

# MĚŘENÍ NAPĚTÍ A PROUDŮ VE STEJNOSMĚRNÝCH OBVODECH.

## **1. Měření napětí ručkovým voltmetrem.**

**1.1** Nastavte pomocí ovládacích prvků na ss zdroji napětí 10 V.

**1.2** Přepněte voltmetr na rozsah 120 V a připojte jej se správnou polaritou ke svorkám zdroje.

**&1.3** Na kolik dílků ukazuje ručka voltmetru ? (odečtěte přesně!)

**&1.4** Jaká je konstanta voltmetru ?

**&1.5** Jaká je velikost měřeného napětí ?

**&1.6** Přepněte voltmetr na rozsah 24 V a opět odečtěte výchylku, vypočtěte konstantu a velikost napětí.

**&1.7** Totéž proveďte pro rozsah 12 V.

**&1.8** Můžeme přepnout na ještě menší rozsah ? Zdůvodněte.

**&1.9** Na kterém rozsahu je měření nejpřesnější ?

**&1.10** Vysvětlete význam značek na stupnici použitého voltmetru.

**&1.11** Vypočtěte maximální napěťovou odchylku tohoto voltmetru pro rozsah 12 V, která odpovídá jeho třídě přesnosti.

**&1.12** Na zdroji chceme nastavit napětí 18 V. Voltmetr zůstává připojen ke svorkám zdroje. Jaký rozsah zvolíte ?

**&1.13** Na kolik dílků bude ukazovat ručka ?

**&1.14** Nastavte na zdroji takové napětí, aby ručka ukazovala na vypočtenou hodnotu a ověřte, zda napětí na displeji zdroje, případně poloha jeho ovládacích prvků odpovídá zhruba napětí 18 V.

**1.15** Vypněte proud a obvod rozpojte.

## **2. Měření proudu ručkovým ampérmetrem.**

**&2.1** Nakreslete schéma pro měření proudu v obvodu obsahujícím ss zdroj, měřič proudu a zatěžovací odpor.

**&2.2** Vypočtěte velikost procházejícího proudu pro napětí zdroje 10 V a zatěžovací odpor, který máte k dispozici.

**&2.3** Které svorky na zatěžovacím odporu budou zapojeny, aby poloha jezdce neměla vliv na hodnotu odporu ?

**2.4** Zapojte obvod podle schématu (pozor na správnou polaritu!).

**&2.5** Jaký rozsah zvolíte na ampérmetru ?

**&2.6** Na kolik dílků bude ukazovat ručka ?

**2.7** Nastavte na zdroji opatrně 10 V a sledujte výchylku ampérmetru.

**&2.8** Jaká je velikost procházejícího proudu ?

**&2.9** Nakreslete schéma doplněné oproti předchozímu o voltmetr, kterým budete kontrolovat napětí na svorkách zdroje.

**2.10** Zvolte správný rozsah voltmetru a nastavte na něm přesně 10 V.

**&2.11** Jaká je nyní velikost proudu ?

**&2.12** Vysvětlete, čím je pravděpodobně způsoben rozdíl mezi oběma naměřenými hodnotami ?

**2.13** Snižte napětí na nulu a zaměňte polaritu zdroje.

**&2.14** Jaké další úpravy musíte provést v obvodu ?

**2.15** Nastavte nyní takové napětí, aby proud procházející obvodem měl poloviční hodnotu než v předchozím měření.

**&2.16** Jaká je velikost tohoto napětí ?

**2.17** Připojte nyní voltmetr tak, aby měřil napětí přímo na zatěžovacím odporu.

**&2.18** Jak se změnil údaj na ampérmetru ?

**&2.19** Vysvětlete tuto změnu.

**2.20** Vypněte proud a obvod rozpojte.

### **3. Měření digitálním multimetrem.**

**3.1** Prohlédněte si dobře čelní panel digitálního multimetru.

**&3.2** Jaké veličiny je možno tímto přístrojem měřit ?

**&3.3** Bude černá zdířka zapojena při měření všech těchto veličin ?

**&3.4** Které zdířky zapojíte pro měření napětí ?

**&3.5** Která zdířka je kladná ?

**3.6** Připojte multimetr paralelně ke svorkám zdroje a přepněte přepínač funkcí do polohy pro měření ss napětí.

**3.7** Zvyšujte pomalu napětí na zdroji až do 20 V a sledujte změny údajů na displeji.

**3.8** Stiskněte tlačítko MAN/AUT a proveďte totéž.

**&3.9** Jaká je funkce tohoto tlačítka ?

**&3.10** Vyzkoušejte při napětí 20 V jaká je funkce tlačítek označených šipkou doleva a doprava. Vysvětlete jejich funkci.

**&3.11** Vyzkoušejte a vysvětlete funkci tlačítka MEM/MAX.

**3.12** Vypněte zdroj a zapojte obvod pro měření proudu (viz 2.1) tentokrát s použitím multimetru.

**&3.13** Které zdířky budou zapojeny, bude-li velikost proudu stejná jako v bodě 2.2 ?

**3.14** Přepněte přepínač do polohy pro měření ss proudu na příslušném rozsahu a nastavte na zdroji 10 V.

**&3.15** Opište údaj z displeje.

**&3.16** Jakou byste museli provést změnu při měření proudu o velikosti např. 1 A ?

**&3.17** Nakreslete schéma pro měření vlastní spotřeby voltmetru (měření proudu, který odebírá samotný voltmetr).

**&3.18** Pomocí digitálního multimetru změřte velikost proudu, který odebírá ručkový voltmetr na rozsahu 12 V při plné výchylce.

**&3.19** Z naměřené hodnoty vypočítejte vnitřní odpor voltmetru.

**&3.20** Vypočítejte velikost vnitřního odporu voltmetru z údaje na stupnici.

**&3.21** Liší se obě hodnoty ? Pokud ano, pokuste se zdůvodnit proč.

**3.22** Pokuste se nyní změřit vlastní spotřebu digitálního voltmetru pomocí ručkového ampérmetru. Napětí volte opět 12 V.

**&3.23** Jaká je nyní hodnota proudu ?

**&3.24** Co vzhledem k provedeným měřením můžete říci o vnitřních odporech ručkového a digitálního voltmetru ?

### **4. Měření odporu digitálním multimetrem.**

**&4.1** Které zdířky budou zapojeny při měření ohmického odporu ?

**4.2** Přepněte přepínač funkcí do polohy pro měření odporů, připojte proměnný odpor, který jste předtím používali jako zatěžovací a změřte jeho velikost.

**&4.3** Odpovídá tato hodnota přibližně údaji na štítku odporu ?

**&4.4** Stiskněte tlačítko s označením tónu a zkratujte oba vodiče. Co pozorujete ?

**4.5** Nyní připojte proměnný odpor tak, aby bylo možno měnit jezdcem jeho velikost. Tónové tlačítko zůstává aktivováno.

**4.6** Zmenšujte velikost proměnného odporu, až se ozve tón.

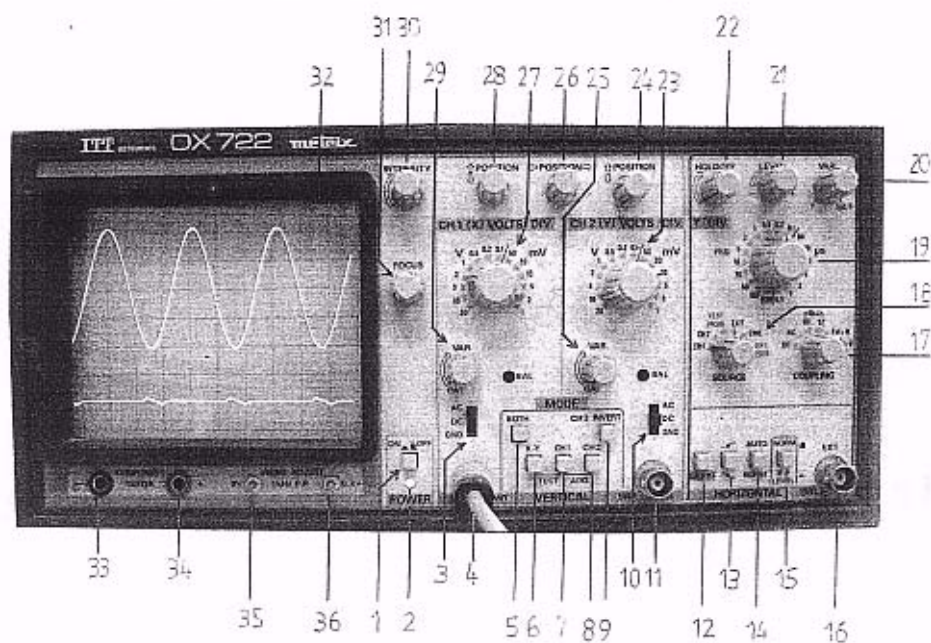
**&4.7** Při jaké velikosti měřeného odporu reaguje ohmmetr tónem ?

**&4.8** Uveďte příklad použití této funkce multimetru.

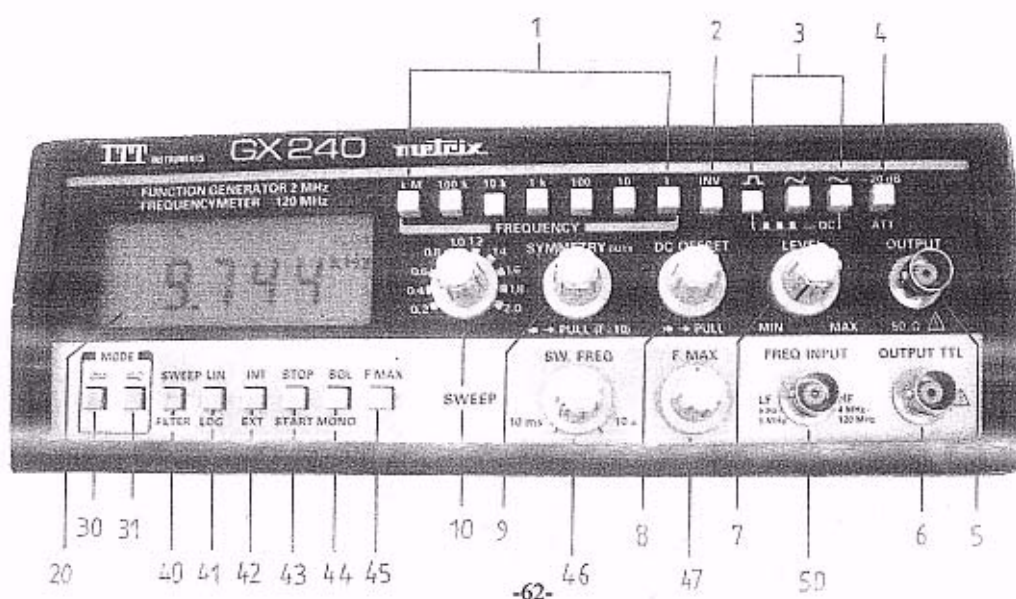
# Základní měření s osciloskopem a generátorem

## ZÁKLADNÍ MĚŘENÍ S OSCILOSKOPEM A FUNKČNÍM GENERÁTOREM

### OSCILOSKOP OX 722 - ČELNÍ PANEL



### GENERÁTOR GX 240 - ČELNÍ PANEL



## **1. Základní zapojení.**

**1.1** Zapněte osciloskop a ovládací prvky nastavte do následujících poloh :

- přepínač citlivosti (27) do polohy 2 V/dílek
- přepínač kmitočtu časové základny (19) do polohy 1 ms/dílek
- přepínač vstupu (4) do polohy DC
- potenciometr pro jemnou regulaci citlivosti (29) do polohy CAL
- potenciometr pro jemnou regulaci kmitočtu časové základny (20) do polohy 1
- přepínač synchronizace (18) do polohy CH1
- přepínač režimu synchronizace (17) do polohy DC
- potenciometr ruční synchronizace (22) do polohy zcela vlevo
- potenciometr úrovně spouštění (21) do střední polohy
- tlačítko pro připojení vstupu (7) stisknout
- všechna ostatní tlačítka ponechat v nestisknuté poloze

**1.2** Na obrazovce je zobrazena vodorovná čára (běh časové základny). Vyzkoušejte funkci potenciometrů pro posuv stopy po obrazovce (28,26), pro regulaci jasu (30) a ostrosti (31).

**1.3** Zapněte generátor funkcí (vypínačem na zadním panelu) a nastavte ovládací prvky do těchto poloh :

- tlačítka funkcí (3) do polohy pro generování sinusového průběhu
- tlačítka pro hrubé nastavení kmitočtu (1) do polohy 1k
- potenciometrem pro jemné nastavení kmitočtu (10) vyladit kmitočet pokud možno přesně na 1 kHz
- potenciometr pro regulaci výstupního napětí (7) do střední polohy
- ostatní tlačítka v nestisknuté poloze

**1.4** Pomocí osciloskopické sondy propojte výstup z generátoru (5) se vstupem osciloskopu (3)

**1.5** Pokud obraz na stínítku osciloskopu nestojí, ale ubíhá, zasynchronizujte jej pomocí potenciometru (21).

**&1.6** Nakreslete zobrazený průběh (od ruky), vyznačte vodorovnou a svislou osu.

**&1.7** Jaká veličina je na vodorovné ose ?

**&1.8** Jaká veličina je na svislé ose ?

**&1.9** Vyznačte v obrázku dobu jedné periody střídavého signálu T.

**&1.10** Totéž proveďte pro obdélníkový a trojúhelníkový průběh (tlač.3 na generátoru).

## **2. Měření kmitočtu.**

**2.1** Přepněte opět na sinusový signál.

**&2.2** Kolik dílků na rastru obrazovky odpovídá jedné periodě T ? (za dílek považujeme čtverec o hraně 1 cm).

**&2.3** Vyjádřete dobu periody v milisekundách (viz poloha přepínače časové základny (19)).

**&2.4** Vypočítejte z doby periody kmitočet sledovaného signálu.

**&2.5** Srovnejte vypočtený kmitočet s údajem na displeji generátoru.

**&2.6** Přepněte přepínač časové základny do polohy 0.5 ms a opět určete počet dílků, periodu a kmitočet měřeného signálu.

**2.7** Nastavte potenciometr jemné regulace čas. základny do střední polohy.

**&2.8** Můžeme i nyní odečíst z obrazovky kmitočet signálu ? Zdůvodněte!

**2.9** Nastavte přepínač čas. zákl. do polohy 20  $\mu$ s. Jemnou regulaci do polohy 1.

**2.10** Změňte kmitočet generátoru tak, aby na obrazovce zůstala pouze jedna perioda měřeného signálu.

**&2.11** Jaký je kmitočet na generátoru ?

### **3. Měření amplitudy.**

**3.1** Na generátoru nastavte sinusový signál o kmitočtu 1 kHz. Přepínač citlivosti je v poloze 2 V/dílek.

**3.2** Zasynchronizujte obraz a zvolte takový kmitočet časové základny, aby na obrazovce byly zobrazeny 2 až 3 periody sledovaného průběhu.

**&3.3** Jaký je kmitočet časové základny ?

**&3.4** Nakreslete průběh signálu a vyznačte v něm napětí  $U_{\text{šš}}$  (špička - špička, tj.  $+U_m$  až  $-U_m$ )

**&3.5** Kolik dílků na rastru obrazovky odpovídá napětí  $U_{\text{šš}}$  ?

**&3.6** Vypočítejte podle polohy přepínače citlivosti velikost tohoto napětí ve voltech.

**&3.7** Z hodnoty napětí  $U_{\text{šš}}$  vypočítejte efektivní hodnotu napětí.

**&3.8** Tentýž výpočet proveďte pro polohu přepínače citlivosti 5 V/díl.

**3.9** Vraťte přepínač citlivosti do polohy 2 V/dílek.

**&3.10** Na generátoru stiskněte tlačítko výstupního zeslabovače (4). Kolikrát se zmenšilo výstupní napětí z generátoru ?

**3.11** Vyzkoušejte funkci jemné regulace citlivosti (29).

**&3.12** Můžeme určit amplitudu signálu přímým odečtením z rastru obrazovky, bude-li poloha tohoto potenciometru jiná než CAL ? Zdůvodněte !

**&3.13** Pokud jste správně pochopili princip přepínače citlivosti ve vztahu k rastru obrazovky, pokuste se odpovědět na otázku : Jaké největší efektivní sinusové napětí můžeme přivést na vstup osciloskopu, aby byl průběh zobrazen přes celou obrazovku ?

### **4. Dvoukanálové zobrazení.**

**4.1** Odpojte sondu od vstupu (3) a připojte ji ke vstupu (11).

**4.2** Nastavte nyní ovládací prvky osciloskopu tak, aby se zobrazil sinusový průběh jako v předchozím měření (bod 2.1).

**&4.3** Jaké jste provedli změny ?

**4.4** Na vstup (3) připojte nyní pomocí druhé sondy výstup TTL logiky generátoru (konektor 6).

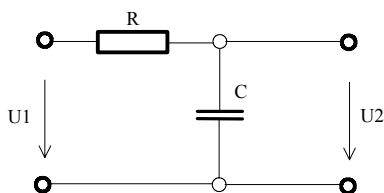
**&4.5** Jaké musíte stisknout tlačítko, aby se zobrazily oba průběhy ?

**&4.6** Nakreslete tyto průběhy v měřítku pod sebou, označte a ocejchujte vodorovnou a svislou osu (tj. vyneste v měřítku na osy skutečné hodnoty času a napětí).

### **5. Měření fázového posunu osciloskopem**

**&5.** Určete vztah pro  $\tan \varphi$  měniče fáze (RC článku) a doplňte hodnotu odporu v tabulce 1.

obr.1



$\tan \varphi = \dots\dots\dots$

$R = \dots\dots\dots$

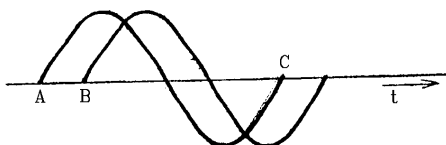
tab.1

| $\varphi_{\text{teor.}}$<br>( $^{\circ}$ ) | C<br>( $\mu\text{F}$ ) | f<br>(Hz) | R<br>( $\Omega$ ) | $\varphi_{\text{zmer}}$<br>( $^{\circ}$ ) | AB<br>(d) | AC<br>(d) |
|--------------------------------------------|------------------------|-----------|-------------------|-------------------------------------------|-----------|-----------|
| 0                                          | 0,5                    | 1 000     |                   |                                           |           |           |
| 30                                         |                        |           |                   |                                           |           |           |
| 60                                         |                        |           |                   |                                           |           |           |
| 90                                         |                        |           |                   |                                           |           |           |

**5.1** Nejjednodušší je určení fázového posunu mezi dvěma sinusovými napětími pomocí dvoukanálového osciloskopu.

$$\varphi = 360 \cdot \frac{\overline{AB}}{\overline{AC}}$$

obr.2



**5.2** Navrhněte zapojení pro zjištění fázového posunu RC článku. Úlohu zapojte. Postupně nastavujte vypočtené hodnoty odporu R a zjištěný fázový posun zaznamenejte do tab.1.

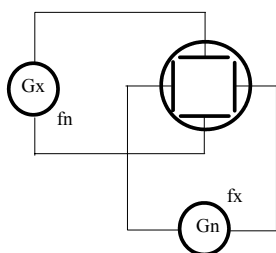
## 6. Osciloskop v režimu X - Y

Využitím režimu X - Y lze měřit řadu jiných veličin, než jen parametry napěťového průběhu např.: fázový posun, frekvenci, parametry dynamické hysterezní smyčky feromagnetických materiálů, zobrazovat VA - charakteristiky polovodičových prvků apod.

### 6.1. Měření kmitočtu metodou Lissajousových obrazců.

V zásadě jde o srovnávání neznámého kmitočtu s kmitočtem známým.

obr. 3.



Neznámý kmitočet je dán součinem srovnávacího kmitočtu a poměrem počtu vodorovných ku počtu svislých dotkových bodů. Nepohybujících se Lissajousových obrazců dosáhneme, je-li poměr kmitočtů dán poměrem celých čísel. Přesnost měření je závislá na přesnosti srovnávacího kmitočtu.

$$\frac{f_x}{f_n} = \frac{x}{y}$$

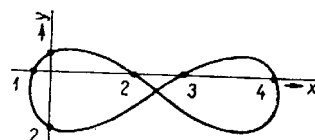
$f_x$  .... neznámý měřený kmitočet (vertikální destičky Y)

$f_n$  .... známý kmitočet (horizontální destičky X)

y .... počet dotkových bodů vertikálně

x .... počet dotkových bodů horizontálně

obr.4



**&6.2** Vytvořte stojící obrazce pro různé poměry  $f_x / f_n$  dle zadání v tab.2

tab.2

| generátor GX 240<br>$f_n$ ( Hz ) | generátor BM 344<br>$f_x$ ( Hz )<br>nastavená hodnota | y | x | $f_x$ ( Hz )<br>skutečná<br>hodnota |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------|---|---|-------------------------------------|
|                                  | 100                                                   | 4 | 2 |                                     |
|                                  | 1 000                                                 | 5 | 3 |                                     |
|                                  | 10 000                                                | 6 | 4 |                                     |
|                                  | 100 000                                               | 2 | 4 |                                     |

**&6.3** Pokuste se odhadnout, jak se změní obrazec při záměně generátorů  $G_x$  a  $G_n$ . Prakticky ověřte svůj odhad.