

# 1 Zadání

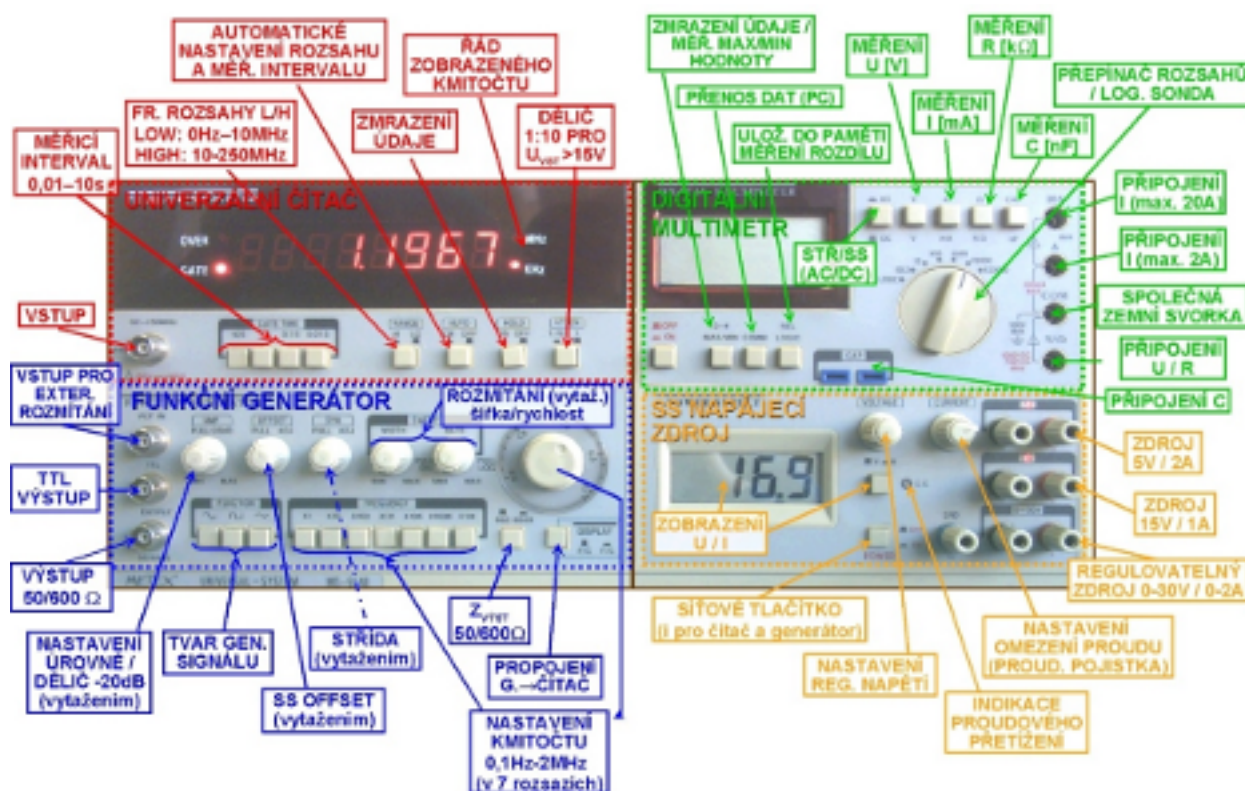
1. Pomocí osciloskopu zobrazte průběh sinusového, trojúhelníkového a obdélníkového souměrného střídavého signálu dodávaného předloženým generátorem. Na libovolném průběhu z výše uvedených si ověřte funkci automatické (režim AUTO) a spouštěné časové základny (režim NORM) s využitím nastavení spouštěcí úrovně potenciometrem LEVEL.
2. Pomocí osciloskopu nastavte parametry sinusového, trojúhelníkového a obdélníkového souměrného střídavého signálu z nízkofrekvenčního generátoru:
  - a) amplituda  $U_{sin} = 280\text{mV}$ ,  $U_{obd} = 0.9\text{V}$ ,  $U_{tr} = 3.4\text{V}$
  - b) frekvence  $f_{sin} = 3392\text{Hz}$ ,  $f_{obd} = 7042\text{Hz}$ ,  $f_{tr} = 281\text{Hz}$
  - c) perioda  $T_{sin} = 300\mu\text{s}$ ,  $T_{obd} = 142\mu\text{s}$ ,  $T_{tr} = 3,6\text{ms}$
3. Nastavte napěťovou úroveň spouštění časové základny v režimu NORMAL na hodnotu  $+2\text{V}$  a  $-1\text{V}$  pro sinusový signál.
4. S použitím funkce OFFSET na generátoru určete maximální rozsah stejnosměrného napěťového posunutí signálu. Měření proveďte u všech zadaných signálů a výsledky porovnejte. Výsledné signály narýsujte na milimetrový papír nebo zpracujte pomocí PC.
5. S použitím funkce SYM na generátoru nastavte krajní hodnoty nesymetrie obdélníkového signálu a určete dobu trvání „jedničkových“ a „nulových“ částí periody v obou případech. Výsledky porovnejte. Výsledné signály narýsujte na milimetrový papír nebo zpracujte pomocí PC.
6. U obdélníkového signálu nastavte s pomocí funkce SYM. Výsledné signály narýsujte na milimetrový papír nebo zpracujte pomocí PC.
  - a) střidu 1 : 5
  - b) střidu 4 : 3
7. S použitím funkce SYM na generátoru nastavte krajní hodnoty nesymetrie trojúhelníkového signálu a určete dobu trvání nárůstu a poklesu napětí v obou případech. Výsledky porovnejte. Výsledné signály narýsujte na milimetrový papír nebo zpracujte pomocí PC.
8. Určete, jak velkou maximální chybu (ve V i v procentech) můžete udělat při odečítání maximální hodnoty napětí jednoho zvoleného průběhu, jestliže budete mít potenciometr kalibrace vstupního zesilovače nastaven do opačné mezní polohy.
9. Určete, jak velkou maximální chybu můžete udělat při odečítání periody a frekvence (v s, Hz i v procentech) jednoho zvoleného průběhu, jestliže budete mít potenciometr kalibrace časové základny nastaven do opačné mezní polohy.

10. Realizujte fázový posuv mezi dvěma sinusovými signály pomocí vloženého dvojbranu – typ dvojbranu zvolte po dohodě s vyučujícím při výkladu praktických úloh a proveďte jeho návrh.
11. Pomocí osciloskopu stanovte velikost vámi vytvořeného fázového posuvu na frekvenci. Měření proveďte pomocí časové základny osciloskopu - výsledné signály narýsujte na milimetrový papír nebo zpracujte pomocí PC.
  - a)  $f$  menší než  $f_m$
  - b)  $f = f_m$
  - c)  $f$  větší než  $f_m$

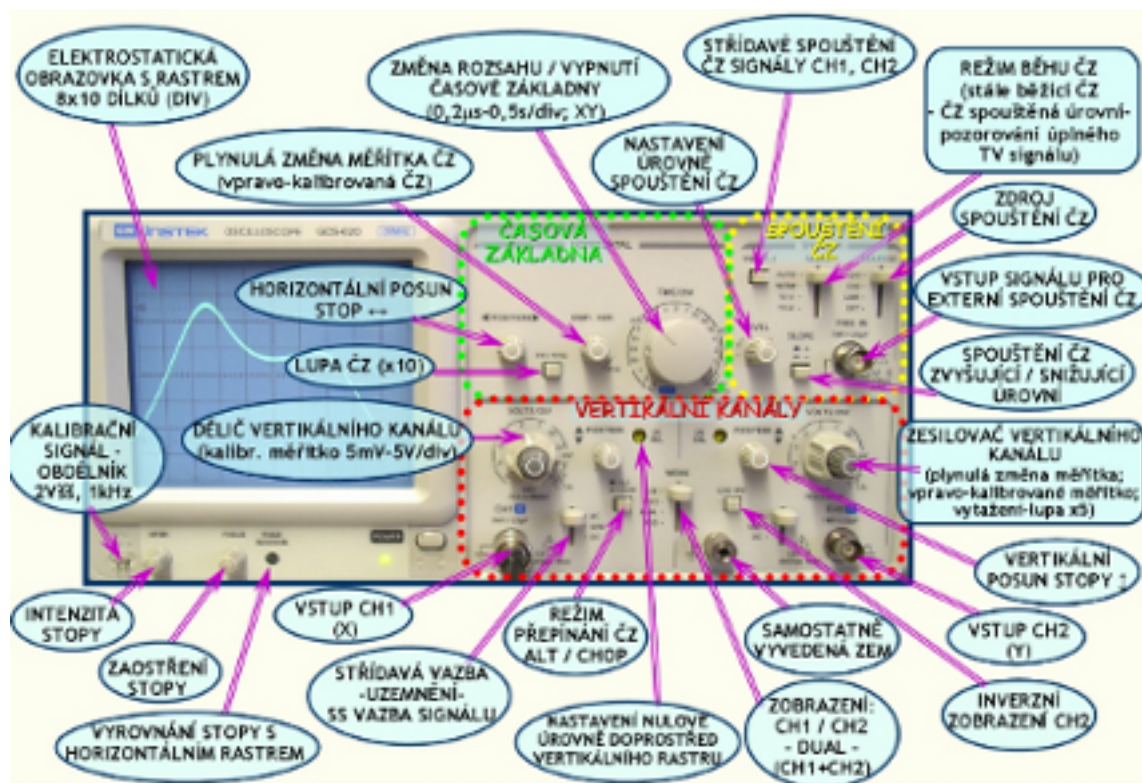
## 2 Teoretický úvod

### 2.1 Ovládání

#### 2.1.1 Generátor funkcí

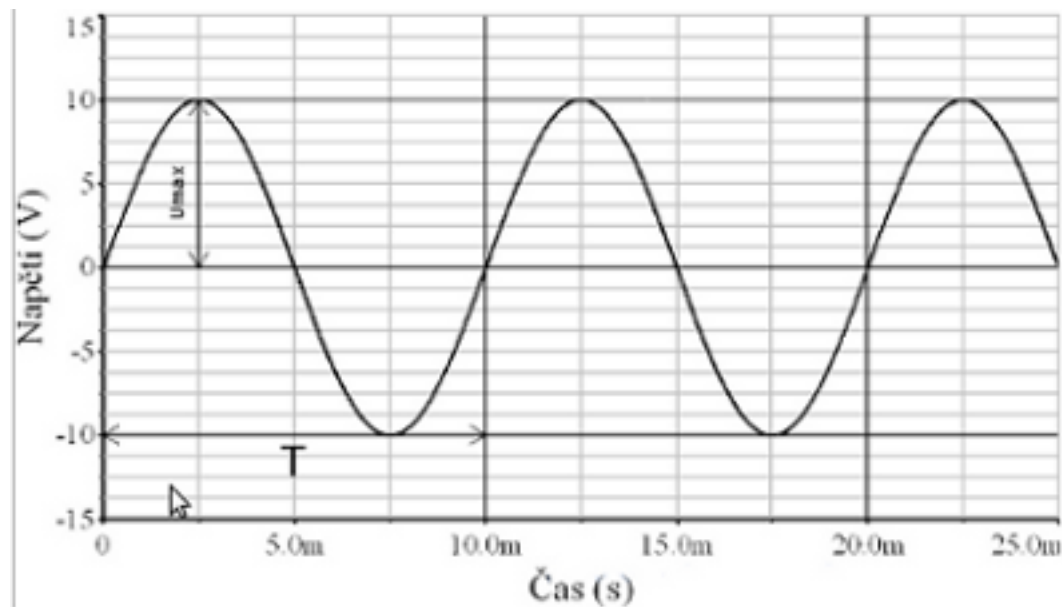


## 2.1.2 Osciloskop

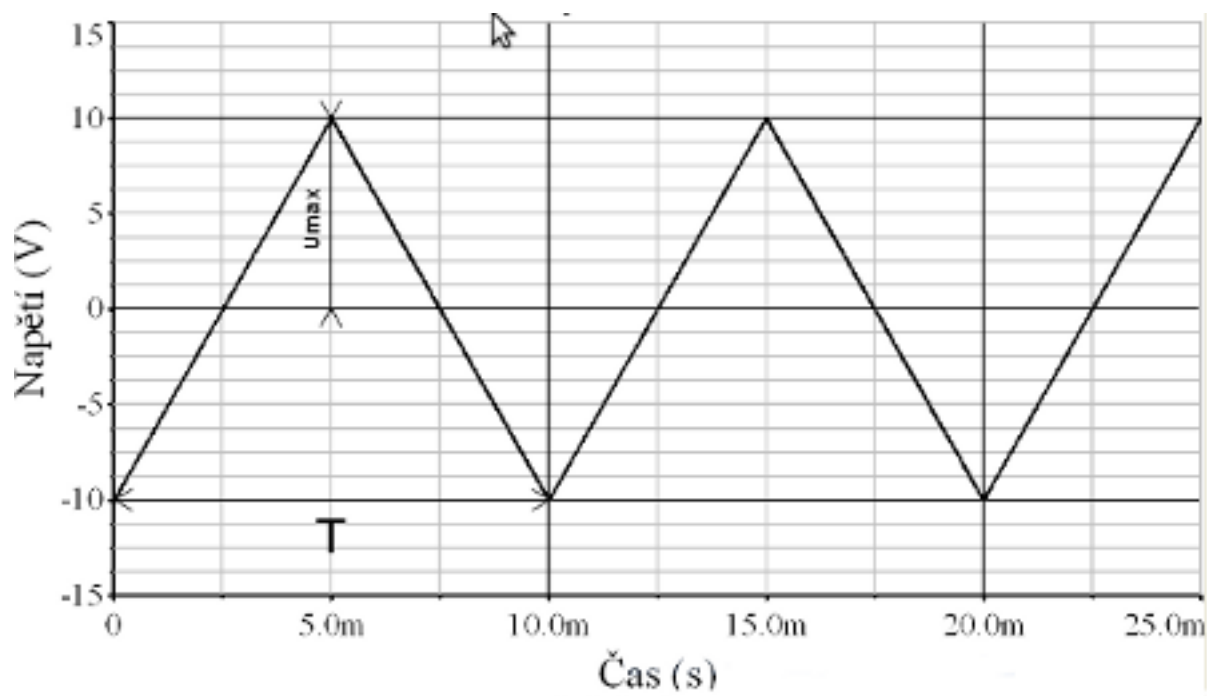


## 2.2 Časové průběhy signálů

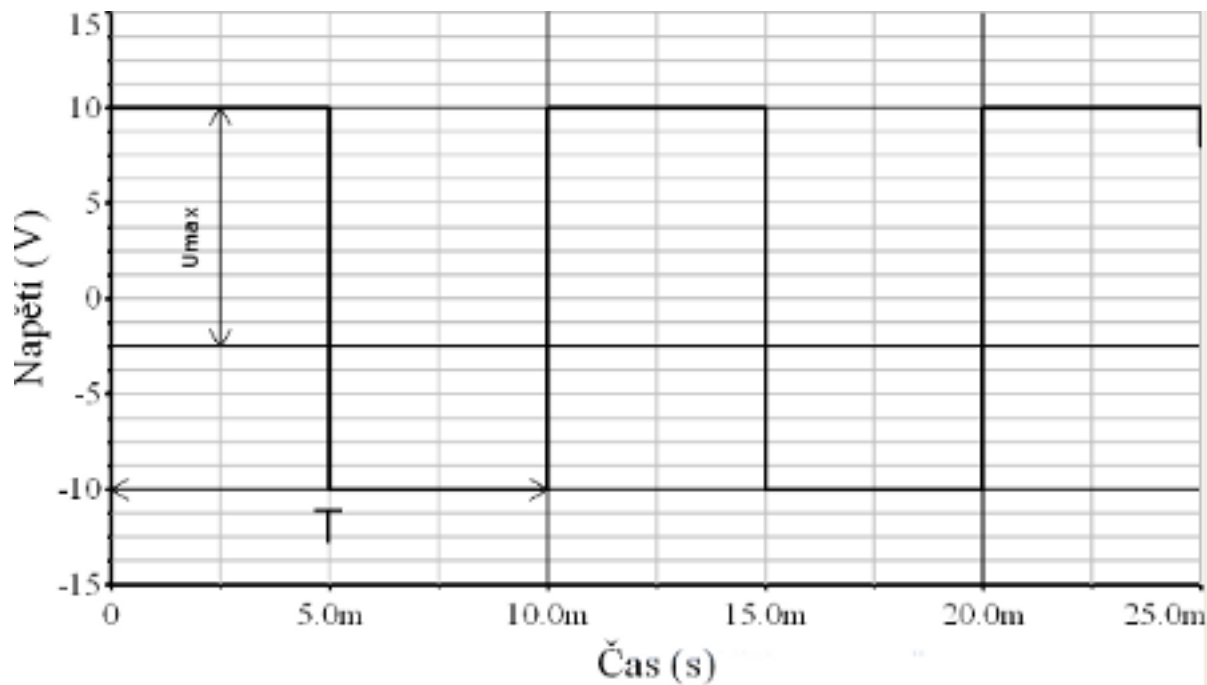
### 2.2.1 Sinus



### 2.2.2 Trojúhelník



### 2.2.3 Obdelník



## 2.3 Osciloskop

Osciloskopy se používají pro měření napětí v závislosti na čase. Používají se také pro měření dalších veličin za předpokladu, že se dají „převést“ na napětí pomocí převodníku. Což může být nejenom měření proudu, ale také měření tlaků, osvětlení, teploty atd. De facto se pomocí osciloskopu dá měřit téměř cokoliv.

Měřený signál přivádíme na vstupy (CH1 a CH2). Pokud signál obsahuje stejnosměrnou složku, je možné ji odfiltrovat přepnutím vazby na střídavou (AC). Ovšem při nízkých frekvencích může být signál zkreslen. Pro ostatní měření je výhodnější použít vazbu stejnosměrnou (DC). Dále je signál přiváděn na VDZ - vstupní děliče a zesilovače, které nastavují hodnotu V/dílek u obrazovky. Každý kanál má svou vlastní volbu vazby a vlastní zesilovače/děliče. Tento osciloskop je dvoukanalový, což znamená, že má pouze jednu elektrostatickou obrazovku, na rozdíl od dvouparskového, který má v podstatě dvě obrazovky v jedné.

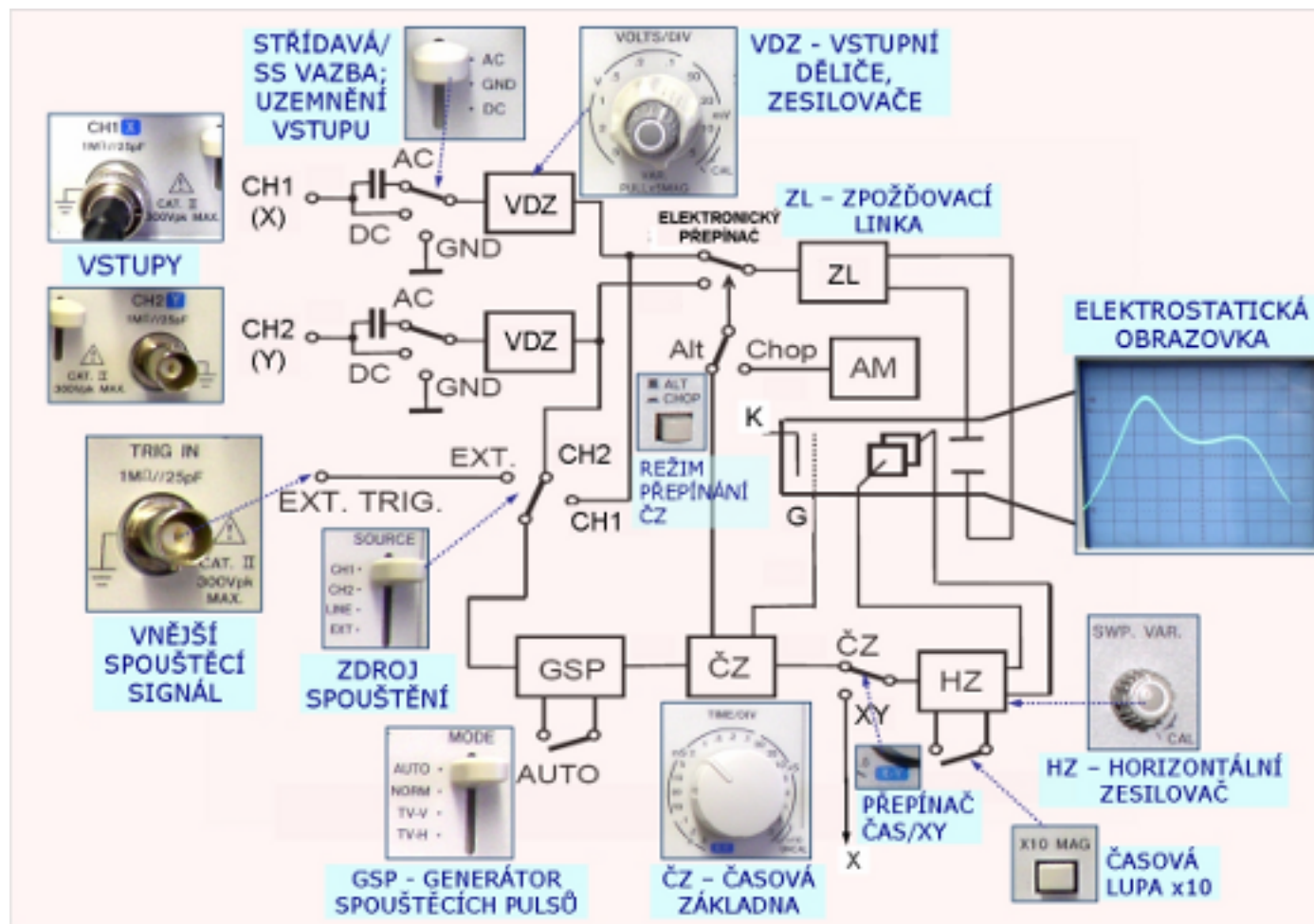
### 2.3.1 Analogový osciloskop

Analogové osciloskopy jsou levnější a konstrukčně jednodušší, ale nenabízí možnosti připojení k PC a pro měření pomalých průběhů je potřeba elektrostatická obrazovka s pomalým luminoforem.

### 2.3.2 Digitální osciloskop

Digitální osciloskopy nabízí oproti analogovým osciloskopům větší uživatelský komfort a možnost ukládání naměřených průběhů. Odpadá také problém s měřením pomalých průběhů, protože digitální osciloskopy jsou schopny ukládat měřený průběh a ten následně zobrazit na obrazovce. Oproti analogovým mají obrovskou výhodu v možnosti připojení a přenosu naměřených průběhů do PC.

## 2.4 Blokové schéma



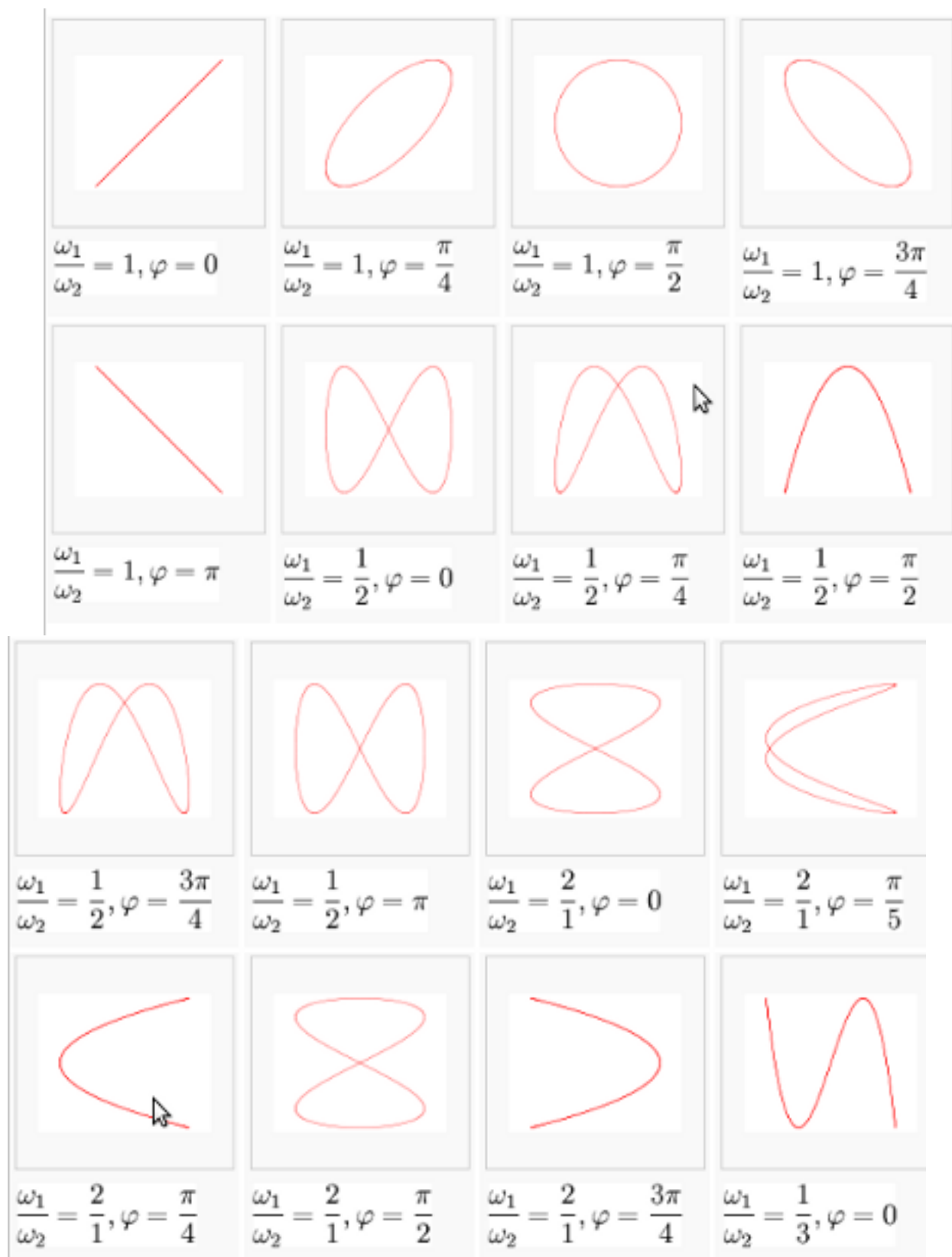
## 2.5 Lissajousovy obrazce

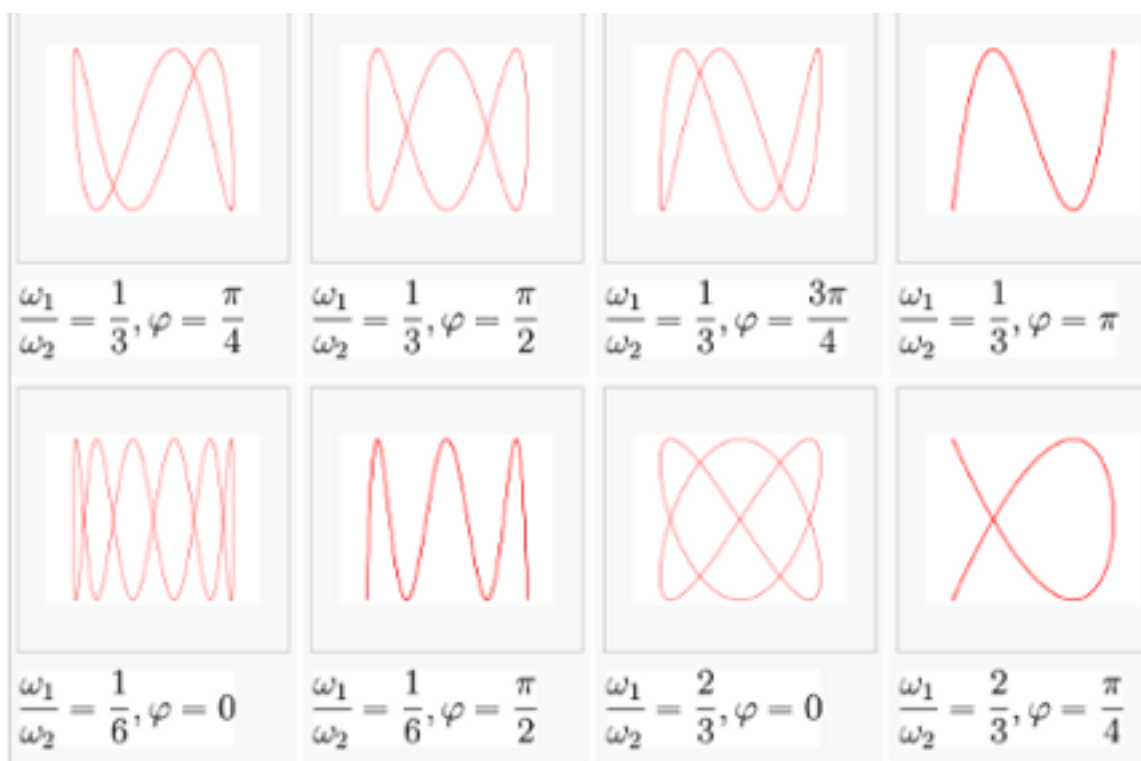
Lissajousovy obrazce jsou křivky získané složením kolmých harmonických kmitů, které lze vyjádřit rovnicemi:

$$x = A_1 \sin \omega_1 t$$

$$y = A_2 \sin \omega_2 (\omega_2 + \varphi)$$

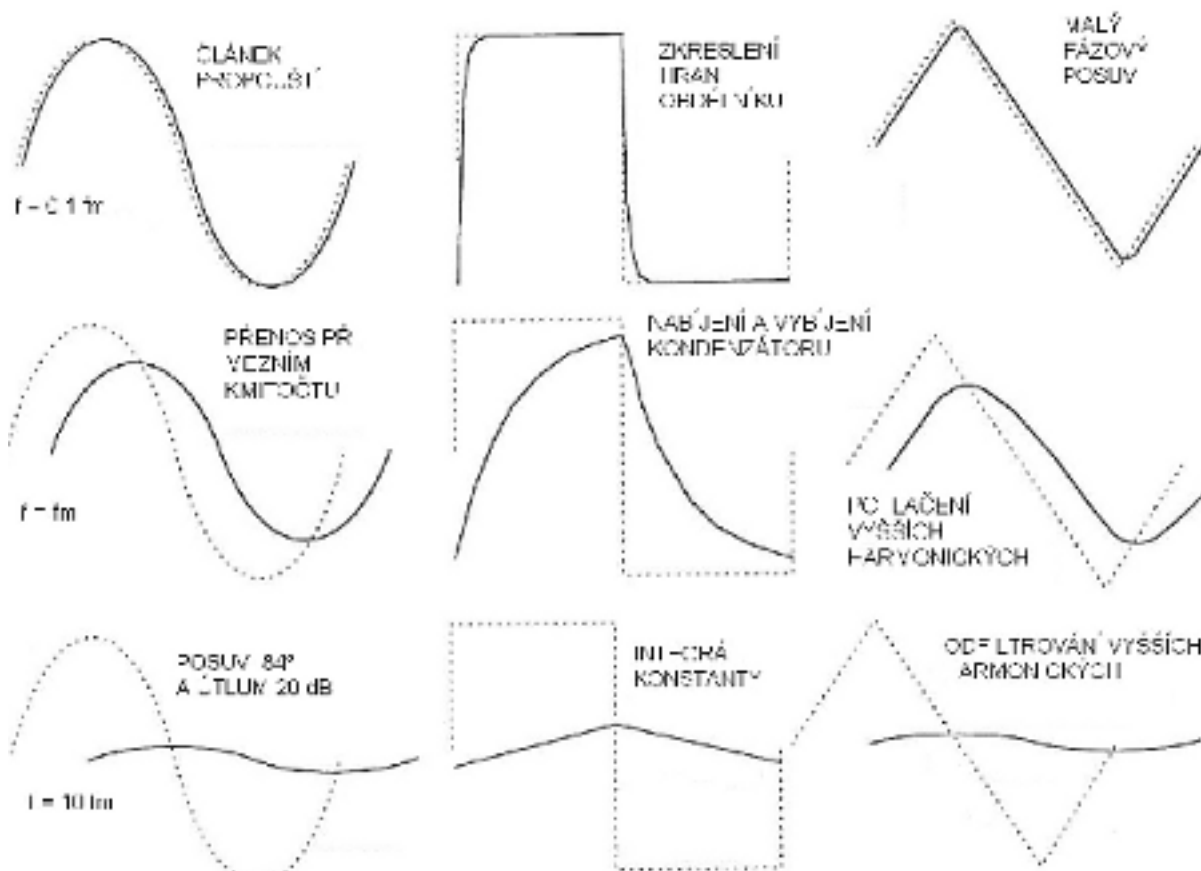








## 2.6 Vliv pasivních R, L, C součástek na tvar signálu



## 3 Postup měření

Na vybraném typu funkčního generátoru (METEX, GOLDSTAR) zvolíme postupně všechny druhy průběhů a ověříme si na nich funkce automatické (AUTO) a spouštěné (NORMAL + LEVEL) časové základny.

Na vybraném typu funkčního generátoru (METEX, GOLDSTAR) zvolíme zadaný průběh a pomocí osciloskopu nastavíme signál daných parametrů pro připojení ke kanálu a osciloskopu. Hodnotu frekvence/periody signálu ověříme připojením frekvenčního čítače (je buď součástí funkčního generátoru nebo bude připojen jako externí přístroj). Zobrazované průběhy „zastavíme“ pomocí potenciometru LEVEL.

V režimu automatického běhu časové základny nastavíme amplitudu vstupního sinusového signálu na 2V, potenciometr LEVEL je na hodnotě 0. Potenciometr LEVEL nastavíme do polohy MAX. Přepneme časovou základnu do režimu NORMAL a postupně otáčíme potenciometrem LEVEL směrem k 0, až dojde k zobrazení signálu. Stejně postupujeme pro signál s amplitudou 1V v poloze MIN.

S využitím potenciometrů označených OFFSET a SYM nastavíme postupně požadované průběhy daných signálů pro body zadání 4-7. Porovnáme jejich průběh se signály v teo-

retickém úvodu. Při odečítání časových úseků využijeme časové lupy s desetinásobným zvětšením v kombinaci s časovou základnou tak, aby výsledné zobrazení měřeného úseku bylo co největší. Potenciometr CAL vstupního zesilovače kanálu nastavíme do levé krajní polohy a určíme hodnotu napětí signálu na osciloskopu. Stanovíme velikost chyby amplitudy.

Potenciometr CAL časové základny nastavíme do levé krajní polohy a určíme hodnotu periody a frekvence signálu na osciloskopu. Stanovíme velikost chyby periody a frekvence.

Na vstup sestaveného dvojbranu přivedeme obdélníkový, respektive trojúhelníkový signál z funkčního generátoru a překreslíme výsledné průběhy. Vysvětlíme vliv použitých součástek na tvar výsledného signálu.

## 4 Naměřené hodnoty

### 4.1 Offset

### 4.2 SYM

#### 4.2.1 Obdelník

### 4.2.2 Trojúhelník

## 4.3 Chyby měření

### 4.3.1 Napěťová

$$U_{kalib} = 2V$$

$$\text{kalibrace vlevo: } U = 0.7V$$

Absolutní chyba

$$\Delta U = U_{kalib} - U = 2 - 0.7 = 1.3V$$

Relativní chyba

$$\frac{\Delta U}{U} * 100 = \frac{1.3}{2} * 100 = 65\%$$

### 4.3.2 Frekvenční

$$f_0 = 5kHz$$

$$T_0 = 200\mu s$$

$$\text{bez kalibrace: } T = 66\mu s$$

$$f = 15151Hz$$

Absolutní chyba

$$\Delta f = f - f_0 = 15151 - 5 = 10151Hz$$

Relativní chyba

$$\frac{\Delta f}{f_0} * 100 = \frac{10151}{5000} * 100 = 200\%$$

## 4.4 Integrační článek

$$R = 44\Omega, C = 20nF$$

$$f_m = \frac{1}{2 * \pi * R * C} = 1989Hz$$

### 4.4.1 $f < f_m$

$$T = 2ms$$

$$\Delta T = 0.07ms$$

$$\varphi = \frac{0.07}{2} * 360 = 12.6^\circ$$

### 4.4.2 $f = f_m$

$$T = 800\mu s$$

$$\Delta T = 85\mu s$$

$$\varphi = \frac{85}{800} * 360 = 39.6^\circ$$

### 4.4.3 $f > f_m$

$$T = 50\mu s$$

$$\Delta T = 8.5\mu s$$

$$\varphi = \frac{8.5}{50} * 360 = 61.2^\circ$$

## 5 Závěr

- Maximální posunutí stejnosměrného signálu bylo  $\pm 10V$
- Při největší nesymetričnosti obdélníkových signálů trvala 1 40ms a O 460ms. Nesymetričnost je 1:11.5
- Při největší nesymetričnosti trojúhelníkových signálů trval náběh 40ms a doběh 460ms. Nesymetričnost je 1:11.5
- Fázový posuv podle ořekávání při  $f < f_m$  byl menší než  $45^\circ$ , při  $f = f_m$  byl přibližně  $45^\circ$  a při  $f > f_m$  byl větší než  $45^\circ$