

## RC OSCILÁTOR

201 - 4R

1. Navrhňte RC oscilátor s Wienovým článkem, operačním zesilovačem a žárovkovou stabilizací amplitudy, podle doporučeného zapojení, je-li dáno:
  - rozsah frekvencí:  $f_{\min} = 60 \text{ Hz}$ ,  $f_{\max} = 600 \text{ Hz}$
  - operační zesilovač: **MAA 741 CN**, napájecí napětí  $\pm 15 \text{ V}$
  - doporučená hodnota:  $C_1 = C_2 = C = 100 \text{ nF}$ , žárovka **4AF**
2. Sestavte navržený oscilátor, nastavte jeho optimální režim a změřte:
  - skutečný frekvenční rozsah změřený se zapojenými součástkami
  - velikost výstupního napětí (efektivní hodnotu) a jeho stabilitu při přeladování frekvence v celém zadaném frekvenčním rozsahu

16

MOŘKOVSKÝ TOMÁŠ

M4

2

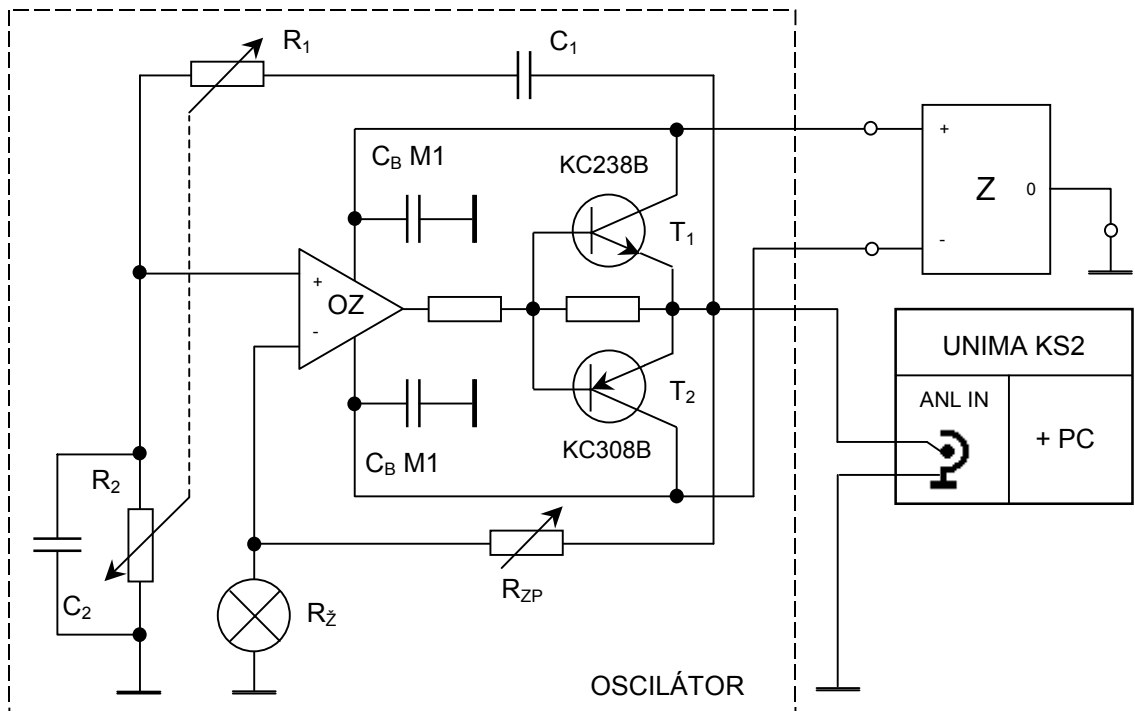
2000 - 2001

24. 11. 2000

8. 12. 2000

4

# SCHÉMA



**Obr.:** Schéma RC Oscilátoru (Oscilátor + připojený zdroj a měřící zařízení)

# POUŽITÉ PŘÍSTROJE

OZN.	PŘÍSTROJ	TYP	EVID. Č.	POZNÁMKA
UNIMA	Lab. přístroj	KS 2	99 - 5 / 391	$\pm 1 \%$
PC	Osobní počítač	386 DX2	74 - 5 / 403	program UNIMA
Z	Zdroj ss. napětí	BK 125	---	$\pm 15V$ , $\delta_V = \pm 1,5 \%$
DMM	Dig. multimetr - R	M 4650 CR	- 208 -	$\delta_\Omega = 0,15 \%$ + 3 dig
DMM	Dig. multimetr - C	M 4650 CR	- 208 -	$\delta_C = 2 \%$ + 20 dig
R <sub>1</sub>	Odporová dekáda	České výroby	OTE 493	m $\Omega$ - k $\Omega$
R <sub>2</sub>	Odporová dekáda	České výroby	OTE 499	m $\Omega$ - k $\Omega$
R <sub>ZP</sub>	Odporová dekáda	České výroby	OTE 494	m $\Omega$ - k $\Omega$
RC osc	Lab. přípravek	OZ, R, C, T	---	nepájivé pole + souč.

# POSTUP MĚŘENÍ

## 1. Návrh oscilátoru:

- a) Změříme odporu zvolené žárovky. Z návrhu odporového děliče zpětné vazby vypočteme přibližnou hodnotu zpětnovazebního rezistoru  $R_{ZP}$  (u Wienova členu platí  $A_U = 3$ ) – hodnota  $R_{ZP}$  je rovna dvojnásobku odporu žárovky.

$$A_U = 3 = \frac{R_{ZP} + R_{\dot{z}}}{R_{\dot{z}}}$$

- b) Změření hodnot kondenzátorů  $C_1$ ,  $C_2$ , výpočet geometrického průměru z jejich hodnot.
- c) Výpočet  $R_{\min}$  a  $R_{\max}$  pro krajní hodnoty frekvenčního rozsahu.

$$R_{\min} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f_{\max} \cdot C} \qquad R_{\max} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f_{\min} \cdot C}$$

2. Výroba přípravku – osazení nepájivého pole součástkami dle schématu oscilátoru (kontrola obou tranzistorů – parametr  $h_{21E}$ ).
3. Připojení zdroje, odporových dekád, které nám realizují odpory Wienova členu ( $R = R_1 = R_2$ ), a měřícího přístroje UNIMA. Důkladná kontrol celého zapojení.
4. Protože se hodnota odporu žárovky v celém zapojení změní oproti hodnotě změřené DMM, musíme zpětnovazebním rezistorem doladit – ustálit sinusový signál na výstupu oscilátoru. Velikost  $R'_{ZP}$  se může lišit výrazně lišit oproti původnímu – vypočtenému  $R_{ZP}$ .
5. Změříme frekvenční rozsah. Postupně shodně nastavujeme  $R_1$  a  $R_2$  v rozmezí  $R_{\min}$  až  $R_{\max}$ . Frekvenci odečítáme po daných dílcích (např 60 Hz). Určíme minimální a maximální frekvenci (při maximálním a minimálním nastavením rezistorů v rozmezí vypočtených hodnot).
6. Vypočteme střední hodnotu napětí  $U_{0S}$  a vyhodnotíme napět'ovou stabilitu při přelad'ování  $\delta_{U\%}$  [%]. Zhodnocení celého měření, odhad chyb.

$$\delta_{U\%} = \frac{U_{0\max} + U_{0\min}}{2} \qquad U_{0S} = \frac{U_{0\max} - U_{0\min}}{U_{0S}} \cdot 100 [\%]$$

$U_{0\max}$  ... největší napětí oscilátoru při přeladění v celém frek. rozsahu

$U_{0\min}$  ... největší napětí oscilátoru při přeladění v celém frek. rozsahu

# TABULKY

**TAB. 1** Zadané, vypočtené, změřené hodnoty součástek a veličin.

součástka veličina	zadáno	změřeno, vypočteno
$f_{\min}$ [Hz]	60,0	60,8
$f_{\max}$ [Hz]	600	608
$A_U$ [-]	3	-
$C_1$ [nF]	100	98,14
$C_2$ [nF]	100	98,88
$C$ [nF]	100	99,01
$R_z$ [ $\Omega$ ]	-	54,50
$R_{ZP}$ [ $\Omega$ ]	-	109
$R'_{ZP}$ [ $\Omega$ ]	-	290
$R_{\min}$ [ $\Omega$ ]	-	2679,1
$R_{\max}$ [k $\Omega$ ]	-	26,791

**TAB. 2** Velikosti výstupního napětí v závislosti na frekvenci.

Č.M.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$f$ [Hz]	60,3	121	181	244	303	363	420	482	546	608
$U_0$ [V]	4,32	4,26	4,26	4,25	4,22	4,25	4,25	4,26	4,22	4,21

**TAB. 3** Výsledná střední hodnota napětí a napěťová stabilita.

Veličina	Hodnota
$U_{0s}$ [V]	4,265
$\delta_{U\%}$ [%]	0
$k$ [%]	0,4 / (0,8-1,2) / (1-2) *

\* při minimální frekvenci, střední frekvenci, maximální frekvenci

## PŘÍKLAD VÝPOČTU

### a) Návrh děliče.

Výpočet zpětnovazebního rezistoru  $R_{ZP}$  ze změřené hodnoty  $R_z$ .

$$R_{ZP} = 2 \cdot R_z = 2 \cdot 54,5 = \underline{\underline{109 \Omega}}$$

### b) Určení hodnot kondenzátorů pro práci s Wienovým členem.

Výpočet geometrického průměru z kondenzátorů  $C_1$  a  $C_2$ .

$$C = \sqrt{C_1 \cdot C_2} = \sqrt{(98,14 \cdot 99,88) \cdot 10^{-9}} = \underline{\underline{99,01 \text{ nF}}}$$

### c) Výpočet krajních hodnot rezistorů pro práci s Wienovým členem

Výpočet je dán krajními hodnotami frekvenčního rozsahu.

$$R_{\min} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f_{\max} \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 600 \cdot 99,01 \cdot 10^{-9}} = \underline{\underline{2679,1 \Omega}}$$

$$R_{\max} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f_{\min} \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 60 \cdot 99,01 \cdot 10^{-9}} = \underline{\underline{26,791 \text{ k}\Omega}}$$

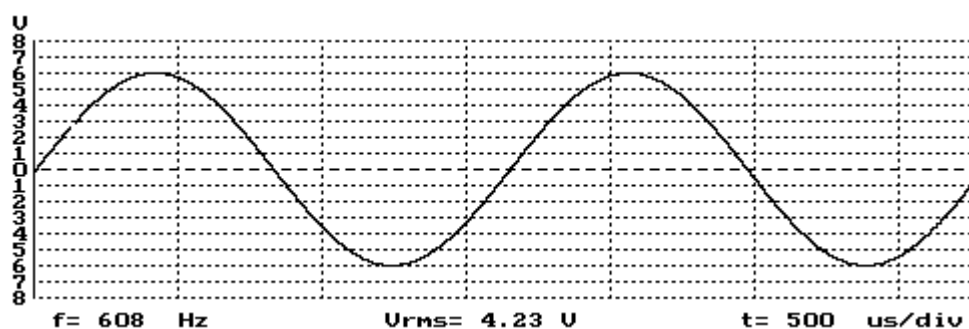
## GRAFY

Zobrazení výstupního signálu na osciloskopu (UNIMA) ..... viz list č.5

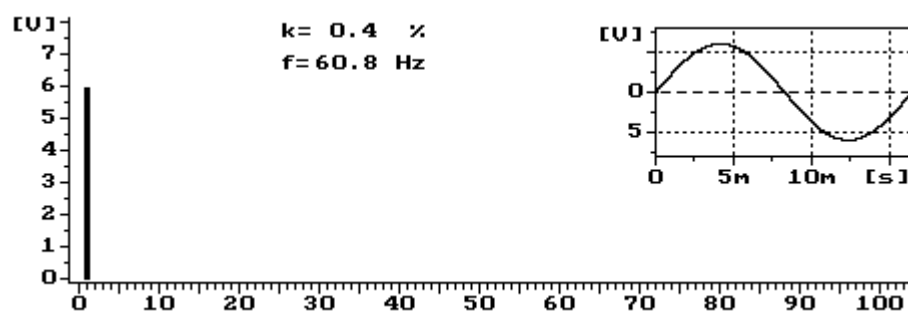
Zobrazení spektrální analýzy výstupního signálu (UNIMA) ..... viz list č.5

Graf závislosti napětí na výstupní frekvenci ..... viz list č.5

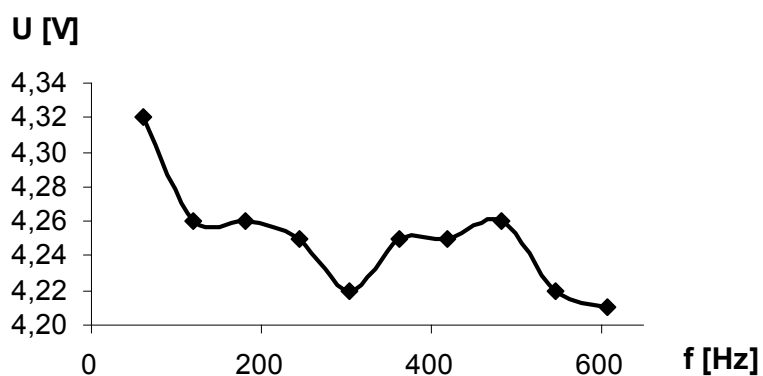
## Zobrazení výstupního signálu na osciloskopu (UNIMA)



## Zobrazení spektrální analýzy výstupního signálu (UNIMA)



## Graf závislosti napětí na výstupní frekvenci



# ZÁVĚR

## Chyby měření

Měření můžeme považovat za téměř přesné ( $< 0,5 \%$ ). Odporové dekády jsme považovali skoro za etalony, nicméně se obě dekády použité jako rezistory ve Wienově členu nepatrně lišily a tak zde při přeladování mohla vznikat chybička zejména u maximálních frekvencí. Měření kapacity kondenzátorů bylo taktéž relativně nepřesné ( $\pm 3\%$ ), ale v našem zapojení tato nepřesnost není až tak důležitá a tak ji můžeme téměř zanedbat. Určitou chybu – zkreslení charakteristik – způsobil přístroj UNIMA ( $\pm 1 \%$ ).

## Zhodnocení

1. Rozdíl zadané a změřené hodnoty frekvenčního rozsahu činil asi  $1 \%$ , vezmeme-li v úvahu chyby, kterých jsme dopustili je to přijatelný výsledek.
2. Parametr napěťová stabilizace jsme vypočítali z celkem 10 hodnot frekvencí a výsledek  $0,0258 \%$  nám říká, že je relativně výborná (při minimální frekvenci zde byla větší odchylka – možná nepřesnost měření).
3. Měřením jsme zjistili, že velikost harmonického zkreslení z velké části souvisí s velikostí frekvence. Činitel harmonického zkreslení  $k$  byl při minimální frekvenci konstantní hodnoty  $0,4 \%$ . Naopak při maximální frekvenci rychle kolísal mezi  $1 - 2 \%$ . Budeme-li posuzovat tuto hodnotu zhruba na středních frekvencích dojdeme k závěru, že činí asi  $1 \%$ , což můžeme taktéž považovat jako téměř výborný výsledek (uvážíme-li chyby měřicího přístroje UNIMA).