rezistor vel. 0207, 620 $\Omega$	1 ks	
Rezistorový trimr PT10H 500 $\Omega$	1 ks	
Rezistor vel. 0207, 8,2 k $\Omega$	1 ks	
Rezistorový trimr PT10H, 10 k $\Omega$	1 ks	
Rezistor vel. 0207; 220 $\Omega$	2 ks	
Rezistor 5 W, 0,47 $\Omega$	2 ks	
Rezistor vel. 0207; 470 $\Omega$	1 ks	
Svorkovnice do DPS, ARK300/2	2 ks	
Konektorové kolíky lámací S1G20	0,1 ks	
Matice M3	2 ks	
Šroub M3 $\times$ 15; válcová hlava, křížová drážka	2 ks	
Pérová podložka M3	2 ks	
Slídová podložka (32 $\times$ 20)	1 ks	
Chladič (hliníkový plech 80 $\times$ 40 $\times$ 2 mm)	1 ks	
Deska spoje AU2103	1 ks	

Název	Množství	Poznámka
Kleště štípací stranové	1 ks	
Nůž kabelový	1 ks	
Kleště ploché	1 ks	
Kleště kulaté	1 ks	
Multimetr a měřicí šňůry	1 ks	
Osciloskop	1 ks	
Generátor 1 kHz	1 ks	
Zdroj 24 V DC, 5 A	1 ks	
Oddělovací transformátor	1 ks	
Pájedlo (pájecí stanice)	1 ks	
Pájka	0,02 kg	
Tavidlo	0,005 kg	
Rezistor 8 $\Omega$ ; 25 W (zátěž)	1 ks	

Při kontrole se zaměříme na:

1. Osazení součástek
2. Pájení
3. Měření hodnot

**Klíč správných odpovědí:** 1 – c); 2 – b); 3 – a); 4 – c); 5 – a)