

# Wienův oscilátor

Ondřej Šika

# Obsah

<b>1</b>	<b>Zadání</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Teoretický úvod</b>	<b>1</b>
2.1	Rozdělení generátorů . . . . .	1
2.2	Princip činnosti oscilátoru . . . . .	2
2.3	Metody měření kmitočtu . . . . .	2
2.3.1	Čítačem . . . . .	2
2.3.2	Metoda měření časovou základnou . . . . .	2
2.3.3	Lissajousovými obrazy . . . . .	2
2.3.4	Metoda modulace jasu . . . . .	3
2.4	Návrh Wienova oscilátoru . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Postup měření</b>	<b>5</b>
3.1	Využití kalibrace časové základny . . . . .	5
3.2	Metoda Lissajousových obrazců . . . . .	5
3.3	Modulace jasu obrazovky . . . . .	5
<b>4</b>	<b>Schéma zapojení</b>	<b>6</b>
4.1	Měření čítačem . . . . .	6
4.2	Měření Lissajousovými obrazy . . . . .	6
4.3	Měření modulací jasu . . . . .	6
<b>5</b>	<b>Naměřené a vypočtené hodnoty</b>	<b>7</b>
5.1	Přípravek oscilátoru . . . . .	7
5.2	Navrhovaný oscilátor . . . . .	7
<b>6</b>	<b>Příklady výpočtů</b>	<b>7</b>
<b>7</b>	<b>Grafy</b>	<b>8</b>
7.1	Metody měření frekvence RC oscilátoru s wienovým článkem, $f=800\text{Hz}$ . . . . .	8
7.2	Metody měření frekvence RC oscilátoru s wienovým článkem, $f=3000\text{Hz}$ . . . . .	9
<b>8</b>	<b>Závěr</b>	<b>10</b>

# 1 Zadání

1. Určete výpočtem ze známých hodnot součástek frekvenci signálu předloženého oscilátoru na přípravku a proveďte její měření čítačem.
2. Navrhněte RC oscilátor s Wienovým článkem tak, aby frekvence generovaného signálu byla přeladitelná od 800 Hz do 3 kHz (konkrétní hodnoty zadá vyučující).
3. Vámi navržené zapojení realizujte pomocí stejného přípravku s operačním zesilovačem, odporovými dekádami 1-999k $\Omega$  a kapacitními dekádami 1-999nF.
4. Měření výsledného signálu oscilátoru na navrhovaných frekvencích (tj. Teoreticky 800 Hz a 3 kHz) proveďte  
čítačem  
pomocí časové základny osciloskopu  
pomocí Lissajousových obrazců  
modulací jasu obrazovky osciloskopu  
Naměřené hodnoty zobrazte pomocí sloupcového grafu a zhodnoťte v závěru.
5. V závěru popište postup při rozběhu oscilátoru (podmínky pro vznik kmitů), možnost stabilizace amplitudy a uveďte možnosti praktického využití Wienova oscilátoru.

## 2 Teoretický úvod

### 2.1 Rozdělení generátorů

Podle druhu výstupního signálu

- Spojitě přeladitelné – hrubé a jemné nastavení výstupního kmitočtu
- Pevné – kmitočtové normály, velká stabilita
- Rozmítané – automatické přeladování výstupní frekvence v nastavitelném rozsahu, měření frekvenčních charakteristik pomocí osciloskopu

Podle typu vnitřního oscilátoru

- RC
- LC
- Krystalové
- Atomové

## 2.2 Princip činnosti oscilátoru

Každý oscilátor je tvořen aktivním a pasivním členem. Aktivní člen je zesilovač a pasivní člen je určitý frekvenčně závislý dvojbran. Oba obvody musejí dohromady splňovat dvě oscilační podmínky.

### Amplitudová oscilační podmínka

Součin zesílení aktivního a pasivního obvodu musí být 1. Útlum pasivního členu musí být stejný jako zesílení aktivního členu.

$$A_U + \beta = 1$$

### Fázová oscilační podmínka

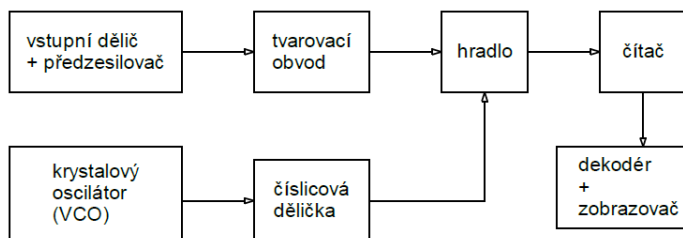
Součet fázových posuvů aktivního a pasivního členu musí být roven  $n * 2\pi$

$$\varphi_A + \varphi_B = n * 2\pi$$

## 2.3 Metody měření kmitočtu

### 2.3.1 Čítačem

Měřič se skládá ze zesilovače, tvarovače, usměrňovače, derivačního členu a měřidla na principu integrátoru. Signál přivedený na vstup se zesílí, proto musí být úroveň signálu dostatečná pro vstup zesilovače. Pokud je úroveň příliš velká, tak se omezí. Dále se tento signál přivede na vstup tvarovače, který vytváří ze sinusového signálu signál obdélníkový. Signál se usměrní a kladné půlvlny se přivedou na vstup derivačního článku. Ten reaguje pouze na náběžnou hranu obdélníku a tím vytvoří pouze impulsy. Ty se přivádí do měřidla, načítají se a čím více je přivedených pulsů, tím ukáže měřidlo větší hodnotu kmitočtu.



### 2.3.2 Metoda měření časovou základnou

Na vstup osciloskopu přivedeme neznámý signál. Na stínítku musí být vidět celá perioda. Podle počtu dílku, které zabírá, a nastavení časové základny zjistíme frekvenci daného signálu.

### 2.3.3 Lissajousovými obrazy

Na vstup osciloskopu X/CH1 přivádíme známý sinusový průběh a na vstup Y/CH2 neznámý. Měření se provádí při vypnuté časové základně (mód X-Y). Tímto se na stínítku zobrazí Lissajousovy obrazce, které se tvoří vzájemným působením obou

přivedených signálů (každý vychyluje tok elektronů v obrazovce v jedné ose). Podle počtu dotyků na osách se určí poměr obou frekvencí.  $\frac{f_x}{f_n} = \frac{x}{y}$ , kde  $f_x$  je neznámá frekvence,  $f_n$  známá frekvence,  $x$  je počet bodů dotyku s osou  $x$  a  $y$  počet bodů dotyku s osou  $y$ .

Poměr frekvencí	Fázové posunutí				
	0°	45°	90°	135°	180°
1:1					
1:2					
1:3					
2:3					
3:4					
3:5					

### 2.3.4 Metoda modulace jasu

Namísto vnitřní časové základny osciloskopu přivádíme na externí časovou základnu neznámý kmitočet. Na vstupy  $X$  a  $Y$  přivedeme stejný sinusový signál, který RC článkem posuneme o  $\frac{\pi}{2} rad$ . Tato frekvence nám rozdělí kruh v rytmu kladných a záporných půlvln v poměru známé a neznámé frekvence.

## 2.4 Návrh Wienova oscilátoru

Přeladitelný oscilátor od  $f_d = 800\text{Hz}$  do  $f_h = 3000\text{Hz}$ .

### Výpočet RC pro hraniční frekvence

Zvolíme si  $C = 33\text{nF}$ . Dopočteme  $R$  pro  $f_d$ .

$$R_d = \frac{1}{2 * \pi * f_d * C} = \frac{1}{2 * \pi * 800 * 33 * 10^{-9}} = 6020\Omega$$

Zaokrouhlíme hodnotu do E12 směrem nahoru, abychm posunuli frekvenci níž.

$$R_d = 6200\Omega$$

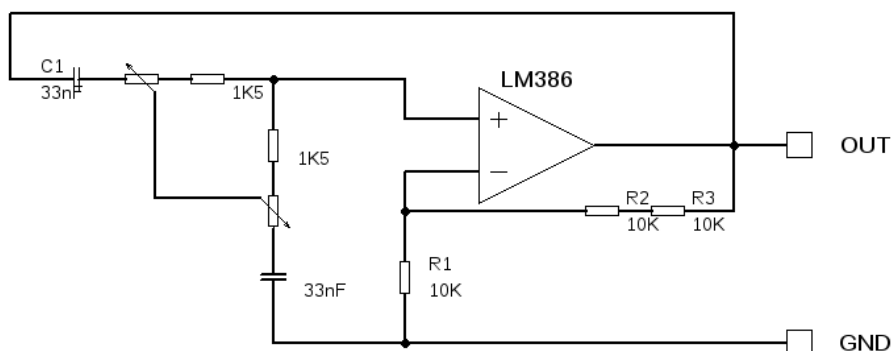
Stejně spočítáme odpor pro horní frekvenci.

$$R_h = \frac{1}{2 * \pi * f_h * C} = \frac{1}{2 * \pi * 3000 * 33 * 10^{-9}} = 1600\Omega$$

Po zaokrouhlení dolů.  $R_h = 1500\Omega$

Wienův článek má přenos  $A_U = \frac{1}{3}$  a nezpůsobuje fázový posuv. Proto musíme navrhnout neinvertující zesilovač se zesílením 3. Zapokéme tedy operační zesilovač s poměrem odporů 2:1. Potenciometr jsem si našel v katalogu PC1622NK005 (stereo, 5K; <http://www.gme.cz/uhlikove-potenciometry-16mm-stereo/pc1622nk005-p113-063/>) a jako OZ jsem vybral obvod LM386.

### Schéma zapojení



### Seznam součástek

- 2x 33nF
- 2x 1K5
- 3x 10K
- 1x PC1622NK005
- 1x LM386

### 3 Postup měření

Zapojíme oscilátor podle návrhu a na osciloskopu zobrazíme průběh generovaného signálu. Upravíme zesílení tak, aby byla splněna podmínka udržení kmitů a aby byl výstupní signál nezkreslený. Postupně nastavíme součástky řídicího obvodu tak, jak jsme vypočítali jejich hodnotu pro zadané frekvence a změříme skutečnou frekvenci všemi metodami.

#### 3.1 Využití kalibrace časové základny

Měření frekvence je zde převedeno na měření času periody. Napětí o měřeném kmitočtu připojíme na kanál CH1. Citlivost kanálu upravíme podle vstupního napětí, frekvenci ČZ nastavíme tak, abychom viděli celou periodu měřeného signálu. Podle cejchování ČZ (musíme mít zapnutou kalibraci CAL!!!) změříme dobu periody a vypočítáme frekvenci.

#### 3.2 Metoda Lissajousových obrazců

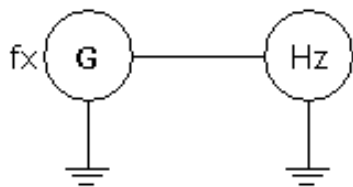
Na jeden kanál osciloskopu připojíme měřený signál ( $f_X$ ) a na druhý kanál signál se známou (normálovou) frekvencí  $f_N$ . Při vypnuté ČZ (režim XY) se na obrazovce objeví obrazec, ze kterého můžeme určit poměr známého a neznámého kmitočtu. Obvod pracuje se sinusovou časovou základnou ( $f_N$ ), nemá zhášení zpětných běhů a proto vidíme obrazec plasticky. Pokud bude poměr známého a neznámého kmitočtu poměrem dvou celých čísel, nebude se obrazec „otáčet“ (protože se nebude měnit vzájemný fázový posuv).

#### 3.3 Modulace jasu obrazovky

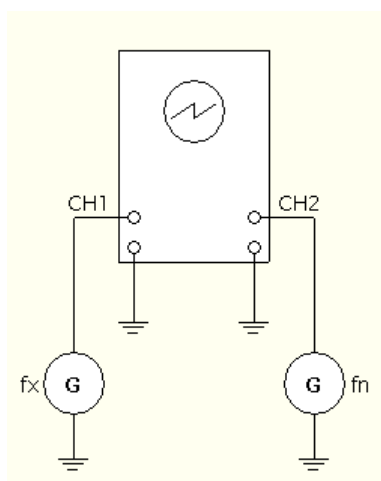
Normálovou frekvenci ( $f_N$ ) připojíme na oba kanály osciloskopu – na CH1 přímo a na CH2 fázově posunutou. Vytvoří se tak Lissajousův obrazec s poměrem 1:1 (elipsa nebo kružnice). Měřený signál ( $f_X$ ) přivedeme externí ovládání mřížky (gate) obrazovky (EXTERNAL BLANKING INPUT). Tím Lissajousův obrazec přerušován (zhasínán) zápornou půlvlnou měřeného signálu ( $f_X$ ). Pokud bude poměr neznámého a známého kmitočtu poměrem dvou celých čísel, nebudou se místa, kde je obrazec zhasnut „pohybovat“ a jejich počet bude určovat poměr  $f_X/f_N$ . !!! Pozor - při nastavení příliš velkého jasu obrazovky nebudou jednotlivé úseky na zobrazené kružnici nebo elipse vůbec rozeznatelné, celý obrazec bude svítit stejnoměrně. Na počátku měření proto nastavíme nízkou úroveň jasu.

## 4 Schéma zapojení

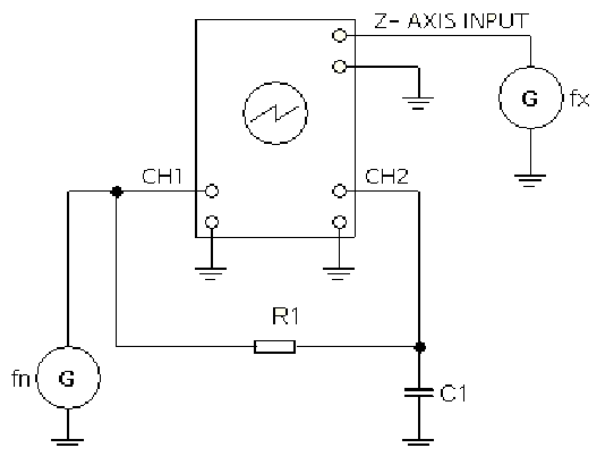
### 4.1 Měření čítačem



### 4.2 Měření Lissajousovými obrazci



### 4.3 Měření modulací jasu





## 5 Naměřené a vypočtené hodnoty

### 5.1 Přípravek oscilátoru

Zadaný oscilátor se skládal z  $R = 10k\Omega$  a  $C = 23490pF$ .

$$f = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2 * \pi * 10000 * 23490 * 10^{-12}} = 677.54Hz$$

Ověřena čítačem  $f = 672.3Hz$

### 5.2 Navrhovaný oscilátor

frekvence	teoretická	čítačem	časová základna	Lissajousovy obr.	modulace jasu
$f_d$ [Hz]	800	746.2	788	789	788
$\Delta f_d$ [Hz]	0	53.8	12	11	12
$f_h$ [Hz]	3000	2857	2864	2757	2893
$\Delta f_h$ [Hz]	0	143	138	243	107

## 6 Příklady výpočtů

Výpočet rozdílu frekvencí

$$\Delta f = f_v - f_n = 3000 - 2757 = 243Hz$$

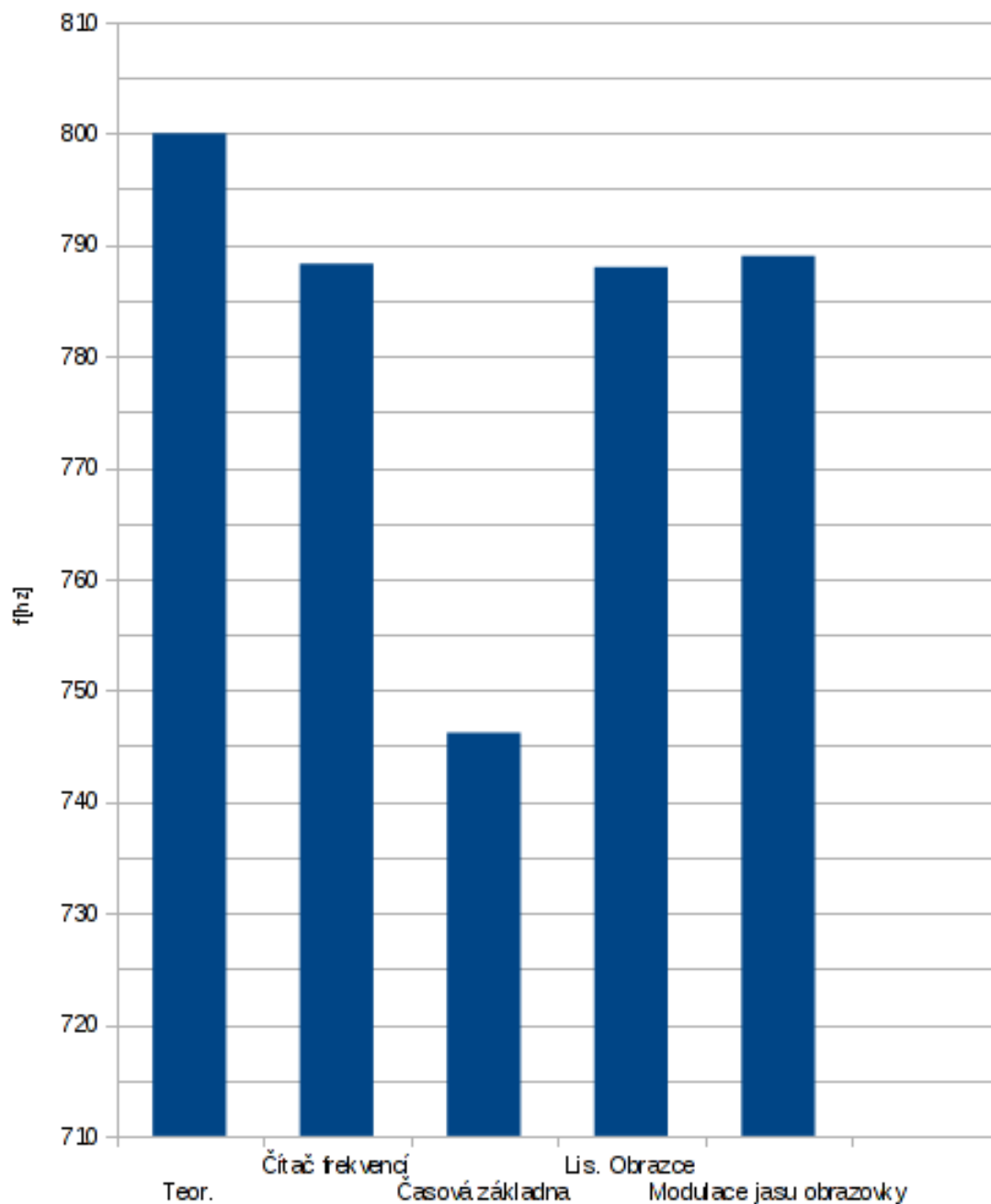
Výpočet frekvence z periody

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.001340} = 746Hz$$

## 7 Grafy

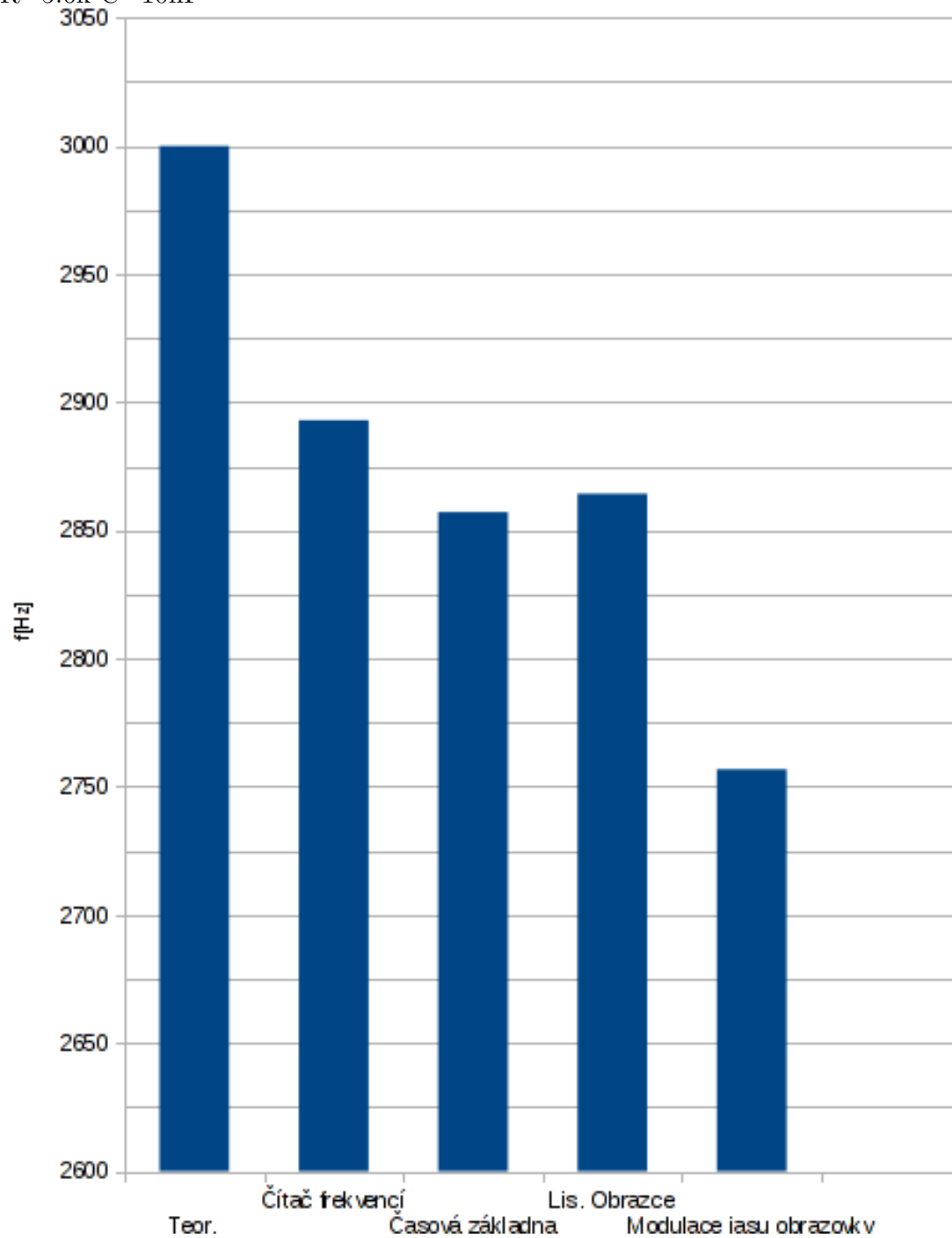
### 7.1 Metody měření frekvence RC oscilátoru s wienovým článkem, $f=800\text{Hz}$

$R=18\text{k}$   $C=10\text{nF}$



## 7.2 Metody měření frekvence RC oscilátoru s wienovým článkem, $f=3000\text{Hz}$

$R=5.6\text{k}$   $C=10\text{nF}$



## 8 Závěr

Při rozběhu oscilátoru nesmí platit amplitudová oscilační podmínka. Zesilovač musí mít větší zesílení než útlum pasivního členu. Pokud vložíme do zpětné vazby tepleně závislý odpor (termistor, žárovka), zajistí nám že při rozběhu bude  $A_u$  větší než za chodu. Dále nám zaručuje jistou stabilitu obvodu.

Oscilátory se používají jako generátory sinusových kmitů u radiotechnice a video-technice, jako generátory nosných frekvencí. Používají se při měření funkcí a parametrů různých zapojení.

Nejpřesnější byla metoda pomocí čítače, protože zde byla jen chyba čítače. Ve všech ostatních metodách byl použit stejný čítač a proto mohla vzniknout nejen chyba čítače, ale i osciloskopu současně. Největší chyba byla při měření periody, protože osciloskop má velkou chybu. Je to dáno účelem přístroje (osciloskop má zobrazovat tvar signálu) a odečet z osciloskopu není přesný.