



Pracovní sešit

Školní rok : 2005 / 2006

Modul:

ELEKTRICKÁ MĚŘENÍ PS 3 MĚŘENÍ ELEKTRICKÝCH VELIČIN

Obor:

26-46-L/001 - Mechanik elektronik

26-51 H/003 – Elektrikář

26-75-4 – Elektrotechnika

Ročník:

2. ročník - Mechanik elektronik

3. ročník - Elektrikář silnoprůd

2. ročník - Elektrotechnika

Zaměření:

Slaboprůd

Silnoprůd

Elektrotechnika

Základní měřicí metody elektrických veličin

1. Jak nebo čím měříme elektrické veličiny **A**

-
-
-
-

Měření elektrického proudu a napětí

2. Kterými soustavami měříme elektrický proud **B**

-
- kromě soustavy

3. Jak se ampérmetr zapojuje do proudového obvodu **A**

- tak, aby

4. Jaký vlastní odpor má mít ampérmetr a proč **B**

- co
- aby na něm byl

5. Jaká soustava nejlépe vyhovuje k měření stejnosměrných proudů **A**

- soustava

6. Jak se nazývají přístroje pro měření velmi malých proudů **B**

-

7. Jakým způsobem měříme velké proudy **A**

-

8. Jak se zvětšuje rozsah měřených proudů **B**

-

-

9. Kterými soustavami měříme elektrického napětí **A**

-

- kromě .

10. Jak zapojujeme voltmetr ke zdroji nebo ke spotřebiči **B**

-

11. Jak dosáhneme toho aby proud procházející V-metrem byl co nejmenší. **A**

-

- tedy

Zapojování ampérmetru a voltmetru při měření

12. Jakým způsobem měříme velké napětí

—
—

13. Na co musíme dbát při měření SS proudu

—

14. Jak se nazývá měnitelný odpor zapojený do série

—

15. Jak se nazývá měnitelný odpor zapojený paralelně

—

16. Na co se používá potenciometr

—

17. Na co se používá reostat

—

Měření elektrického proudu

18. Čím měříme proudy se sinusovým průběhem

—

19. Čím měříme proudy s nesinusovým průběhem

—

20. Proč se nesmějí měnit proudové a napěťové svorky bočníků

—

21. Jak se rozdělí měřený proud po připojení bočníku k ampérmetru

—

— napiš vzorec

22. Co znamená ve vzorci pro výpočet odporu bočníku písmeno n

—

23. Jak se vypočte převod měřicího transformátoru proudu

— napiš vzorec

24. Co znamená číslo 5 ve vzorci pro převod měřicího transformátoru proudu

—

25. Jaký je princip klešťového ampérmetru

—

—

26. Jaká je výhoda klešťového ampérmetru

—

27. Jak se vypočte konstanta ampérmetru *ampérmetr do 15 A, který má stupnici rozdělenou na 100 dílků*

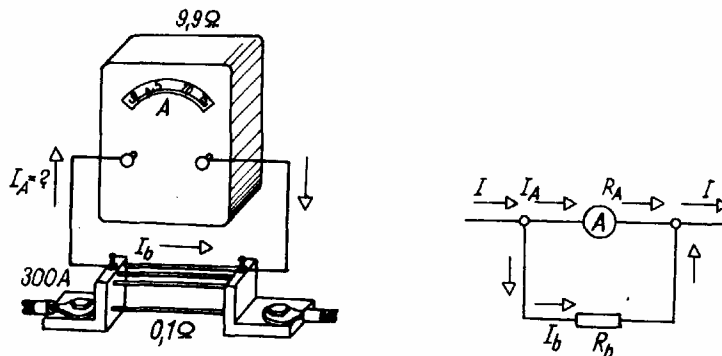
— napiš vzorec

28. Jak se vypočte převodní konstanta transformátoru

— napiš vzorec

29. Vypočti příklad

Ampérmetr podle obr. 7.3 má vnitřní odpor $R_A = 9,9\Omega$ a jeho bočník má odpor $0,1\Omega$. Jaké proudy tečou v přístroji a v bočníku, když měřený proud je 300 A ?



Měření elektrického napětí

30. Jak se rozdělí měřené napětí po připojení předřadného odporu k voltmetru

- nepřímo úměrně k jejich odporům

$$\frac{U_v}{U_p} = \frac{R_v}{R_p}$$

- napiš vzorec

31. Jak vypočteme velikost předřadníku

- potřebujeme-li rozsah voltmetru zvětšit n -krát, musí mít předřadník odpor $(n - 1)$ krát větší, než je odpor voltmetru.

$$R_p = (n - 1) R_v$$

- napiš vzorec

32. Jak roste kvalita voltmetru

- čím větší je vnitřní odpor, tím je kvalitnější

33. Jak zapojujeme měřicí transformátor napětí

- primární vinutí připojíme paralelně k spotřebiči nebo k zdroji napětí
- na svorky sekundárního vinutí připojíme voltmetr do 100 V .

34. Jaký je převod měřicího transformátoru napětí

$$P_U = \frac{U_1}{100}$$

- napiš vzorec

35. *Příklad 3. Určete, jak velké je napětí v síti, když na měřicím transformátoru napětí 6000/100V je připojen;*

a) voltmetr do 100 V a ukazuje 63,5 V,

b) voltmetr do 120 V se stupnicí rozdělenou na 60 dílků a ukazuje 31 3/4 dílku.

Při měření voltmetrem do 100 V je převod transformátoru

$$p_v =$$

Napětí v síti:

$$U_1 =$$

Při měření voltmetrem do 120 V je převod transformátoru také

$$p_v =$$

Konstanta voltmetru

$$K_v =$$

Převodová konstanta transformátoru:

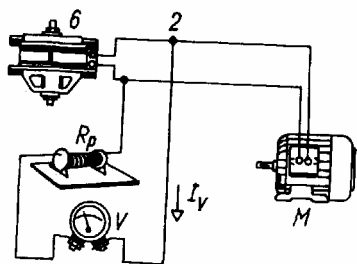
$$k_t =$$

Napětí v síti:

$$U_1 =$$

36. **Příklad 4** Jak velký musí být předřadný odpor R voltmetru, který má rozsah 50 V a vnitřní odpor $R_v = 200 \Omega$, chceme-li zvětšit jeho měřicí rozsah na 300V (obr. 7.1)?

1.



Obr. 7.1

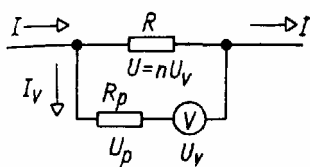
Měřené svorkové napětí dynamicky mezi body 1 a 2 je dáno vztahem $U =$

Předřadný odpor je $R_p =$

kde I_v je proud voltmetru při plné výchylce ručky; je dán rovnicí $I_v =$

Předřadný odpor je obvykle umístěn v jedné skřínce s voltmetrem

37. **Příklad 5** Voltmetr má rozsah 2 V a vnitřní odpor $R_v = 100 \Omega$. Chceme ho použít k měření napětí 100 V. Jak velký musí být předřadný odpor R ?



Obr. 7.2

Na obr. 7.2 je schéma, ze kterého je vidět, jak můžeme malým a laciným voltmetrem měřit vyšší napětí na spotřebičích. (V našem případě až do 100 V.) Voltmetr snese napětí jen 2 V a proud

$I_v =$

Připojíme-li voltmetr na vyšší napětí bez předřadného odporu, ručka nemůže ukázat větší výchylku než 2 V a vzniká nebezpečí, že se přístroj poškodí.

Pro výpočet odporu R_v můžeme použít vztah odvozený v předcházející úloze nebo můžeme vyjít z úvahy, že zbytek měřeného napětí se musí zmenšit předřadným odporem, tzn.

$U_p =$

Z Ohmova zákona plyne

$R_p =$

Velikost předřadného odporu je tedy dána podílem příslušného úbytku napětí a procházejícího proudu (I_v) při plné výchylce ručky přístroje.

Jestliže má spotřebič (obr. 7.2) např. poloviční napětí, tzn. 50 V, bude procházet odpory R_p a R_v poloviční proud I_v , který vychýlí ručku voltmetru do poloviny rozsahu stupnice a na odporu R_p se ztratí také poloviční napětí (tzn. 49 V).

Rozsah se v našem případě zvětšil v poměru 100 V / 2 V, tedy 50krát.

Zvětšení rozsahu voltmetru je

$$n = \frac{U}{U_v}$$

Po rozvedení dostaneme

Vzorec použijeme pro výpočet předřadného odporu R pro žádané n -násobné zvětšení rozsahu voltmetru, známe-li jeho odpory R .

$$n = \frac{U_p + U_v}{U_v} = \frac{U_p}{U_v} + 1$$

$$n - 1 = \frac{I_v R_p}{I_v R_v}$$

$$R_v (n - 1) = R_p$$

$$R_p = (n - 1) R_v$$

38. **Příklad 3.** Určete, jak velké je napětí v síti, když na měřicím transformátoru napětí 6000/100V je připojen;

a) voltmetr do 100 V a ukazuje 63,5 V,

b) voltmetr do 120 V se stupnicí rozdělenou na 60 dílků a ukazuje 31 3/4 dílku.

Při měření voltmetrem do 100 V je převod transformátoru

$p_v =$

Napětí v síti:

$U_1 =$

Při měření voltmetrem do 120 V je převod transformátoru také

$p_v =$

Konstanta voltmetru

$k_v =$

Převodová konstanta transformátoru:

$k_T =$

Napětí v síti:

$U_1 =$

Měření elektrického odporu

39. Jakými způsoby můžeme měřit el. odpor

—

—

—

40. Namaluj schéma měření elektrického odporu voltmetrem

41. Namaluj schéma měření elektrického odporu ampérmetrem a voltmetrem

42. Jakých chyb se dopouštíme při měření ampérmetrem a voltmetrem malých a velkých odporů

—

—

43. Jakou soustavu použijeme pro poměrový ohmmetr

—

44. Jaká je podstata odporového můstku

—

45. Jaký je poměr odporového můstku

— napiš vztah mezi odpory a proudy (napětí)

46. Jaký vztah platí pro neznámý odpor

Měření indukčnosti

47. Jaký je rozdíl v můstku pro měření indukčnosti a odporu

—
—
—

48. Na čem je založena rezonanční metoda měření indukčnosti

—

— napiš vzorec

49. Jaké jsou způsoby měření indukčnosti

—
—
—

50. Nakresli schéma měření indukčnosti A-metrem a V-metrem

$$Z = \frac{U_s}{I_s} = \frac{8}{0,5} \Omega = 16 \Omega$$

51. Jak se vypočítá indukční odpor

—

52. Jak se vypočítá indukčnost z indukčního odporu

—

53. Proč není indukčnost cívky se železným jádrem konstantní

—

54. Jak se vypočítá účinník

—

55. Jak měříme vzájemnou indukčnost

—
—

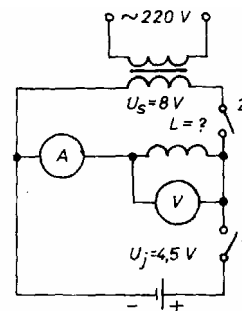
56. **Příklad 7** Určete indukčnost a další veličiny cívky (bez jádra) měřením ampérmetrem, voltmetrem a výpočtem.

Podle schématu na obr. 7.9 připojíme cívku spínačem 1 ke zdroji = 4,5 V (plochá baterie). Napětí zdroje kontrolujeme voltmetrem a ampérmetr ukazuje proud $I = 1,5$ A.

Činný odpor cívky

Potom spínačem 2 připojíme cívku k výstupnímu vinutí transformátoru se střídavým napětím $U = 8$ V a ampérmetr ukazuje proud $I = 0,5$ A. Z údajů vypočteme :
Impedanci cívky je

Indukční reaktance cívky je



Obr. 7.9

Indukčnost cívky je

Fázový posun je

Úbytek střídavého napětí při $U = 8 \text{ V}$ je

Měření kapacity

57. Jaké jsou způsoby měření kapacity

—
—
—

58. jak se vypočte kapacitní odpor kondenzátoru

—

59. Jak se vypočte měřená kapacita z kapacitního odporu

—

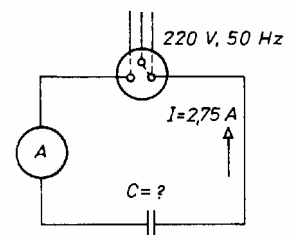
60. Jak vypočtu neznámou kapacitu vypočteme z naměřeného napětí a proudu

—

61. Příklad 8 - Blokovaný kondenzátor má nečitelný údaj kapacity; můžeme ji zjistit obvodem s ampérmetrem (obr. 7.6). Ampérmetr ukázal proud $I = 2,76 \text{ A}$ při síťovém napětí 220 V (50 Hz).

Kapacitní reaktance je

Kapacita kondenzátoru je



Obr. 7.6

Měření kmitočtu

62. Jak měříme kmitočet v silnoproudé elektrotechnice

—

Měření účinníku

63. Jaké jsou způsoby měření účinníku

—
—

64. Namaluj podstatu poměrového fázoměru elektrodynamického

—

65. Proč má stupnice fázoměru jedničku uprostřed

—

66. Příklad Jaký účinník naměří fázoměr, jestliže wattmetr ukazuje výkon 28 000 W při sdruženém napětí $U = 380\text{V}$ a při proudu $i = 53,2\text{A}$? Zapojení přístrojů je na obr. 7.14.

Činný výkon spotřebiče je Z toho \cos

Wattmetr ukazuje činný příkon motoru. tzn. ztráty a výkon motoru. Výkon motoru je Jestliže by byl dán výkon motoru, museli bychom nejdříve vypočítat příkon ze vztahu

Měření elektrického výkonu

67. Jaké známe druhy výkonů, které měříme

—

—

—

—

—

—

—

68. Jak měříme výkon SS proudu

—

—

69. Namaluj zapojení pro měření výkonu SS proudu A-metrem a V-metrem

—

70. Jaká je vlastní spotřeba ampérmetru

—

71. Jaká je vlastní spotřeba voltmetru

—

72. Kterými wattmetry můžeme měřit i výkon stejnosměrného proudu

—

—

73. Nakresli zapojení pro měření jednofázového výkonu

—

74. Proč zapojujeme vždy při měření výkonu do obvodu ampérmetr a voltmetr.
—
75. Jak se vypočte konstanta wattmetru
—
76. Jak můžeme měřit výkon jednofázového střídavého proudu o napětí 230 V bez přerušení přívodu proudu
—
77. na čem závisí způsob měření výkonu trojfázového proudu
—
—
78. Co platí při souměrném zatížení, např. v přívodu k elektromotoru o proudu ve fázích
—
79. Jak vypočteme celkový výkon trojfázového proudu při souměrném zatížení
—
80. Jak si vytvoříme si nulový bod v třívodičové síti
—
81. Kolika W-metry měříme výkon trojfázového proudu při nesouměrném zatížení
—
—
82. Namaluj měření výkonu ve 4-vodičové soustavě
—
83. Namaluj měření výkonu ve 3-vodičové soustavě
—
84. Namaluj měření výkonu v Aronově zapojení
—
85. Jak zapojíme W-metry v Aronově zapojení
—
—
86. Jak vypočteme výkon v Aronově zapojení
—
- Měření jalového výkonu střídavého proudu.**
87. Jak měříme jalový výkon
—
88. Jak se liší jalový wattmetr se liší od normálního
—

89. Jak učíme jalový výkon z naměřených veličin P,U,I

—

90. Jak zapojíme W-metr (normální) pro měření 3f jalového výkonu při souměrném zatížení

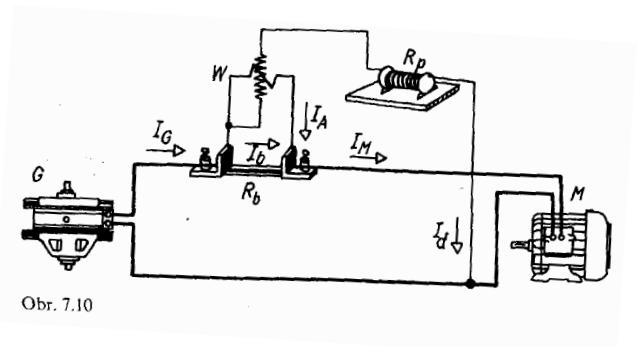
—

91. Jak zapojíme W-metry (normální) pro měření 3f jalového výkonu při nesouměrném zatížení

92. Jak vypočteme jalový výkon trojfázového proudu

—

93. **Příklad 9** Proudová cívka wattmetru má bočník o odporu R_b a napěťová cívka má předřazen odpor R pro zvětšení rozsahu wattmetru (obr. 7.10). Odpor napěťové cívky R je 100 a odpor proudové cívky R_A je 9 Chceme zvětšit rozsah wattmetru stokrát. Vypočtete předřadný odpor R_P , odpor bočníku R_b a celkový proud generátoru G s napětím $U = 220V$, je-li proud motoru $10A$.



Obr. 7.10

Rozsah napěťové i proudové cívky musíme zvětšit desetkrát. Velikost předřadného odporu je dána vztahem

Proud v napěťové cívce je

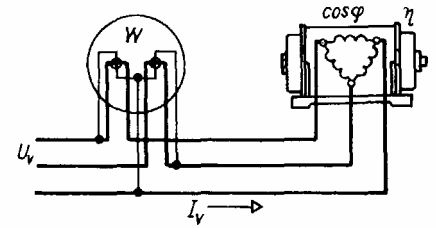
Odpor bočníku vypočteme z úměry

Protože $I_A:I_b = 1:9$ neboli $I_A:I_b = 10A$, je

Celkový proud dodávaný generátorem je

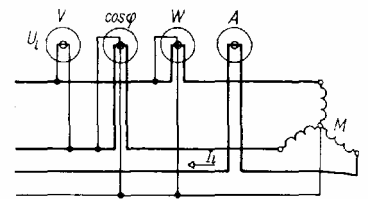
94. Příklad 9 Jaký příkon motoru naměří trojfázový wattmetr zapojený do trojfázové sítě se sdruženým napětím $U = 380 \text{ V}$, je-li sdružený proud $I = 10 \text{ A}$ (v síti), $\cos = 0,7$ a účinnost $\eta = 0,8$? Jaký je výkon motorů

Wattmetr naměří příkon motoru, tzn. výkon a ztráty motoru



Obr. 7.13. ($I_s = I_v$; $U_v = U_s$)

Příkon P beze ztrát v mědi a v železe motoru dává výkon



Obr. 7.14. ($U_i = U_s$; $I_i = I_s$)

Měření elektrické energie

95. Co je to elektrická energie a jak ji měříme

—

—

96. K čemu slouží elektroměry

—

97. Namaluj zapojení jednofázového elektroměru

—

98. Namaluj zapojení jednofázového elektroměru ve čtyř vodičové soustavě

—

99. Příklad 10 Na elektroměru jsme přečetli dva údaje týkající se hodinového svícení žárovky na 220 V o neznámém výkonu. Určete výkon, proud a odpor žárovky.

Údaje elektroměru: na konci hodiny 0016,18 kW. h
 na začátku hodiny 0.016,12 kW. h

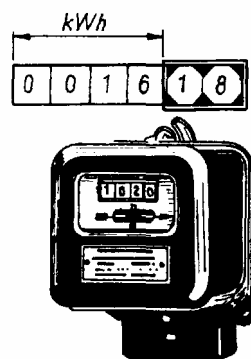
Rozdíl

Rozdíl šesti setin znamená spotřebu

Výkon žárovky je

Proud žárovky je

Odpor žárovky je



Obr. 7.12