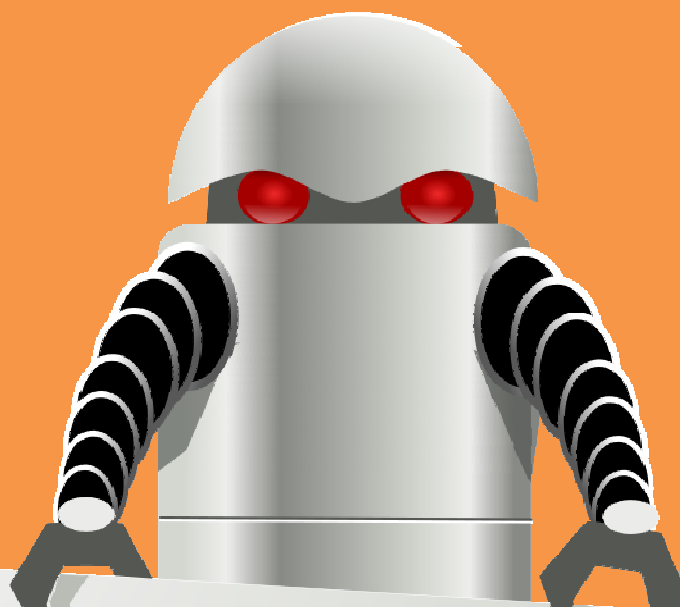


STŘEDNÍ PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA STROJNICKÁ A STŘEDNÍ ODBORNÁ ŠKOLA
PROFESORA ŠVEJCARA, PLZEŇ, KLATOVSKÁ 109



Ing. Milan Nechanický
Měření a diagnostika
Cvičení
SOUBOR PŘÍPRAV PRO 3. R.
OBORU 23-41-M/01
Elektrotechnika - Mechatronika

Vytvořeno v rámci Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost
CZ.1.07/1.1.30/01.0038 Automatizace výrobních procesů ve strojírenství
a řemeslech

Monitorovací indikátor 06.43.10



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Dílo podléhá licenci Creative Commons Uveďte autora - Nevyužívejte
dílo komerčně - Zachovejte licenci 3.0 Česko.

OBSAH

1. Bezpečnost práce v elektrolaboratořích	5
Písemná příprava.....	5
Související přípravy.....	6
2. Teoretický rozbor měření VA charakteristik bipolárního a unipolárního tranzistoru	7
Písemná příprava.....	7
Související přípravy.....	9
3. Měření VA charakteristiky bipolárního tranzistoru	10
Písemná příprava.....	10
Související přípravy.....	12
Zadání úlohy č. 1	13
4. Měření VA charakteristiky unipolárního tranzistoru	14
Písemná příprava.....	14
Související přípravy.....	16
Zadání úlohy č. 2	17
5. Opakování a testování vědomostí.....	18
Písemná příprava.....	18
Související přípravy.....	20
6. Teoretický rozbor měření VA charakteristik tyristoru a optočlenu	21
Písemná příprava.....	21
Související přípravy.....	23
7. Měření VA charakteristiky tyristoru.....	24
Písemná příprava.....	24
Související přípravy.....	26
Zadání úlohy č. 3	27
8. Měření VA charakteristiky optronu	27
Písemná příprava.....	28
Související přípravy.....	30
Zadání úlohy č. 4	31
9. Opakování a testování vědomostí.....	32
Písemná příprava.....	32
Související přípravy.....	34
10 Teoretický rozbor měření pomocí osciloskopu	35
Písemná příprava.....	35
Související přípravy.....	37
11. Měření vnitřního odporu osciloskopu a charakteristiky lineárnosti	39
Písemná příprava.....	39
Související přípravy.....	41
Zadání úlohy č. 5	43
12. Měření frekvence a fázového posunu pomocí osciloskopu.....	44
Písemná příprava.....	44
Související přípravy.....	46
Zadání úlohy č. 6	47
13. Opakování a testování vědomostí.....	48
Písemná příprava.....	48
Související přípravy.....	50
14. Teoretický rozbor řízených a neřízených usměrňovačů	51
Písemná příprava.....	51
Související přípravy.....	53
15. Měření průběhů napětí jednofázového jednocestného řízeného usměrňovače – měření pomocí Powerboardu.....	54

Písemná příprava.....	54
Související přípravy.....	56
Zadání úlohy č. 7	57
16. Měření průběhů napětí jednofázového dvoucestného řízeného usměrňovače – měření pomocí Powerboardu.....	58
Písemná příprava.....	58
Související přípravy.....	60
Zadání úlohy č. 8	61
17. Opakování a testování vědomostí.....	62
Písemná příprava.....	62
Související přípravy.....	64
18. Teoretický rozbor měření polohy a otáček	65
Písemná příprava.....	65
Související přípravy.....	67
19. Měření mezní polohy a otáček	70
Písemná příprava.....	70
Související přípravy.....	72
Zadání úlohy č. 9	73
20. Měřicí zesilovače. Převodník R/U a měření polohy.....	75
Písemná příprava.....	75
Související přípravy.....	77
Zadání úlohy č. 10	78
21. Opakování a testování vědomostí.....	80
Písemná příprava.....	80
Související přípravy.....	82
22. Měření zesilovače napětí	83
Písemná příprava.....	83
Související přípravy.....	85
Zadání úlohy č. 11	87
23. Měření zesilovače napětí	90
Písemná příprava.....	90
Související přípravy.....	92
Zadání úlohy č. 12	93
24. Opakování a testování vědomostí.....	96
Písemná příprava.....	96
Související přípravy.....	98
25. Měření D/A převodníku	99
Písemná příprava.....	99
Související přípravy.....	101
Zadání úlohy č. 13	103
26. Měření A/D převodníku	105
Písemná příprava.....	105
Související přípravy.....	107
Zadání úlohy č. 14	109
27. Opakování a testování vědomostí.....	111
Písemná příprava.....	111
Související přípravy.....	113
28. Měření modelu dvoupolohového regulátoru na analogovém počítači MEDA 50.....	114
Písemná příprava.....	114
Související přípravy.....	116
Zadání úlohy č. 15	117

29. Měření modelu PI a PID regulátoru na analogovém počítači MEDA 50.....	120
Písemná příprava.....	120
Související přípravy.....	122
Zadání úlohy č. 16	123
30 Opakování a testování vědomostí.....	127
Písemná příprava.....	127
Související přípravy.....	129

1. Bezpečnost práce v elektrolaboratořích

Písemná příprava

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 1	
Školní rok: 2012/2013	
Obor: Elektrotechnika - Mechatronika	
Předmět: Měření a diagnostika	
Ročník: třetí	
Vyučovací hodina: 1. – 3.	
Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.	
Název tematického celku: Zdraví a bezpečnost práce	
Téma vyučovací hodiny: Bezpečnost práce v elektrolaboratořích.	
Druh vyučovací hodiny: cvičení.	
Didaktické pomůcky: dataprojektor.	
Vzdělávací cíl: Znat základní Bezpečnost práce a první pomoc při úrazu el. Proudem.	
Výchovný cíl: Poskytnout první pomoc – samozřejmá a automatická věc každého.	
I.	MOTIVACE Příklady z praxe – úrazy el. Proudem.
II.	VÝKLAD NOVÉHO UČIVA a) Dotyk osoby s el. zařízením. b) Účinky elektrického proudu na lidský organizmus. c) Bezpečné dotykové napětí a proud. d) Členění prostorů z hlediska rizika úrazu elektrickým proudem. e) Druhy nebezpečného dotyku s elektrickým zařízením. f) Základní pravidlo ochrany před úrazem elektrickým proudem. g) Třídy ochranných elektrických zařízení. h) Krytí el. zařízení. i) První pomoc při úrazu elektrickým proudem. j) Hašení el. zařízení.
III.	SHRnutí UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ a) Shrnutí nejdůležitějších zásad při práci na elektrických zařízeních. b) První pomoc při úrazu střídavým a stejnosměrným proudem - rozdíl.
IV.	ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU Poučit osoby ve svém okolí, které jednají v rozporu s BOZP.
V.	LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD. Literatura: <i>Příručka Health and safety at Work and in the workshop.</i>

Související přípravy

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU

Školní rok: 2012/2013

Obor: Elektrotechnika - Mechatronika

Předmět: Měření a diagnostika

Ročník: třetí

Vyučovací hodina: 1.

Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.

Název tematického celku: Zdraví a bezpečnost práce.

Téma vyučovací hodiny: Obsah a náplň předmětu, bezpečnost práce, ochrana zdraví.

Druh vyučovací hodiny: teoretická.

Didaktické pomůcky: dataprojektor.

Vzdělávací cíl: Znat základní Bezpečnost práce a první pomoc při úrazu el. proudem.

Výchovný cíl: Poskytnout první pomoc – samozřejmá a automatická věc každého.

- I. MOTIVACE
Příklady z praxe – úrazy el. proudem.
- II. VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
 - a) Dotyk osoby s el. zařízením.
 - b) Účinky elektrického proudu na lidský organizmus.
 - c) Bezpečné dotykové napětí a proud.
 - d) Členění prostorů z hlediska rizika úrazu elektrickým proudem.
 - e) Druhy nebezpečného dotyku s elektrickým zařízením.
 - f) Základní pravidlo ochrany před úrazem elektrickým proudem.
 - g) Třídy ochran elektrických zařízení.
 - h) Krytí el. zařízení.
- III. SHRUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
 - a) Shrnutí nejdůležitějších zásad při práci na elektrických zařízeních
 - b) První pomoc při úrazu el. proudem.
- IV. ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU
- V. LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.
Učební text – prezentace „Bezpečnost práce a PO“.

2. Teoretický rozbor měření VA charakteristik bipolárního a unipolárního tranzistoru

Písemná příprava

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 2	
Školní rok: 2012/2013 Obor: Elektrotechnika - Mechatronika Předmět: Měření a diagnostika Ročník: třetí Vyučovací hodina: 4. – 6. Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.	
Název tematického celku: Měření VA charakteristik polovod. Součástek. Téma vyučovací hodiny: Teoretický rozbor měření VA charakteristik bipolárního a unipolárního tranzistoru.	
Druh vyučovací hodiny: cvičení. Didaktické pomůcky: dataprojektor. Vzdělávací cíl: umět pracovat s laboratorními zdroji a přístroji, umět rozpoznat jednotlivé součástky a pracovat s katalogem (datasheety). Výchovný cíl: Získat vztah k měřícím přístrojům, zdrojům a elektrotechnickým součástkám – naučit se opatrnosti.	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
a)	Zásady první pomoci při úrazu el. proudem.
b)	Kontrola znalosti laboratorního řádu.
c)	Ověření znalosti telefonního spojení na jednotný záchranný systém.
II.	MOTIVACE
a)	Vzbudit zájem studentů o probíranou látku zkušenostmi z praxe.
b)	Zapojit všechny studenty do diskuse.
III.	VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
a)	Polovodičový přechod – donor, akceptor.
b)	Bipolární tranzistor – typu NPN a PNP.
c)	Bipolární tranzistor – vlastnosti, využití v praxi.
d)	Unipolární tranzistor – typu MOSFET a JFET.
e)	Unipolární tranzistor – vlastnosti, využití v praxi.
f)	Praktické ukázky tranzistorů.
g)	Rozbor VA charakteristik tranzistorů – konstrukce.
h)	Hybridní a admitanční parametry bipolárního a unipolárního tranzistoru.
IV.	SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
a)	Tranzistor - spínací součástka.
b)	Tranzistor – zesílení signálu.
c)	Statické charakteristiky tranzistorů – ujasnění konstrukce.
d)	Práce s katalogem – určování charakteristických hodnot tranzistorů.
V.	ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU
Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení nejasností, připravit se na měření VA charakteristik bipolárního tranzistoru.	

- VI. LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.
- a) Učební text prezentace
- „Tranzistory“.
 - „VA charakteristika bipolárního tranzistoru“.
- b) Literatura
- KLOS, Z. *Elektrická měření*, Brno: VUT, 1988.
 - DRECHSLER, R., a kol., *Elektrická měření II. – Základní metody*, Praha: SNTL, 1973.
 - KREJČÍ, V., KÁBELE, J. *Elektrotechnické měřicí přístroje a měření*, Praha: SNTL, 1974.
 - KLESKEŇ, B., *Elektrotechnická měření - Měření v elektronice*, Praha: SNTL, 1976.
 - GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.
 - KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrotechnická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání.

Související přípravy

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU	
Školní rok: 2012/2013 Obor: Elektrotechnika Předmět: Elektronika Ročník: 2. Vyučovací hodina: 10. Zpracoval: Ing. Mgr. Vladimír Straka.	
Název tematického celku: Polovodičové součástky. Téma vyučovací hodiny: Bipolární tranzistor.	
Druh vyučovací hodiny: Teoretická. Didaktické pomůcky: Dataprojektor, PC se SW Multisim. Vzdělávací cíl: Seznámit žáky s chováním bipolárního tranzistoru v obvodu. Výchovný cíl: Žák určí chování BJT na základě znalosti jeho chování v základních zapojeních.	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
a)	Co je to nevlastní vodivost polovodiče.
b)	Majoritní a minoritní nosiče proudu.
II.	MOTIVACE
	Tranzistor je základním stavebním prvkem jakéhokoliv elektronického zařízení. Existuje nejen jako samostatná součástka, ale je i základem integrovaných obvodů, procesorů. Díky tranzistoru se rozvíjí jak výpočetní technika, pohony, tak i moderní energetika.
III.	VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
a)	Principiální provedení tranzistoru – součástka s dvěma PN přechody, tranzistor jako hypotetické spojení dvou diod.
b)	Tranzistory NPN a PNP.
c)	Princip činnosti tranzistoru – pochody, které probíhají v bipolárním tranzistoru vyložené např. na struktuře NPN.
d)	Základní způsoby zapojení tranzistoru, jejich vlastnosti.
IV.	SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ Podstata tranzistorového jevu
V.	ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU Není.
VI.	LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD. DOLEČEK, J., <i>Moderní učebnice elektroniky 1</i> . Praha: BEN, 2007.

3. Měření VA charakteristiky bipolárního tranzistoru

Písemná příprava

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 3	
Školní rok: 2012/2013	
Obor: Elektrotechnika – Mechatronika.	
Předmět: Měření a diagnostika.	
Ročník: třetí	
Vyučovací hodina: 7. – 9.	
Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.	
Název tematického celku: Měření VA charakteristik polovod. Součástek.	
Téma vyučovací hodiny: Měření VA charakteristiky bipolárního tranzistoru	
Druh vyučovací hodiny: cvičení.	
Didaktické pomůcky: dataprojektor, bipolární tranzistor, zdroj, měřící přístroje	
Vzdělávací cíl: umět pracovat s laboratorními zdroji a přístroji, umět rozpoznat jednotlivé součástky a pracovat s katalogem (datasheety).	
Výchovný cíl: Získat vztah k měřícím přístrojům, zdrojům a elektrotechnickým součástkám – naučit se opatrnosti.	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
a)	Bipolární tranzistor – vlastnosti, využití v praxi.
b)	Znalost zapojení bipolárního tranzistoru v zapojení SE - schéma.
c)	VA charakteristika bipolárního tranzistoru – znalost konstrukce.
d)	Práce s katalogem – určení charakteristických hodnot tranzistoru.
II.	MOTIVACE
a)	Vzbudit zájem studentů o probíranou látku zkušenostmi z praxe.
b)	Zapojit všechny studenty při konkrétním měření stejným dílem.
III.	VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
a)	Důležitost mezních charakteristických hodnot (výkonových) při měření s bipolárním tranzistorem s ohledem na provozuschopnost dané součástky.
b)	Důvod měření bipolárního tranzistoru v zapojení se společným emitorem.
c)	Princip měření vstupních charakteristik bipolárního tranzistoru.
d)	Princip měření výstupních charakteristik bipolárního tranzistoru.
e)	Odvození grafů převodních charakteristik bipolárního tranzistoru.
f)	Výpočet hybridních parametrů bipolárního tranzistoru.
g)	Měření zadané úlohy.
IV.	SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
a)	Využití bipolárního tranzistoru v praxi.
b)	Práce s katalogem - charakteristické parametry bipolárního tranzistoru.
c)	Statické charakteristiky tranzistorů – pracovní oblast.
d)	Výpočet hybridních parametrů bipolárního tranzistoru.
V.	ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU
a)	Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení nejasností.
b)	Vypracování úlohy na téma „Měření VA charakteristiky bipolárního

tranzistoru“.

- VI. LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.
- a) Učební text – prezentace „Tranzistory“.
 - b) Učební text – prezentace „VA charakteristika bipolárního tranzistoru“
 - c) KLOS, Z. *Elektrická měření*, Brno: VUT, 1988.
 - d) DRECHSLER, R., a kol. *Elektrická měření II. – Základní metody*, Praha: SNTL, 1973.
 - e) KREJČÍ V., KÁBELE J., *Elektrotechnické měřicí přístroje a měření*, SNTL 1974.
 - f) KLESKEŇ, B., *Elektrotechnická měření - Měření v elektronice*, Praha: SNTL, 1976.
 - g) GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.
 - h) KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrotechnická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání.

Související přípravy

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU

Školní rok: 2012/2013

Obor: Elektrotechnika

Předmět: Elektronika

Ročník: 2.

Vyučovací hodina: 11.

Zpracoval: Ing. Mgr. Vladimír Straka.

Název tematického celku: Elektronické součástky.

Téma vyučovací hodiny: Voltampérové charakteristiky tranzistorů.

Druh vyučovací hodiny: Kombinovaná.

Didaktické pomůcky: Dataprojektor, PC se SW Multisim.

Vzdělávací cíl: Seznámit žáky s VA charakteristikami BJT.

Výchovný cíl: Žák se bude orientovat v charakteristikách BJT.

I. OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY

- a) Tranzistorový jev.
- b) Základní zapojení tranzistoru.

II. MOTIVACE

Potřeba popsat vlastnosti a chování tranzistoru v jednotlivém zapojení, zejména v zapojení NPN, coby nejčastějším používaném zapojení.

III. VÝKLAD NOVÉHO UČIVA

- a) Voltampérové charakteristiky tranzistoru.
- b) Diferenciální parametry tranzistoru.
- c) Hybridní a admitanční soustava charakteristik.

IV. SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ

- a) Chování tranzistoru NPN v zapojení se společným emitorem.
- b) Jednotlivé parametry tranzistoru, zejména proudový zesilovací činitel.
- c) Charakteristiky výstupní, vstupní, převodní.

V. ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU

Nakreslete VA charakteristiky tranzistoru BC 507 v zapojení se společným emitorem.

VI. LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.

DOLEČEK, J., *Moderní učebnice elektroniky 1*. Praha: BEN, 2007.

Zadání úlohy č. 1

Název měření: Měření bipolárního tranzistoru

Úkol měření:

- 3.1. Z katalogu zjistěte mezní a charakteristické hodnoty daného tranzistoru.
- 3.2. Změřte vstupní charakteristiky jako závislost $I_B=f(U_{BE})$ při konstantním kolektorovém napětí U_{CE} . Závislost změřte pro dvě různá kolektorová napětí $U_{CE}=0$ a $U_{CE}=5$ V až do maximálního proudu I_B .¹ Přitom kontrolujte, aby nebyla překročena hodnota P_C .²
- 3.3. Změřte výstupní charakteristiky $I_C=f(U_{CE})$ pro $I_B=\text{konst.}$ Závislost změřte pro čtyři různé hodnoty $I_B=0, I_B=1/3 I_{BMAX}, 2/3 I_{BMAX}$ a I_{BMAX} . Přitom kontrolujte, aby nebyla překročena hodnota P_C .
- 3.4. Nakreslete grafy vstupních a výstupních charakteristik a odvoďte z nich grafy převodních charakteristik.
- 3.5. Ve zvoleném pracovním bodu spočtete hybridní parametry tranzistoru.

Teoretický úvod:

Popis metody měření:

Schéma zapojení:

Tabulka použitých součástek, měřicích přístrojů a zdrojů:

Pořadí	Název	Typ	Rozsah
1.	Zdroj		
2.	Potenciometr		
3.			
4.			

Postup měření:

Tabulka naměřených a vypočtených hodnot

Závěr:

¹ Velikost maximálního proudu I_{BMAX} spočítejte z katalogových hodnot $I_{BMAX}=(P_C/U_{CE})/h_{21E}$.

² Pro dané U_{CE} spočítáme proud $I_C=P_C/U_{CE}$.

4. Měření VA charakteristiky unipolárního tranzistoru

Písemná příprava

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 4	
Školní rok: 2012/2013	
Obor: Elektrotechnika - Mechatronika	
Předmět: Měření a diagnostika	
Ročník: třetí	
Vyučovací hodina: 10. – 12.	
Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.	
Název tematického celku: Měření VA charakteristik polovod. součástek	
Téma vyučovací hodiny: Měření VA charakteristiky unipolárního tranzistoru	
Druh vyučovací hodiny: cvičení	
Didaktické pomůcky: dataprojektor, unipolární tranzistor, zdroj, měřící přístroje.	
Vzdělávací cíl: umět pracovat s laboratorními zdroji a přístroji, umět rozpoznat jednotlivé součástky a pracovat s katalogem (datasheety).	
Výchovný cíl: Získat vztah k měřícím přístrojům, zdrojům a elektrotechnickým součástkám – naučit se opatrnosti.	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
a)	Využití bipolárního tranzistoru v praxi.
b)	Práce s katalogem - charakteristické parametry bipolárního tranzistoru.
c)	Statické charakteristiky tranzistorů – pracovní oblast.
d)	Výpočet hybridních parametrů bipolárního tranzistoru.
II.	MOTIVACE
III.	Vzbudit zájem studentů o probíranou látku zkušenostmi z praxe. Zapojit všechny studenty při konkrétním měření stejným dílem.
IV.	VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
a)	Důležitost mezních charakteristických hodnot (výkonových) při měření s unipolárním tranzistorem s ohledem na provozuschopnost dané součástky.
b)	Důvod měření unipolárního tranzistoru.
c)	Princip měření převodní charakteristiky unipolárního tranzistoru.
d)	Princip měření výstupních charakteristik unipolárního tranzistoru.
e)	Konstrukce grafu převodní a výstupní charakteristiky unipolárního tranzistoru.
f)	Výpočet převodní admitance unipolárního tranzistoru.
g)	Měření zadané úlohy.
V.	SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
a)	Unipolární tranzistor – napěťově řízená součástka.
b)	Využití unipolárního tranzistoru v praxi.
c)	Práce s katalogem - charakteristické parametry unipolárního tranzistoru.
d)	Charakteristika unipolárního tranzistoru – pracovní oblast.
e)	Výpočet převodní admitance unipolárního tranzistoru – ověření znalostí.

- VI. ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU
- a) Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení nejasností.
 - b) Vypracování úlohy na téma „Měření VA charakteristiky unipolárního tranzistoru“.
- VII. LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.
- a) Učební text – prezentace:
 - „Tranzistory“.
 - „Přehled unipolárních tranzistorů“.
 - b) Literatura
 - KLOS, Z. *Elektrická měření*, Brno: VUT, 1988.
 - DRECHSLER, R., a kol. *Elektrická měření II. – Základní metody*, Praha: SNTL, 1973.
 - KREJČÍ V., KÁBELE J., *Elektrotechnické měřicí přístroje a měření*, SNTL 1974.
 - KLESKEŇ, B., *Elektrotechnická měření - Měření v elektronice*, Praha: SNTL, 1976.
 - GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.
 - KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrotechnická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání.

Související přípravy

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU

Školní rok: 2012/2013

Obor: Elektrotechnika

Předmět: Elektronika

Ročník: 2.

Vyučovací hodina: 13.

Zpracoval: Ing. Mgr. Vladimír Straka.

Název tematického celku: Polovodičové součástky.

Téma vyučovací hodiny: Unipolární tranzistor.

Druh vyučovací hodiny: Kombinovaná.

Didaktické pomůcky: Dataprojektor, PC se SW Multisim.

Vzdělávací cíl: Seznámit žáky s vlastnostmi reálných BJT.

Výchovný cíl: Žák navrhne správný druh tranzistoru.

I. OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY

- a) Co říká Coulombův zákon?
- b) Jaké nosiče proudu se vyskytují v polovodiči?
- c) Jak se chová PN přechod v závěrném směru?
- d) Co je to vyprázdněná oblast?

II. MOTIVACE

Unipolární tranzistor je neodmyslitelnou součástí dnešních dnů. Projevuje se některými výhodnými vlastnostmi, kterými předčí tranzistor bipolární, zejména nulový vstupní výkon. Unipolární technologie je dnes jedním ze základních stavebních kamenů výpočetní techniky.

III. VÝKLAD NOVÉHO UČIVA

- a) Různé principy činnosti unipolárních tranzistorů.
- b) Tranzistor s indukovaným kanálem.
- c) Tranzistor s vodivým kanálem.
- d) Tranzistor JFET.
- e) Voltampérová charakteristika tranzistoru – srovnání s bipolárním tranzistorem.
- f) Parametry tranzistoru – srovnání s bipolárním tranzistorem.
- g) Vlastnosti FET tranzistoru a jejich srovnání s BJT.

IV. SHRUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ

- a) Zopakuj různé principy fungování unipolárních tranzistorů.
- b) Jaké jsou hlavní rozdíly mezi unipolárním a BJT?
- c) Jak se změní a zjednoduší soustava parametrů unipolárního tranzistoru?

V. ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU

Vyhledej a zapiš co nejvíce oblastí použití unipolární technologie!

VI. LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.

DOLEČEK, J., *Moderní učebnice elektroniky 1*. Praha: BEN, 2007.

Zadání úlohy č. 2

Název měření: Měření unipolárního tranzistoru

Úkol měření:

- 2.1. Z katalogu zjistěte mezní a charakteristické hodnoty daného tranzistoru.
- 2.2. Změřte převodní charakteristiky jako závislost $I_C=f(U_{GE})$ při konstantním kolektorovém napětí U_{GE} . Závislost změřte pro dvě různá kolektorová napětí. Přitom kontrolujte, aby nebyla překročena hodnota P_C .³
- 2.3. Změřte výstupní charakteristiky $I_C=f(U_{CE})$ pro $U_{GE} = \text{konst.}$ Závislost změřte pro čtyři různé hodnoty U_{GE} . Přitom kontrolujte, aby nebyla překročena hodnota P_C .
- 2.4. Nakreslete grafy charakteristik.
- 2.5. Ve zvoleném pracovním bodu zjistěte převodní admitanci tranzistoru.

Teoretický úvod:

Popis metody měření:

Schéma zapojení:

Tabulka použitých součástek, měřicích přístrojů a zdrojů:

Pořadí	Název	Typ	Rozsah

Postup měření:

Tabulka naměřených a vypočtených hodnot

Závěr:

³ Pro dané U_{CE} spočítáme proud $I_C=P_C/U_{CE}$.

5. Opakování a testování vědomostí

Písemná příprava

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU	
Školní rok: 2012/2013	
Obor: Elektrotechnika - Mechatronika	
Předmět: Měření a diagnostika	
Ročník: třetí	
Vyučovací hodina: 13. – 15.	
Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.	
Název tematického celku: Měření VA charakteristik polovod. součástek	
Téma vyučovací hodiny: Opakování a testování vědomostí	
Druh vyučovací hodiny: cvičení	
Didaktické pomůcky: dataprojektor	
Vzdělávací cíl: Ověření znalostí studentů	
Výchovný cíl: Naučit se zodpovědnému chování	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
a)	Unipolární tranzistor – napětově řízená součástka.
b)	Využití unipolárního tranzistoru v praxi.
c)	Práce s katalogem - charakteristické parametry unipolárního tranzistoru.
d)	Charakteristika unipolárního tranzistoru – pracovní oblast.
e)	Výpočet převodní admitance unipolárního tranzistoru – ověření znalostí.
II.	MOTIVACE
a)	Navodit bezstresové prostředí – namotivovat studenty k co nejlepšímu výkonu při testování znalostí.
b)	Snaha o získání dobrého pocitu z dobře odvedené práce.
III.	TESTOVÁNÍ ZNALOSTÍ STUDENTŮ – OKRUHY TÉMAT
a)	Důležitost mezních charakteristických hodnot (výkonových) při měření s bipolárním a unipolárním tranzistorem.
b)	Schéma zapojení pro měření VA charakteristiky bipolárního tranzistoru v zapojení se společným editorem.
c)	Nakreslit VA charakteristiku bipolárního tranzistoru – pracovní bod.
d)	Základní rozdělení tranzistorů – druhy, vlastnosti, použití.
e)	Výpočet hybridních a admitančních parametrů tranzistorů.
f)	Katalogové charakteristické mezní hodnoty tranzistorů – vliv, důsledky, opatření při měření a použití v praxi.
IV.	SHRNUTÍ A ZHODNOCENÍ TESTOVÁNÍ
a)	Zodpovědění a shrnutí testových otázek.
b)	Oprava testu – zodpovědění nejasností.
c)	Prostor pro zajímavosti a technické novinky.
V.	ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU
a)	Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení nejasností.
b)	Samostudium k tématu „Měření VA charakteristik optonu, tyristoru“.

- VI. LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.
- a) Učební text – prezentace:
- „Tranzistory“.
 - „VA charakteristika bipolárního tranzistoru“.
 - „Přehled unipolárních tranzistorů“.
- b) Úloha měření
- „Měření VA charakteristiky bipolárního tranzistoru“.
 - „Měření VA charakteristiky unipolárního tranzistoru“.
- c) Literatura:
- DUFEK, M., *Elektrická měření I.*, Brno: VUT, 1974.
 - DUFEK, M. *Elektrická měření I., Elektrické měřicí přístroje*, Praha: SNTL, 1974.
 - KLOS, Z. *Elektrická měření*, Brno: VUT, 1988.
 - DRECHSLER, R., a kol. *Elektrická měření II. – Základní metody*, Praha: SNTL, 1973.
 - KREJČÍ V., KÁBELE J., *Elektrotechnické měřicí přístroje a měření*, SNTL 1974.
 - KLESKEŇ, B., *Elektrotechnická měření - Měření v elektronice*, Praha: SNTL, 1976.
 - GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.
 - KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrotechnická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání.

Související přípravy

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU

Školní rok: 2012/2013

Obor: Elektrotechnika

Předmět: Elektronika

Ročník: 2.

Vyučovací hodina: 12.

Zpracoval: Ing. Mgr. Vladimír Straka

Název tematického celku: Elektronické součástky.

Téma vyučovací hodiny: Tranzistor jako reálná součástka.

Druh vyučovací hodiny: Kombinovaná.

Didaktické pomůcky: Dataprojektor, PC se SW Multisim.

Vzdělávací cíl: Seznámit žáky s vlastnostmi reálných BJT.

Výchovný cíl: Žák navrhne správný druh tranzistoru.

- I. OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
 - a) Mechanismus vedení proudu v polovodičích – jak se mění s teplotou?
 - b) Zopakování tranzistorového jevu.

- II. MOTIVACE
Bipolární tranzistor je základní stavební kámen dnešní elektroniky. Ať už jako samostatná součástka nebo jako prvek, který je obsažen ve velkém množství uvnitř integrovaných obvodů.

- III. VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
 - a) Zbytkový proud tranzistoru.
 - b) Vliv teploty na vlastnosti tranzistoru.
 - c) Pracovní oblast tranzistoru.
 - d) Tranzistor jako spínač.
 - e) Mezní a charakteristické hodnoty tranzistoru.

- IV. SHRUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
 - a) Omezení pro tranzistor.
 - b) Rozdíl mezi vlastnostmi ideálního a reálného tranzistoru.
 - c) Změna vlastností tranzistoru s teplotou.

- V. ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU
Kreslit nejčastější pouzdra BJT, včetně zapojení vývodů.

- VI. LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.
DOLEČEK, J., *Moderní učebnice elektroniky 1*. Praha: BEN, 2007.

6. Teoretický rozbor měření VA charakteristik tyristoru a optočlenu

Písemná příprava

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU	
Školní rok: 2012/2013 Obor: Elektrotechnika - Mechatronika Předmět: Měření a diagnostika Ročník: třetí Vyučovací hodina: 16. – 18. Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.	
Název tematického celku: Měření VA charakteristik polovod. součástek Téma vyučovací hodiny: Teoretický rozbor měření VA charakteristik tyristoru a optočlenu.	
Druh vyučovací hodiny: cvičení Didaktické pomůcky: dataprojektor. Vzdělávací cíl: umět pracovat s laboratorními zdroji a přístroji, umět rozpoznat jednotlivé součástky a pracovat s katalogem (datasheety). Výchovný cíl: Získat vztah k měřícím přístrojům, zdrojům a elektrotechnickým součástkám – naučit se opatrnosti.	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
a)	Důležitost mezních charakteristických hodnot (výkonových) při měření s bipolárním a unipolárním tranzistorem.
b)	Schéma zapojení pro měření VA charakteristiky bipolárního tranzistoru v zapojení se společným editorem.
c)	Nakreslit VA charakteristiku bipolárního tranzistoru – pracovní bod.
d)	Základní rozdělení tranzistorů – druhy, vlastnosti, použití.
e)	Výpočet hybridních a admitančních parametrů tranzistorů.
f)	Katalogové charakteristické mezní hodnoty tranzistorů – vliv, důsledky, opatření při měření a použití v praxi.
II.	MOTIVACE
a)	Vzbudit zájem studentů o probíranou látku zkušenostmi z praxe.
b)	Zapojit všechny studenty do diskuse.
III.	VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
a)	Polovodičové přechody tyristoru – NPNP, PNP.
b)	Podmínky spínání a vypínání tyristoru .
c)	VA charakteristika tyristoru – pracovní oblast.
d)	Využití v praxi – řízení napětí (otáčky motorů, atd.).
e)	Fyzikální vlastnosti optočlenu.
f)	Druhy optočlenů.
g)	Optron – galvanické oddělení obvodu.
h)	Optron – optická závora (využití).
i)	VA charakteristika opronu – pracovní oblast.
j)	Praktické ukázky tyristorů a opronů.
IV.	SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
a)	Tyristor – impulsem spínaná součástka – využití v praxi.
b)	Statická charakteristika tyristoru – ujasnění konstrukce.
c)	Práce s katalogem – určování charakteristických hodnot tyristorů.

- d) Optočlen – využití v praxi (světelná závora).
 - e) Statická charakteristika optčlenu (LED dioda – tranzistor) – ujasnění konstrukce.
 - f) Práce s katalogem – určování charakteristických hodnot optočlenů
- V. ZADÁNÍ DOMÁCIHO ÚKOLU
- a) Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení nejasností.
 - b) Připravit se na úlohu „Měření VA charakteristik tyristoru“.
- VI. LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.
- a) Učební text – prezentace
 - „Tyristory“.
 - „Optoelektronické prvky“.
 - b) Literatura:
 - KLOS, Z. *Elektrická měření*, Brno: VUT, 1988.
 - DRECHSLER, R., a kol. *Elektrická měření II. – Základní metody*, Praha: SNTL, 1973.
 - KREJČÍ V., KÁBELE J., *Elektrotechnické měřicí přístroje a měření*, SNTL 1974.
 - KLESKEŇ, B., *Elektrotechnická měření - Měření v elektronice*, Praha: SNTL, 1976.
 - GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.
 - KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrotechnická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání.

Související přípravy

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU

Školní rok: 2012/2013

Obor: Elektrotechnika

Předmět: Elektronika

Ročník: 2.

Vyučovací hodina: 14.

Zpracoval: Ing. Mgr. Vladimír Straka

Název tematického celku: Elektronické součástky

Téma vyučovací hodiny: Vícevrstvé spínací součástky

Druh vyučovací hodiny: Teoretická

Didaktické pomůcky: Dataprojektor, PC se SW Multisim

Vzdělávací cíl: Seznámit žáky s vlastnostmi vícevrstvých spínacích součástek

Výchovný cíl: Žák navrhne správný druh součástky

- I. OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
 - a) PN přechod a jeho reálné vlastnosti
 - b) Ztrátový výkon polovodičové součástky
 - c) Výkonové zesílení

- II. MOTIVACE
 - a) Bezkontaktní spínání je již dávno realitou. Nepřítomnost reálných spínacích kontaktů se vyznačuje mnohými klady, avšak o to větší pozornost je třeba věnovat volbě vhodného spínacího prvku.
 - b) Kromě klasického sepnutí obvodu mají dnes rychlé spínací prvky široké uplatnění v oblasti polovodičových měničů.

- III. VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
 - a) Spínání stejnosměrného a střídavého proudu, podstatné rozdíly.
 - b) Základní pojmy z kategorie spínání, úhel sepnutí.
 - c) Tyristor, součástka pro výkonovou elektroniku, základní vlastnosti, způsob spínání a vypínání. Druhy tyristorů.
 - d) Triak jako antiparalelní spojení dvou tyristorů, vlastnosti, použití.
 - e) IGBT tranzistor, coby výhodné spojení BJT a UT pro výkonovou elektroniku.

- IV. SHRUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
 - a) Specifika spínání ss a st proudu, úhel sepnutí.
 - b) Nejčastější vícevrstvé spínací součástky a jejich aplikace
 - c) Způsoby sepnutí tyristoru, triaku, IGBT.

- V. ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU
Vyhledejte a запиšte použití spínacích součástek podle výkonových kategorií .

- VI. LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.
DOLEČEK, J., *Moderní učebnice elektroniky 1*. Praha: BEN, 2007.

7. Měření VA charakteristiky tyristoru

Písemná příprava

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 7	
Školní rok: 2012/2013	
Obor: Elektrotechnika - Mechatronika	
Předmět: Měření a diagnostika	
Ročník: třetí	
Vyučovací hodina: 19. – 21.	
Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.	
Název tematického celku: Měření VA charakteristik polovod. Součástek.	
Téma vyučovací hodiny: Měření VA charakteristiky tyristoru.	
Druh vyučovací hodiny: cvičení	
Didaktické pomůcky: dataprojektor, tyristor, zdroj, měřící přístroje	
Vzdělávací cíl: umět pracovat s laboratorními zdroji a přístroji, umět rozpoznat jednotlivé součástky a pracovat s katalogem (datasheety).	
Výchovný cíl: Získat vztah k měřícím přístrojům, zdrojům a elektrotechnickým součástkám – naučit se opatrnosti.	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
a)	Tyristor – impulsem spínaná součástka – využití v praxi.
b)	Statická charakteristika tyristoru – ujasnění konstrukce.
c)	Práce s katalogem – určování charakteristických hodnot tyristorů.
d)	Optočlen – využití v praxi (světelná závora).
e)	Statická charakteristika optočlenu (LED dioda – tranzistor) – ujasnění konstrukce.
f)	Práce s katalogem – určování charakteristických hodnot optočlenů.
II.	MOTIVACE
a)	Vzbudit zájem studentů o probíranou látku zkušenostmi z praxe.
b)	Zapojit všechny studenty při konkrétním měření stejným dílem.
III.	VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
a)	Důležitost mezních charakteristických hodnot (výkonových) při měření s tyristorem s ohledem na provozuschopnost dané součástky (výkonová zatížitelnost)..
b)	Podmínky spínání a vypínání tyristoru s ohledem na pulsní generátor (řízení napětí).
c)	Schéma zapojení pro měření VA charakteristiky tyristoru - rozbor.
d)	VA charakteristika tyristoru – měření, konstrukce a pracovní bod.
e)	Měření zadané úlohy.
IV.	SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
a)	Tyristor – využití v praxi.
b)	VA charakteristika tyristoru.
c)	Práce s katalogem – PTOT.
d)	Schéma zapojení pro měření VA charakteristiky tyristoru - zatížení.
V.	ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU
a)	Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení nejasností.

b) Vypracování úlohy na téma „Měření VA charakteristiky tyristoru“.

VI. LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.

a) Zadání úlohy měření „Měření VA charakteristiky tyristoru“.

b) Učební text – prezentace

- „Tyristory“.
- „Optoelektronické prvky“.

c) Literatura:

- KLOS, Z. *Elektrická měření*, Brno: VUT, 1988.
- DRECHSLER, R., a kol. *Elektrická měření II. – Základní metody*, Praha: SNTL, 1973.
- KREJČÍ V., KÁBELE J., *Elektrotechnické měřicí přístroje a měření*, SNTL 1974.
- KLESKEŇ, B., *Elektrotechnická měření - Měření v elektronice*, Praha: SNTL, 1976.
- GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.
- KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrotechnická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání.

Související přípravy

Viz. Související přípravy č. 6.

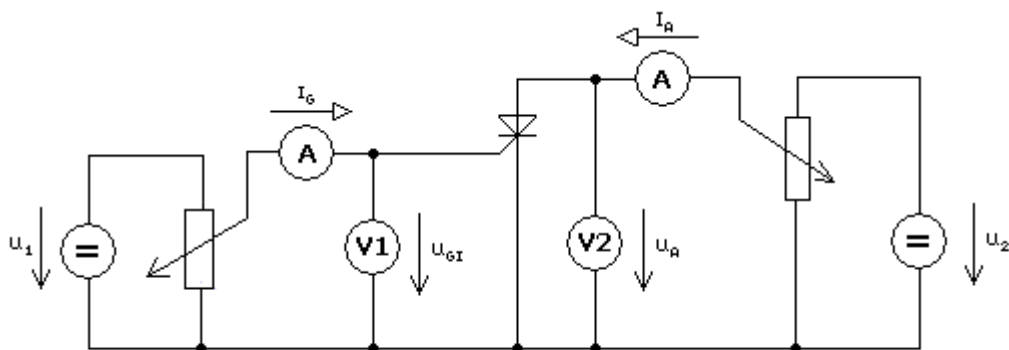
Zadání úlohy č. 3

Název měření: Měření tyristoru

Úkol měření:

1. Z katalogu zjistěte mezní a charakteristické hodnoty daného tyristoru.
2. Změřte závislost $IGT=f(UGT)$ při konstantním anodovém napětí U_A . Závislost změřte pro dvě různá anodová napětí a také pro rozpojený anodový obvod.
3. Změřte výstupní charakteristiky $I_A=f(U_A)$ pro $IGT=konst.$ Tyto charky měřte v blokovací oblasti pro anodové napětí od nuly až po napětí, při kterém tyristor sepne a to pro několik hodnot IGT . Dále změřte totéž v závěrné oblasti.

Schéma zapojení:



8. Měření VA charakteristiky optronu

Písemná příprava

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 8	
Školní rok: 2012/2013	
Obor: Elektrotechnika - Mechatronika	
Předmět: Měření a diagnostika	
Ročník: třetí	
Vyučovací hodina: 22. – 24.	
Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.	
Název tematického celku: Měření VA charakteristik polovod. součástek.	
Téma vyučovací hodiny: Měření VA charakteristiky optronu.	
Druh vyučovací hodiny: cvičení.	
Didaktické pomůcky: dataprojektor, optron, zdroj, měřící přístroje	
Vzdělávací cíl: umět pracovat s laboratorními zdroji a přístroji, umět rozpoznat jednotlivé součástky a pracovat s katalogem (datasheety).	
Výchovný cíl: Získat vztah k měřícím přístrojům, zdrojům a elektrotechnickým součástkám – naučit se opatrnosti.	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
a)	Tyristor – využití v praxi.
b)	VA charakteristika tyristoru.
c)	Práce s katalogem – P_{TOT} tyristoru.
d)	Schéma zapojení pro měření VA charakteristiky tyristoru - zatížení.
II.	MOTIVACE
a)	Vzbudit zájem studentů o probíranou látku zkušenostmi z praxe.
b)	Zapojit všechny studenty při konkrétním měření stejným dílem.
III.	VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
a)	Důležitost mezních charakteristických hodnot (výkonových) při měření s optočlenem s ohledem na provozuschopnost dané součástky.
b)	Důvod měření optočlenu (LED dioda – tranzistor).
c)	Princip měření vstupních charakteristik optronu, kontrola max. výkonu dodávaného do diody (ochrana diody).
d)	Princip měření výstupních charakteristik optronu.
e)	Odvození grafů převodní charakteristiky optronu.
f)	Výpočet hybridních parametrů optronu.
g)	Měření zadané úlohy.
IV.	SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ.
a)	Optron – využití v praxi.
b)	VA charakteristika optronu.
c)	Práce s katalogem – P_{TOT} .
d)	Schéma zapojení pro měření VA charakteristiky optronu – max. zatížení.
V.	ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU.
a)	Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení nejasností.
b)	Vypracování úlohy na téma „Měření VA charakteristiky optronu“.

- VI. LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.
- a) Zadání úlohy měření „Měření VA charakteristiky optronu“.
 - b) Učební text – prezentace „Optoelektronické prvky“.
 - c) KLOS, Z. *Elektrická měření*, Brno: VUT, 1988.
 - d) DRECHSLER, R., a kol. *Elektrická měření II. – Základní metody*, Praha: SNTL, 1973.
 - e) KREJČÍ V., KÁBELE J., *Elektrotechnické měřicí přístroje a měření*, SNTL 1974.
 - f) KLESKEŇ, B., *Elektrotechnická měření - Měření v elektronice*, Praha: SNTL, 1976.
 - g) GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.
 - h) KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrotechnická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání.

Související přípravy

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU

Školní rok: 2012/2013

Obor: Elektrotechnika

Předmět: Elektronika

Ročník: 2.

Vyučovací hodina: 18.

Zpracoval: Ing. Mgr. Vladimír Straka

Název tematického celku: Elektronické součástky.

Téma vyučovací hodiny: Optoelektronické členy.

Druh vyučovací hodiny: Teoretická.

Didaktické pomůcky: Dataprojektor, PC se SW Multisim.

Vzdělávací cíl: Seznámit žáky s vlastnostmi optoelektronických členů.

Výchovný cíl: Žák navrhne správný optoelektronický člen.

- I. OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
 - a) Vliv záření na PN přechod.
 - b) LED dioda.
 - c) Princip fotodiody a fototranzistoru.

- II. MOTIVACE
Optokopler je elektronická součástka, která zajišťuje dokonalé galvanické oddělení dvou obvodů. Izolační odpor mezi konkrétními obvody je velmi vysoký a zajišťuje bezpečné oddělení řídicích, měřicích a výkonových obvodů.

- III. VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
 - a) Existence tří základních druhů optokoplerů – v závislosti na konstrukci přijímací části optokopleru.
 - b) Optokopler s fotodiodou, fototranzistorem.
 - c) Optokoplery s jinou přijímací částí (např. fototriak pro střídavý proud).

- IV. SHRUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ.
 - a) Význam galvanického oddělení obvodů pro praxi.
 - b) Vlastnosti a použití jednotlivých druhů optokoplerů.

- V. ZADÁNÍ DOMÁCIHO ÚKOLU
Vyhledat a vypsát nejdůležitější provozní údaje z datasheetu pro zadaný typ optokopleru.

- VI. LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD..
DOLEČEK, J., *Moderní učebnice elektroniky 1*. Praha: BEN, 2007.

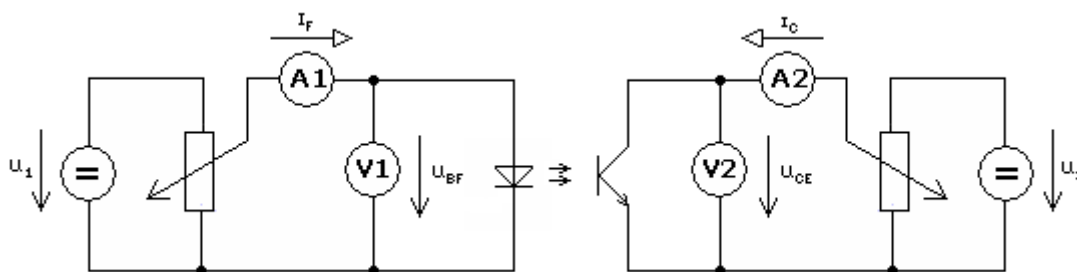
Zadání úlohy č. 4

Název měření: Měření optronu

Úkol měření:

- 5.1. Z katalogu zjistěte mezní a charakteristické hodnoty daného optronu. Nakreslete vnitřní zapojení optronu s označením vývodů.
- 5.2. Změřte vstupní charakteristiku $I_F=f(U_F)$. Přitom kontrolujte, aby nebyla překročena hodnota ztrátového výkonu světelné diody P_D .
- 5.3. Změřte výstupní charakteristiku $I_C=f(U_{CE})$ nejméně pro čtyři hodnoty I_F . Přitom kontrolujte, aby nebyla překročena hodnota ztrátového výkonu fototranzistoru P_C .
- 5.4. Nakreslete grafy vstupní a výstupní charakteristiky, z grafů odvoďte převodní charakteristiku $I_C=f(I_F)$. Určete hybridní parametry h_{11} , h_{21} , h_{22} . Porovnejte s katalogovými hodnotami.

Schéma zapojení:



9. Opakování a testování vědomostí

Písemná příprava

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 9	
Školní rok: 2012/2013	
Obor: Elektrotechnika – Mechatronika.	
Předmět: Měření a diagnostika.	
Ročník: třetí	
Vyučovací hodina: 25. – 27.	
Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.	
Název tematického celku: Měření VA charakteristik polovod. součástek.	
Téma vyučovací hodiny: Opakování a testování vědomostí.	
Druh vyučovací hodiny: cvičení.	
Didaktické pomůcky: dataprojektor.	
Vzdělávací cíl: Ověření znalostí studentů.	
Výchovný cíl: Naučit se zodpovědnému chování.	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
a)	Optron – využití v praxi.
b)	VA charakteristika opronu.
c)	Práce s katalogem – P_{TOT} .
d)	Schéma zapojení pro měření VA charakteristik opronu – max. zatížení.
II.	MOTIVACE.
a)	Navodit bezstresové prostředí – namotivovat studenty k co nejlepšímu výkonu při testování znalostí.
b)	Snaha o získání dobrého pocitu z dobře odvedené práce.
III.	TESTOVÁNÍ ZNALOSTÍ STUDENTŮ – OKRUHY TÉMAT.
a)	Důležitost mezních charakteristických hodnot (výkonových) při měření VA charakteristik tyristoru a opronu.
b)	Schéma zapojení pro měření VA charakteristik tyristoru a opronu.
c)	VA charakteristika tyristoru – pracovní oblast.
d)	VA charakteristika opronu – pracovní oblast.
e)	Využití tyristoru a opronu v praxi.
IV.	SHRNUTÍ A ZHODNOCENÍ TESTOVÁNÍ
a)	Zodpovědění a shrnutí testových otázek.
b)	Oprava testu – zodpovědění nejasností.
c)	Prostor pro zajímavosti a technické novinky.
V.	ZADÁNÍ DOMÁCIHO ÚKOLU.
a)	Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení nejasností.
b)	Samostudium k tématu „Měření pomocí osciloskopu“.
VI.	LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.
a)	Učební text – prezentace
	• „Tranzistory“.
	• „VA charakteristika bipolárního tranzistoru“.

- „Přehled unipolárních tranzistorů“.
- b) Úloha měření:
 - „Měření VA charakteristiky bipolárního tranzistoru“.
 - „Měření VA charakteristiky unipolárního tranzistoru“.
- c) DUFEK, M., *Elektrická měření I.*, Brno: VUT, 1974.
- d) DUFEK, M. *Elektrická měření I., Elektrické měřicí přístroje*, Praha: SNTL, 1974
- e) KLOS, Z. *Elektrická měření*, Brno: VUT, 1988.
- f) DRECHSLER, R., a kol. *Elektrická měření II. – Základní metody*, Praha: SNTL, 1973.
- g) KREJČÍ V., KÁBELE J., *Elektrotechnické měřicí přístroje a měření*, SNTL 1974.
- h) KLESKEŇ, B., *Elektrotechnická měření - Měření v elektronice*, Praha: SNTL, 1976.
- i) GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.
- j) KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrotechnická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání.

Související přípravy

Viz. související přípravy č. 6 a 8.

10 Teoretický rozbor měření pomocí osciloskopu

Písemná příprava

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 10	
Školní rok: 2012/2013	
Obor: Elektrotechnika - Mechatronika	
Předmět: Měření a diagnostika	
Ročník: třetí	
Vyučovací hodina: 28. – 30.	
Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.	
Název tematického celku: Měření pomocí osciloskopu.	
Téma vyučovací hodiny: Teoretický rozbor měření pomocí osciloskopu	
Druh vyučovací hodiny: cvičení.	
Didaktické pomůcky: dataprojektor.	
Vzdělávací cíl: umět pracovat s laboratorními zdroji, přístroji a elektrotechnickými součástkami, umět pracovat s osciloskopem – ovládání samotného přístroje a umět vyhodnocovat výsledky měření (průběhy dynamických stavů).	
Výchovný cíl: Získat vztah k měřícím přístrojům, zdrojům a elektrotechnickým součástkám – naučit se opatrnosti.	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
a)	Tyristor – impulsem spínaná součástka – využití v praxi.
b)	Statická charakteristika tyristoru – ujasnění konstrukce.
c)	Práce s katalogem – určování charakteristických hodnot tyristorů.
d)	Optočlen – využití v praxi (světelná závora).
e)	Statická charakteristika optčlenu (LED dioda – tranzistor) – ujasnění konstrukce.
f)	Práce s katalogem – určování charakteristických hodnot optočlenů
II.	MOTIVACE
a)	Vzbudit zájem studentů o probíranou látku zkušenostmi z praxe.
b)	Zapojit všechny studenty do diskuse.
III.	VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
a)	Analogový osciloskop – konstrukce, blokové schéma.
b)	Digitální osciloskop – konstrukce, blokové schéma.
c)	Popis a ukázka základního ovládání osciloskopu – měřící sondy.
d)	Práce s osciloskopem – pojem časové základny.
e)	Práce s osciloskopem – Lissajousovy obrazce.
f)	Možnost připojení k PC.
IV.	SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
a)	Využití osciloskopu v praxi
b)	Pojem vyšší harmonické
c)	Opakování – nastavení osciloskopu – pojem autoset
d)	Lissajousovy obrazce – využití v praxi.
V.	ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU
a)	Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení nejjasností.
b)	Připravit se na úlohu „Měření vnitřního odporu osciloskopu a

charakteristiky lineárnosti“.

- VI. LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.
- a) Zadání úlohy měření „Měření vnitřního odporu osciloskopu a charakteristiky lineárnosti“.
 - b) Učební text – prezentace
 - „Osciloskopy teorie“.
 - „Lissajousovy obrazce“.
 - „Osciloskop základní funkce“.
 - c) KLOS, Z. *Elektrická měření*, Brno: VUT, 1988.
 - d) DRECHSLER, R., a kol. *Elektrická měření II. – Základní metody*, Praha: SNTL, 1973.
 - e) KREJČÍ V., KÁBELE J., *Elektrotechnické měřicí přístroje a měření*, SNTL 1974.
 - f) KLESKEŇ, B., *Elektrotechnická měření - Měření v elektronice*, Praha: SNTL, 1976.
 - g) GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.
 - h) KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání.

Související přípravy

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU	
Školní rok: 2012/2013 Obor: Elektrotechnika - Mechatronika Předmět: Měření a diagnostika Ročník: třetí Vyučovací hodina: 22. Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.	
Název tematického celku: Osciloskopy. Téma vyučovací hodiny: Analogový osciloskop.	
Druh vyučovací hodiny: teoretická. Didaktické pomůcky: studijní materiál, literatura, dataprojektor. Vzdělávací cíl: rozumět a umět pracovat s měřicími přístroji, umět a pochopit jejich vnitřní strukturu. Výchovný cíl: Získat vztah k měřicím přístrojům, zdrojům a elektrotechnickým součástkám.	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
a)	Zenerova dioda - opakování.
b)	Schéma zapojení operačního zesilovače se Zenerovou diodou – omezovač amplitudy.
c)	Převodní charakteristika omezovače amplitudy.
d)	Průběh napětí za omezovačem napětí.
e)	Využití omezovače amplitudy v praxi.
II.	MOTIVACE
a)	Vzbudit zájem studentů o probíranou látku zkušenostmi z praxe.
b)	Zapojit všechny studenty do diskuse.
III.	VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
a)	Blokové schéma analogového osciloskopu.
b)	Vychylovací elektrody.
c)	Generátor časové základny.
d)	Obrazovka osciloskopu, luminofor.
e)	Využití analogových osciloskopů v praxi.
IV.	SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
a)	Schéma analogového osciloskopu.
b)	Analogový osciloskop – využití při měření.
V.	ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení nejasností.
VI.	LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.
a)	Učební text – prezentace
	• „Elektronika4a“.
	• „Analogové osciloskopy“.
b)	KLOS, Z. <i>Elektrická měření</i> , Brno: VUT, 1988.
c)	DRECHSLER, R., a kol. <i>Elektrická měření II. – Základní metody</i> , Praha: SNTL, 1973.

- d) KREJČÍ V., KÁBELE J., *Elektrotechnické měřicí přístroje a měření*, SNTL 1974.
- e) KLESKEŇ, B., *Elektrotechnická měření - Měření v elektronice*, Praha: SNTL, 1976.
- f) GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.
- g) KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrotechnická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání.

11. Měření vnitřního odporu osciloskopu a charakteristiky lineárnosti

Písemná příprava

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU	
Školní rok: 2012/2013 Obor: Elektrotechnika - Mechatronika Předmět: Měření a diagnostika Ročník: třetí Vyučovací hodina: 31. – 33. Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.	
Název tematického celku: Měření pomocí osciloskopu. Téma vyučovací hodiny: Měření vnitřního odporu osciloskopu a charakteristiky lineárnosti.	
Druh vyučovací hodiny: cvičení. Didaktické pomůcky: dataprojektor, osciloskop, odporová dekáda, vysokofrekvenční multimetr. Vzdělávací cíl: umět pracovat s laboratorními zdroji, přístroji a elektrotechnickými součástkami, umět pracovat s osciloskopem – ovládání samotného přístroje a umět vyhodnocovat výsledky měření (průběhy dynamických stavů). Výchovný cíl: Získat vztah k měřícím přístrojům, zdrojům a elektrotechnickým součástkám – naučit se opatrnosti.	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
a)	Analogový a digitální osciloskop – konstrukce, blokové schéma
b)	Využití osciloskopu v praxi.
c)	Pojem vyšší harmonické.
d)	Opakování – nastavení osciloskopu – pojem autoset.
e)	Lissajousovy obrazce – využití v praxi.
II.	MOTIVACE
a)	Vzbudit zájem studentů o probíranou látku zkušenostmi z praxe.
b)	Zapojit všechny studenty při konkrétním měření stejným dílem.
III.	VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
a)	Základní nastavení a kalibrace osciloskopu.
b)	Vnitřní (vstupní) impedance osciloskopu Z_{vst} – odvození vztahu.
c)	Vysvětlení pojmu charakteristika lineárnosti.
d)	Popis schémat zapojení pro daná měření.
e)	Měření zadané úlohy.
IV.	SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
a)	Využití osciloskopu v praxi
b)	Základní nastavení osciloskopu – prověření pochopení ovládání osciloskopu
c)	Co znamená vnitřní odpor osciloskopu – přesnost přístroje
d)	Maximální a efektivní hodnota – rozdíl, vzájemný vztah.
V.	ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU
a)	Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení

- nejasností.
- b) Vypracování úlohy na téma „Měření vnitřního odporu osciloskopu a charakteristiky lineárnosti“.
 - c) Připravit se na úlohu „Měření frekvence a fázového posunu pomocí osciloskopu“.

VI. LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.

- a) Zadání úlohy měření „Měření frekvence a fázového posunu pomocí osciloskopu“
- b) Učební text – prezentace
 - „Osciloskopy teorie“.
 - „Lissajousovy obrazce“.
 - „Osciloskop základní funkce“.
- c) KLOS, Z. *Elektrická měření*, Brno: VUT, 1988.
- d) DRECHSLER, R., a kol. *Elektrická měření II. – Základní metody*, Praha: SNTL, 1973.
- e) KREJČÍ V., KÁBELE J., *Elektrotechnické měřicí přístroje a měření*, SNTL 1974.
- f) KLESKEŇ, B., *Elektrotechnická měření - Měření v elektronice*, Praha: SNTL, 1976.
- g) GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.
- h) KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrotechnická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání.

Související přípravy

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU	
Školní rok: 2012/2013 Obor: Elektrotechnika - Mechatronika Předmět: Měření a diagnostika Ročník: třetí Vyučovací hodina: 23. Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.	
Název tematického celku: Osciloskopy. Téma vyučovací hodiny: Digitální osciloskop.	
Druh vyučovací hodiny: teoretická. Didaktické pomůcky: studijní materiál, literatura, dataprojektor. Vzdělávací cíl: rozumět a umět pracovat s měřicími přístroji, umět a pochopit jejich vnitřní strukturu. Výchovný cíl: Získat vztah k měřicím přístrojům, zdrojům a elektrotechnickým součástkám.	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
a)	Blokové schéma analogového osciloskopu.
b)	Vychylovací elektrody.
c)	Generátor časové základny.
d)	Obrazovka osciloskopu, luminofor.
e)	Využití analogových osciloskopů v praxi.
II.	MOTIVACE
a)	Vzbudit zájem studentů o probíranou látku zkušenostmi z praxe.
b)	Zapojit všechny studenty do diskuse.
III.	VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
a)	Základní parametry digitálních osciloskopů.
b)	Blokové schéma digitálního osciloskopu.
c)	Vertikální zesilovač.
d)	Multiplexer (přepínač vstupů).
e)	Vzorkovač s A/D převodníkem.
f)	Číslicová paměť.
g)	Příklady užití číslicového osciloskopu.
IV.	SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
a)	Schéma digitálního osciloskopu.
b)	Digitální osciloskop – využití při měření.
V.	ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení nejasností.
VI.	LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.
a)	Učební text – prezentace <ul style="list-style-type: none">• „Elektronika4a“.• „Digitální osciloskopy“.
b)	KLOS, Z. <i>Elektrická měření</i> , Brno: VUT, 1988.
c)	DRECHSLER, R., a kol. <i>Elektrická měření II. – Základní metody</i> ,

- Praha: SNTL, 1973.
- d) KREJČÍ V., KÁBELE J., *Elektrotechnické měřicí přístroje a měření*, SNTL 1974.
 - e) KLESKEŇ, B., *Elektrotechnická měření - Měření v elektronice*, Praha: SNTL, 1976.
 - f) GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.
 - g) KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrotechnická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání.

Zadání úlohy č. 5

Název měření: Měření osciloskopu I

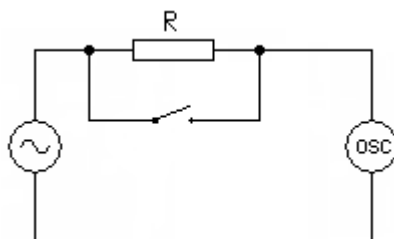
Úkol měření:

- 10.1. Proveďte základní kontrolu nastavení a kalibrace osciloskopu.
- 10.2. Vstupní impedance osciloskopu Z_{vst}
 - 10.2.1. Odvoďte vztah pro Z_{vst}
 - 10.2.2. Změřte vstupní impedanci osciloskopu v obou kanálech CH1(X) a CH2(Y) při $f=1\text{kHz}$.
- 10.3. Charakteristika lineárnosti
 - 10.3.1. Změřte charakteristiku lineárnosti v obou kanálech při $f=1\text{kHz}$ a vynesete do grafu
 - 10.3.2. Určete lineární oblast kanálů při $f=1\text{kHz}$ a konstantě 1V/d .
- 10.4. Určete skutečnou konstantu obou kanálů osciloskopu při $f=1\text{kHz}$ v jejich lineární oblasti (pozor na přepočítání U_{ef} a U_{max} !).

Teoretický úvod

Postup měření:

Schéma zapojení



Tabulka použitých přístrojů:

Pořadí	Název	Typ	Rozsah

12. Měření frekvence a fázového posunu pomocí osciloskopu

Písemná příprava

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 12	
Školní rok: 2012/2013	
Obor: Elektrotechnika - Mechatronika	
Předmět: Měření a diagnostika	
Ročník: třetí	
Vyučovací hodina: 34. – 36.	
Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.	
Název tematického celku: Měření pomocí osciloskopu.	
Téma vyučovací hodiny: Měření frekvence a fázového posunu pomocí osciloskopu.	
Druh vyučovací hodiny: cvičení.	
Didaktické pomůcky: dataprojektor, osciloskop, vysokofrekvenční multimetry, elektronické součástky.	
Vzdělávací cíl: umět pracovat s laboratorními zdroji, přístroji a elektrotechnickými součástkami, umět pracovat s osciloskopem – ovládání samotného přístroje a umět vyhodnocovat výsledky měření (průběhy dynamických stavů).	
Výchovný cíl: Získat vztah k měřicím přístrojům, zdrojům a elektrotechnickým součástkám – naučit se opatrnosti.	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
a)	Analogový a digitální osciloskop – konstrukce, blokové schéma.
b)	Základní nastavení a kalibrace osciloskopu.
c)	Vnitřní (vstupní) impedance osciloskopu Z _{vst} – odvození vztahu.
d)	Vysvětlení pojmu charakteristika lineárnosti.
e)	Popis schémat zapojení pro měření vnitřní impedance a charakteristiky lineárnosti.
f)	Lissajoussovy obrazce.
II.	MOTIVACE
a)	Vzbudit zájem studentů o probíranou látku zkušenostmi z praxe.
b)	Zapojit všechny studenty při konkrétním měření stejným dílem.
III.	VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
a)	Základní nastavení a kalibrace osciloskopu a vysokofrekvenčního multimetru.
b)	Ověření přesnosti osciloskopu pro měření frekvence.
c)	Křivka oprav, třída přesnosti.
d)	Vysvětlení pojmu fázový posun.
e)	Lissajoussovy obrazce – výpočet fázového posunu.
f)	Popis schémat zapojení pro daná měření.
g)	Měření zadané úlohy.
IV.	SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
a)	Využití osciloskopu v praxi.
b)	Měření s osciloskopem – prověření pochopení ovládání osciloskopu pro daná měření.
c)	Měření frekvence – užití kurzorů.

- d) Co znamená pojem fázový posun – výpočet z Lissajoussového obrazce (elipsy) zobrazené na osciloskopu.

V. ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU

- a) Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení nejasností.
b) Vypracování úlohy na téma „Měření frekvence a fázového posunu pomocí osciloskopu“.

VI. LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.

- a) Zadání úlohy měření „Měření frekvence a fázového posunu pomocí osciloskopu“
b) Učební text – prezentace „Osciloskopy teorie“.
c) Učební text – prezentace „Lissajoussovy obrazce“.
d) Učební text – prezentace „Osciloskop základní funkce“.
e) KLOS, Z. *Elektrická měření*, Brno: VUT, 1988.
f) DRECHSLER, R., a kol. *Elektrická měření II. – Základní metody*, Praha: SNTL, 1973.
g) KREJČÍ V., KÁBELE J., *Elektrotechnické měřicí přístroje a měření*, SNTL 1974.
h) KLESKEŇ, B., *Elektrotechnická měření - Měření v elektronice*, Praha: SNTL, 1976.
i) GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.
j) KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrotechnická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání.

Související přípravy

Viz. související přípravy č. 10 a 11.

Zadání úlohy č. 6

Název měření: Měření osciloskopem II - měření frekvence a fázového posunu

Úkol měření:

1.1 Ocejchujte stupnici generátoru:

1.1.1 Metodou časové základny s Metexem jako kontrolním přístrojem frekvence

1.1.2 Metodou Lissajousových obrazců pomocí digitálního generátoru

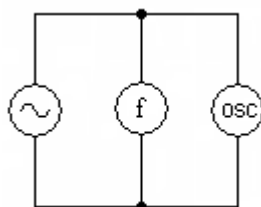
1.2 Nakreslete křivku oprav a určete TP generátoru.

1.3 Změřte fázový posun φ výstupního a vstupního napětí libovolného RC článku pro dvě různé hodnoty frekvence f_1 a f_2 .

Teoretický úvod:

Popis metody měření:

Schéma zapojení:



Tabulka použitých součástek, měřicích přístrojů a zdrojů:

Pořadí	Název	Typ	Rozsah

13. Opakování a testování vědomostí

Písemná příprava

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 13	
Školní rok: 2012/2013	
Obor: Elektrotechnika - Mechatronika	
Předmět: Měření a diagnostika	
Ročník: třetí	
Vyučovací hodina: 37. – 39.	
Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.	
Název tematického celku: Měření pomocí osciloskopu.	
Téma vyučovací hodiny: Opakování a testování vědomostí.	
Druh vyučovací hodiny: cvičení.	
Didaktické pomůcky: dataprojektor.	
Vzdělávací cíl: Ověření znalostí studentů.	
Výchovný cíl: Naučit se zodpovědnému chování.	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
a)	Analogový a digitální osciloskop – konstrukce, blokové schéma
b)	Základní nastavení a kalibrace osciloskopu a vysokofrekvenčního multimetru.
c)	Ověření přesnosti osciloskopu pro měření frekvence.
d)	Křivka oprav, třída přesnosti.
e)	Vysvětlení pojmu fázový posun.
f)	Lissajousovy obrazce – výpočet fázového posunu.
II.	MOTIVACE
a)	Navodit bezstresové prostředí – namotivovat studenty k co nejlepšímu výkonu při testování znalostí
b)	Snaha o získání dobrého pocitu z dobře odvedené práce.
III.	TESTOVÁNÍ ZNALOSTÍ STUDENTŮ – OKRUHY TÉMAT
a)	Analogový osciloskop – konstrukce, blokové schéma.
b)	Digitální osciloskop – konstrukce, blokové schéma.
c)	Vnitřní (vstupní) impedance osciloskopu Z _{vst} – odvození vztahu.
d)	Vysvětlení pojmu charakteristika lineárnosti.
e)	Základní nastavení a kalibrace osciloskopu a vysokofrekvenčního multimetru.
f)	Ověření přesnosti osciloskopu pro měření frekvence, křivka oprav, třída přesnosti.
g)	Lissajousovy obrazce – výpočet fázového posunu, vysvětlení pojmu fázový posun.
IV.	SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
a)	Zodpovědění a shrnutí testových otázek.
b)	Oprava testu – zodpovědění nejasností.
c)	Prostor pro zajímavosti a technické novinky.
V.	ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU
a)	Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení nejasností.

- b) Samostudium k tématu „Regulace napětí pomocí řízeného usměrňovače“.

VI. LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.

- a) Učební text – prezentace
- „Osciloskopy teorie“.
 - „Lissajoussovy obrazce“.
 - „Osciloskop základní funkce“.
- b) KLOS, Z. *Elektrická měření*, Brno: VUT, 1988.
- c) DRECHSLER, R., a kol. *Elektrická měření II. – Základní metody*, Praha: SNTL, 1973.
- d) KREJČÍ V., KÁBELE J., *Elektrotechnické měřicí přístroje a měření*, SNTL 1974.
- e) KLESKEŇ, B., *Elektrotechnická měření - Měření v elektronice*, Praha: SNTL, 197676.
- f) GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.
- g) KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrotechnická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání.

Související přípravy

Viz. přípravy na cvičení č. 10, 11, 12.

14. Teoretický rozbor řízených a neřízených usměrňovačů

Písemná příprava

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 14	
Školní rok: 2012/2013	
Obor: Elektrotechnika - Mechatronika	
Předmět: Měření a diagnostika	
Ročník: třetí	
Vyučovací hodina: 40. – 42.	
Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.	
Název tematického celku: Regulace napětí pomocí řízeného usměrňovače – měření.	
Téma vyučovací hodiny: Teoretický rozbor řízených a neřízených usměrňovačů.	
Druh vyučovací hodiny: cvičení.	
Didaktické pomůcky: dataprojektor.	
Vzdělávací cíl: umět pracovat s laboratorními zdroji, přístroji a elektrotechnickými součástkami, umět pracovat s osciloskopem a učební pomůckou „Powerboard“ – ovládání samotného přístroje a umět vyhodnocovat výsledky měření (průběhy dynamických stavů).	
Výchovný cíl: Získat vztah k měřícím přístrojům, zdrojům a elektrotechnickým součástkám – naučit se opatrnosti.	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
a)	Analogový a digitální osciloskop – konstrukce, blokové schéma
b)	Základní nastavení a kalibrace osciloskopu a vysokofrekvenčního multimetru.
c)	Ověření přesnosti osciloskopu pro měření frekvence.
d)	Křivka oprav, třída přesnosti.
e)	Vysvětlení pojmu fázový posun.
f)	Lissajousovy obrazce – výpočet fázového posunu.
II.	MOTIVACE
a)	Vzbudit zájem studentů o probíranou látku zkušenostmi z praxe.
b)	Zapojit všechny studenty při konkrétním měření stejným dílem.
III.	VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
a)	Jednofázový jednocestný řízený usměrňovač.
b)	Teoretický rozbor rozdílných průběhů s čistě odporovou zátěží a s kombinovanou zátěží RL.
c)	Teoretický rozbor průběhu s použitím vyhlazovacího kondenzátoru.
d)	Jednofázový dvoucestný řízený usměrňovač.
IV.	SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
a)	Jednocestný neřízený a řízený usměrňovač.
b)	Dvoucestný neřízený a řízený usměrňovač.
c)	Prostor pro zajímavosti a technické novinky
V.	ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU
a)	Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení nejasností.

- b) Připravit se na úlohu „Měření průběhů napětí jednofázového jednocestného řízeného usměrňovače – měření pomocí Powerboardu“.

VI. LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.

- a) Zadání úlohy měření „Měření průběhů napětí jednofázového jednocestného řízeného usměrňovače – měření pomocí Powerboardu“.
- b) Učební text – prezentace
- „Řízené a neřízené usměrňovače“.
 - „Osciloskop základní funkce“.
- c) KLOS, Z. *Elektrická měření*, Brno: VUT, 1988.
- d) DRECHSLER, R., a kol. *Elektrická měření II. – Základní metody*, Praha: SNTL, 1973.
- e) KREJČÍ V., KÁBELE J., *Elektrotechnické měřicí přístroje a měření*, SNTL 1974.
- f) KLESKEŇ, B., *Elektrotechnická měření - Měření v elektronice*, Praha: SNTL, 1976.
- g) GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.
- h) KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrotechnická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání.

Související přípravy

Viz související příprava č. 6.

15. Měření průběhů napětí jednofázového jednocestného řízeného usměrňovače – měření pomocí Powerboardu

Písemná příprava

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 15	
Školní rok: 2012/2013 Obor: Elektrotechnika - Mechatronika Předmět: Měření a diagnostika Ročník: třetí Vyučovací hodina: 43. – 45. Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.	
Název tematického celku: Regulace napětí pomocí řízeného usměrňovače – měření. Téma vyučovací hodiny: Měření průběhů napětí jednofázového jednocestného řízeného usměrňovače – měření pomocí Powerboardu.	
Druh vyučovací hodiny: cvičení Didaktické pomůcky: dataprojektor, osciloskop, měřicí panel „Powerboard“. Vzdělávací cíl: umět pracovat s laboratorními zdroji, přístroji a elektrotechnickými součástkami, umět pracovat s osciloskopem a učební pomůckou „Powerboard“ – ovládání samotného přístroje a umět vyhodnocovat výsledky měření (průběhy dynamických stavů). Výchovný cíl: Získat vztah k měřícím přístrojům, zdrojům a elektrotechnickým součástkám – naučit se opatrnosti.	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
a)	Tyristor – impulsem spínaná součástka – využití v praxi
b)	Využití osciloskopu v praxi.
c)	Pojem řízený usměrňovač a regulace napětí.
d)	Regulace napětí – využití v praxi (regulace otáček, atd.)
e)	Powerboard – orientace v manuálu pro tuto učební pomůcku.
II.	MOTIVACE
a)	Vzbudit zájem studentů o probíranou látku zkušenostmi z praxe.
b)	Zapojit všechny studenty při konkrétním měření stejným dílem.
III.	VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
a)	Jednofázový jednocestný řízený usměrňovač – schéma zapojení pomocí učební pomůcky „Powerboard“.
b)	Teoretický rozbor rozdílných průběhů s čistě odporovou zátěží a s kombinovanou zátěží RL.
c)	Teoretický rozbor průběhu s použitím vyhlazovacího kondenzátoru.
d)	Popis a ukázka ovládání osciloskopu pro měření časových průběhů při měření regulace napětí pomocí řízeného usměrňovače.
e)	Možnost připojení k PC, vyhodnocení, zpracování a tisk charakteristik.
IV.	SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
a)	Využití osciloskopu – optimální nastavení pro konkrétní úlohu.
b)	Pojem řízený usměrňovač a regulace napětí – vliv frekvence.
c)	Regulace napětí – využití v praxi (regulace otáček, atd.)
d)	Měniče frekvence - využití.

- V. ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU
- a) Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení nejasností.
 - b) Připravit se na úlohu „Měření průběhů napětí jednofázového dvoucestného řízeného usměrňovače – měření pomocí Powerboardu“.
- VI. LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.
- a) Zadání úlohy měření „Měření průběhů napětí jednofázového dvoucestného řízeného usměrňovače – měření pomocí Powerboardu“.
 - b) Učební text – prezentace
 - „Řízené a neřízené usměrňovače“.
 - „Osciloskop základní funkce“.
 - c) KLOS, Z. *Elektrická měření*, Brno: VUT, 1988.
 - d) DRECHSLER, R., a kol. *Elektrická měření II. – Základní metody*, Praha: SNTL, 1973.
 - e) KREJČÍ V., KÁBELE J., *Elektrotechnické měřicí přístroje a měření*, SNTL 1974.
 - f) KLESKEŇ, B., *Elektrotechnická měření - Měření v elektronice*, Praha: SNTL, 1976.
 - g) GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.
 - h) KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrotechnická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání.

Související přípravy

Viz související příprava č. 6 a příprava na cvičení č. 14.

Zadání úlohy č. 7

Název měření: Měření jednofázového jednocestného řízeného usměrňovače

Úkol měření:

- 1.1. Seznamte se s multifunkčním panelem Power Board a se zapojením řízeného jednofázového jednocestného usměrňovače.
- 1.2. Měřte řízený jednofázový jednocestný usměrňovač. Jako zapínací obvod použijte Phase Gate Control. Usměrňovač měřte s:
 - činnou zátěží R
 - kombinovanou zátěží RL

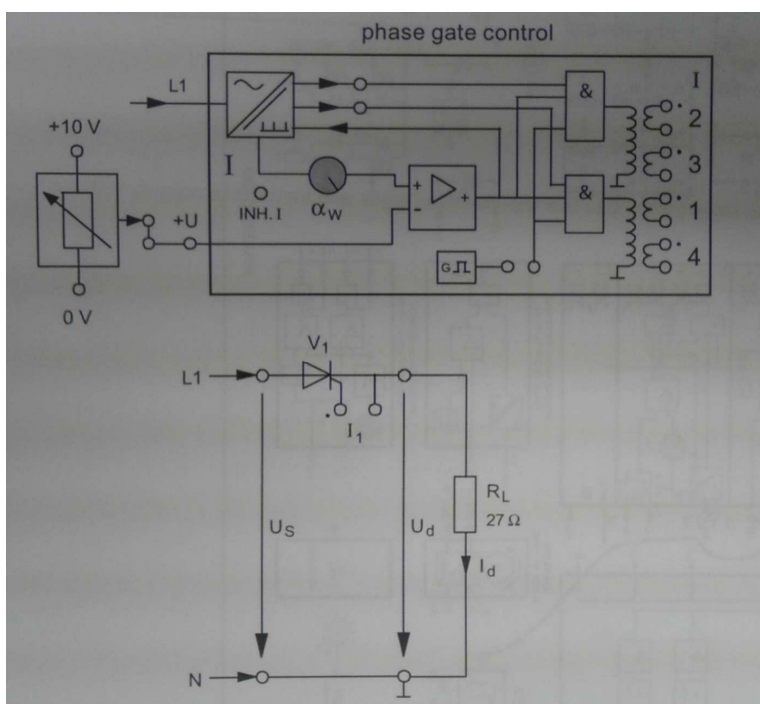
Pomocí osciloskopu zobrazte vždy časové průběhy napětí na vstupu a výstupu a proudu protékajícího zátěží alespoň pro dvě různé hodnoty úhlu otevření tyristoru.

- 1.3. Průběhy vyfoťte a použijte jako grafy.

2. Teoretický úvod:

3. Popis metody měření:

4. Schéma zapojení:



4. Tabulka použitých měřicích přístrojů a zdrojů:

Pořadí	Název	Typ	Rozsah
1.	Osciloskop		
2.	Multifunkční panel	Power Board	

16. Měření průběhů napětí jednofázového dvoucestného řízeného usměrňovače – měření pomocí Powerboardu

Písemná příprava

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 16	
Školní rok: 2012/2013 Obor: Elektrotechnika - Mechatronika Předmět: Měření a diagnostika Ročník: třetí Vyučovací hodina: 46. – 48. Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.	
Název tematického celku: Regulace napětí pomocí řízeného usměrňovače - měření Téma vyučovací hodiny: Měření průběhů napětí jednofázového dvoucestného řízeného usměrňovače – měření pomocí Powerboardu.	
Druh vyučovací hodiny: cvičení. Didaktické pomůcky: dataprojektor, osciloskop, měřicí panel „Powerboard“. Vzdělávací cíl: umět pracovat s laboratorními zdroji, přístroji a elektrotechnickými součástkami, umět pracovat s osciloskopem a učební pomůckou „Powerboard“ – ovládání samotného přístroje a umět vyhodnocovat výsledky měření (průběhy dynamických stavů). Výchovný cíl: Získat vztah k měřícím přístrojům, zdrojům a elektrotechnickým součástkám – naučit se opatrnosti.	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
a)	Tyristor – impulsem spínaná součástka – využití v praxi
b)	Využití osciloskopu – optimální nastavení pro konkrétní úlohu.
c)	Pojem řízený usměrňovač a regulace napětí – vliv frekvence.
d)	Regulace napětí – využití v praxi (regulace otáček, atd.).
e)	Měníče frekvence - využití.
II.	MOTIVACE
a)	Vzbudit zájem studentů o probíranou látku zkušenostmi z praxe.
b)	Zapojit všechny studenty při konkrétním měření stejným dílem.
III.	VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
a)	Jednofázový dvoucestný řízený usměrňovač – schéma zapojení pomocí učební pomůcky „Powerboard“.
b)	Teoretický rozbor rozdílných průběhů s čistě odporovou zátěží a s kombinovanou zátěží RL.
c)	Teoretický rozbor průběhu s použitím vyhlazovacího kondenzátoru.
d)	Popis a ukázka ovládání osciloskopu pro měření časových průběhů při měření regulace napětí pomocí řízeného usměrňovače.
e)	Možnost připojení k PC, vyhodnocení, zpracování a tisk charakteristik.
IV.	SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
a)	Využití osciloskopu – optimální nastavení pro konkrétní úlohu.
b)	Pojem jednofázový dvoucestný řízený usměrňovač a regulace napětí – vliv frekvence.
c)	Regulace napětí – využití v praxi (regulace otáček, atd.)

- V. ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU
- a) Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení nejasností.
 - b) Připravit se na opakování probraného učiva – testování vědomostí.
- VI. LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.
- a) Zadání úlohy měření „Měření průběhů napětí jednofázového dvoucestného řízeného usměrňovače – měření pomocí Powerboardu“.
 - b) Učební text – prezentace
 - „Řízené a neřízené usměrňovače“.
 - „Osciloskop základní funkce“.
 - c) KLOS, Z. *Elektrická měření*, Brno: VUT, 1988.
 - d) DRECHSLER, R., a kol. *Elektrická měření II. – Základní metody*, Praha: SNTL, 1973.
 - e) KREJČÍ V., KÁBELE J., *Elektrotechnické měřicí přístroje a měření*, SNTL 1974.
 - f) KLESKEŇ, B., *Elektrotechnická měření - Měření v elektronice*, Praha: SNTL, 1976.
 - g) GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.
 - h) KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrotechnická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání.

Související přípravy

Viz související příprava č. 6 a příprava na cvičení č. 14.

Zadání úlohy č. 8

Název měření: Měření jednofázového dvoucestného řízeného usměrňovače

Úkol měření:

1.1 Seznamte se s multifunkčním panelem Power Board a se zapojením řízeného jednofázového dvoucestného usměrňovače.

1.2 Měřte řízený jednofázový dvoucestný usměrňovač. Jako zapínací obvod použijte Phase Gate Control. Usměrňovač měřte s: - činnou zátěží R
- kombinovanou zátěží RL

Pomocí osciloskopu zobrazte vždy časové průběhy napětí na vstupu a výstupu a proudu protékajícího zátěží alespoň pro dvě různé hodnoty úhlu otevření tyristoru.

1.3 Průběhy vyfoťte a použijte jako grafy.

Teoretický úvod:

Popis metody měření:

Schéma zapojení:

Tabulka použitých měřicích přístrojů a zdrojů:

Pořadí	Název	Typ	Rozsah
1.	Osciloskop		
2.	Multifunkční panel	Power Board	

17. Opakování a testování vědomostí

Písemná příprava

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 17	
Školní rok: 2012/2013	
Obor: Elektrotechnika - Mechatronika	
Předmět: Měření a diagnostika	
Ročník: třetí	
Vyučovací hodina: 49. – 51.	
Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.	
Název tematického celku: Regulace napětí pomocí řízeného usměrňovače – měření.	
Téma vyučovací hodiny: Opakování a testování vědomostí.	
Druh vyučovací hodiny: cvičení.	
Didaktické pomůcky: dataprojektor.	
Vzdělávací cíl: Ověření znalostí studentů	
Výchovný cíl: Naučit se zodpovědnému chování.	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
a)	Základní nastavení a kalibrace osciloskopu a vysokofrekvenčního multimetru.
b)	Využití osciloskopu.
c)	Pojem řízený usměrňovač a regulace napětí.
d)	Regulace napětí – využití v praxi (regulace otáček, atd.)
e)	Měníče frekvence - využití.
II.	MOTIVACE
a)	Navodit bezstresové prostředí – namotivovat studenty k co nejlepšímu výkonu při testování znalostí.
b)	Snaha o získání dobrého pocitu z dobře odvedené práce.
III.	TESTOVÁNÍ ZNALOSTÍ STUDENTŮ – OKRUHY TÉMAT
a)	Jednofázový jednocestný řízený usměrňovač – schéma zapojení.
b)	Jednofázový dvoucestný řízený usměrňovač – schéma zapojení, výhody oproti jednocestnému řízenému usměrňovači.
c)	Řízený usměrňovač s použitím vyhlazovacího kondenzátoru.
d)	Charakteristické průběhy pro jednofázový jednocestný a jednofázový dvoucestný řízený usměrňovač.
e)	Frekvenční měnič - princip.
f)	Využití řízených usměrňovačů a frekvenčních měničů v praxi.
IV.	SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
a)	Zodpovědění a shrnutí testových otázek.
b)	Oprava testu – zodpovědění nejasností.
c)	Prostor pro zajímavosti a technické novinky.
V.	ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU
a)	Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení nejasností.
b)	Samostudium k tématu „Měření polohy – snímače, OZ“.

- VI. LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.
- a) KLOS, Z. *Elektrická měření*, Brno: VUT, 1988
 - b) DRECHSLER, R., a kol. *Elektrická měření II. – Základní metody*, Praha: SNTL, 1973.
 - c) KREJČÍ V., KÁBELE J., *Elektrotechnické měřicí přístroje a měření*, SNTL 1974.
 - d) KLESKEŇ, B., *Elektrotechnická měření - Měření v elektronice*, Praha: SNTL, 1976.
 - e) GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.
 - f) KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrotechnická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání.

Související přípravy

Viz. přípravy na cvičení č. 14, 15, 16.

18. Teoretický rozbor měření polohy a otáček

Písemná příprava

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 18	
Školní rok: 2012/2013	
Obor: Elektrotechnika - Mechatronika	
Předmět: Měření a diagnostika	
Ročník: třetí	
Vyučovací hodina: 52. – 54.	
Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.	
Název tematického celku: Měření polohy a otáček.	
Téma vyučovací hodiny: Teoretický rozbor měření polohy a otáček.	
Druh vyučovací hodiny: cvičení.	
Didaktické pomůcky: dataprojektor.	
Vzdělávací cíl: umět pracovat s laboratorními zdroji, přístroji a elektrotechnickými součástkami, umět pracovat s deskou Sensoric Board a s principy jednotlivých snímačů mezní polohy a umět vyhodnocovat výsledky měření (průběhy dynamických stavů).	
Výchovný cíl: Získat vztah k měřícím přístrojům, zdrojům a elektrotechnickým součástkám – naučit se opatrnosti.	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
a)	Jednofázový jednocestný řízený usměrňovač.
b)	Jednofázový dvoucestný řízený usměrňovač s použitým půleným vinutím transformátoru.
c)	Jednofázový dvoucestný řízený usměrňovač v můstkovém zapojení
d)	Trojfázový řízený usměrňovač v můstkovém zapojení.
II.	MOTIVACE
a)	Vzbudit zájem studentů o probíranou látku zkušenostmi z praxe.
b)	Zapojit všechny studenty do diskuse.
III.	VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
a)	Snímače polohy a otáček – rozdělení.
b)	Odporové snímače polohy.
c)	Mechanické snímače.
d)	Magnetické snímače (jazýčková relé, Hallovy sondy).
e)	Indukční snímače (tlumivkové, transformátorové).
f)	Kapacitní snímače polohy.
g)	Optické snímače polohy (světelné závory).
h)	Ultrazvukové snímače polohy.
i)	Operační zesilovač, převodník R/U.
IV.	SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
a)	Pojem měření polohy a otáček.
b)	Základní druhy snímačů polohy a otáček.
c)	Využití snímačů v praxi.
V.	ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU
a)	Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení nejasností.

b) Připravit se na úlohu „Měření mezní polohy a otáček“.

VI. LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.

a) Zadání úlohy měření „Měření mezní polohy a otáček“.

b) Učební text – prezentace

- „Snímače polohy“.
- „R/U převodníky“.

c) KLOS, Z. *Elektrická měření*, Brno: VUT, 1988.

d) DRECHSLER, R., a kol. *Elektrická měření II. – Základní metody*, Praha: SNTL, 1973.

e) KREJČÍ V., KÁBELE J., *Elektrotechnické měřicí přístroje a měření*, SNTL 1974.

f) KLESKEŇ, B., *Elektrotechnická měření - Měření v elektronice*, Praha: SNTL, 1976.

g) GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.

h) KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrotechnická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání.

Související přípravy

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 25

Školní rok: 2012/13

Obor: Elektrotechnika (Mechatronika)

Předmět: Řízení a regulace

Ročník: 3

Vyučovací hodina: 35-36/64

Zpracoval: ing. Petr Vlček, Paed

Název tematického celku: SNÍMAČE A PŘEVODNÍKY FYZIKÁLNÍCH VELIČIN

Téma vyučovací hodiny: Indukční, induktivní a kapacitní snímače polohy.

Druh vyučovací hodiny: výkladová.

Didaktické pomůcky: Projektor, PC.

Vzdělávací cíl: Znat základní vlastnosti a principy indukčních, induktivních a kapacitních snímačů polohy.

Výchovný cíl: Získat citový vztah k řízení a regulaci jako nadstavbě ostatních technických oborů usnadňující nejen fyzickou, ale i duševní práci při udržování fyzikálních veličin na požadované hodnotě.

- I. OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
 - a) Definujte základní principy odporových snímačů polohy.
 - b) Z elektrotechniky: Vysvětlete Faradayův indukční zákon, co je indukčnost cívky.
 - c) Z elektrotechniky: Vysvětlete vztah kapacity a rozměrů.
- II. VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
 - a) Indukční snímač s magnetem – základní princip.
 - b) Snímače polohy založený na změně indukčnosti – základní princip.
 - c) Snímání úhlu natočení pomocí selsynu.
 - d) Kapacitní snímače snímání polohy.
- III. SHRUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
Základní rozdělení a principy indukčních, induktivních a kapacitních snímačů polohy.
- IV. ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU
Prostudovat studijní materiál REG35-36.
Prostudovat z ELE: základní principy silových účinků elektrického proudu.
- V. LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.
 - a) Mezipředmětové vztahy – Elektronika a elektrotechnika, měření a diagnostika.
 - b) Studijní materiál – náplň hodiny: REGD35-36.
 - c) Předcházející/související teoretická příprava: č. 24.
 - d) VORÁČEK, R. A KOL. *Automatizace a automatizační technika I, II, III, IV*
Brno: Computerpress, 2007.

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU

Školní rok: 2012/2013

Obor: Elektrotechnika - Mechatronika

Předmět: Měření a diagnostika

Ročník: třetí

Vyučovací hodina: 14.

Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.

Název tematického celku: Analogové elektronické přístroje

Téma vyučovací hodiny: Měřicí převodník R/U

Druh vyučovací hodiny: teoretická

Didaktické pomůcky: studijní materiál, literatura, dataprojektor

Vzdělávací cíl: rozumět a umět pracovat s měřicími přístroji, umět a pochopit jejich vnitřní strukturu.

Výchovný cíl: Získat vztah k měřícím přístrojům, zdrojům a elektrotechnickým součástkám

- I. OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
 - a) Převodník I/U – schéma zapojení.
 - b) Převodník I/U – vlastnosti.
 - c) Převodník I/U – využití.
- II. MOTIVACE
 - a) Vzbudit zájem studentů o probíranou látku zkušenostmi z praxe.
 - b) Zapojit všechny studenty do diskuse.
- III. VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
 - a) Schéma zapojení R/U převodníku s OZ v invertujícím zapojení.
 - b) Vlastnosti R/U převodníku.
 - c) Převodní charakteristika R/U převodníku.
 - d) Určení pásma linearity.
 - e) Měření polohy jezdce potenciometru s využitím převodníku R/U.
- IV. SHRUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
 - a) Operační zesilovač.
 - b) Schéma zapojení R/U převodníku.
 - c) Využití v měřicí technice.
 - d) Využití pro měření polohy.
- V. ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU
Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení nejasností.
- VI. LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.
 - a) Učební text – prezentace „Elektronika4a“.
 - b) Učební text – prezentace „R/U převodník“.
 - c) Učební text – prezentace „Měřicí zesilovače“.
 - d) KLOS, Z. *Elektrická měření*, Brno: VUT, 1988.
 - e) DRECHSLER, R., a kol. *Elektrická měření II. – Základní metody*, Praha: SNTL, 1973.
 - f) KREJČÍ V., KÁBELE J., *Elektrotechnické měřicí přístroje a měření*, SNTL 1974.
 - g) KLESKEŇ, B., *Elektrotechnická měření - Měření v elektronice*, Praha:

SNTL, 1976.

- h) GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.
- i) KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrotechnická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání.

19. Měření mezní polohy a otáček

Písemná příprava

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 19	
Školní rok: 2012/2013	
Obor: Elektrotechnika – Mechatronika.	
Předmět: Měření a diagnostika.	
Ročník: třetí.	
Vyučovací hodina: 55. – 57.	
Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.	
Název tematického celku: Měření polohy a otáček.	
Téma vyučovací hodiny: Měření mezní polohy a otáček	
Druh vyučovací hodiny: cvičení.	
Didaktické pomůcky: umět pracovat s laboratorními zdroji, přístroji a elektrotechnickými součástkami, umět pracovat s deskou Sensoric Board a s principy jednotlivých snímačů mezní polohy a umět vyhodnocovat výsledky měření (průběhy dynamických stavů).	
Výchovný cíl: Získat vztah k měřícím přístrojům, zdrojům a elektrotechnickým součástkám – naučit se opatrnosti.	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
a)	Pojem měření polohy a otáček.
b)	Základní druhy snímačů polohy a otáček.
c)	Využití snímačů v praxi.
II.	MOTIVACE
a)	Vzbudit zájem studentů o probíranou látku zkušenostmi z praxe.
b)	Zapojit všechny studenty při konkrétním měření stejným dílem.
III.	VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
a)	Seznámení studentů s deskou Sensoric Board.
b)	Seznámení studentů s jednotlivými snímači mezní polohy.
c)	Převodní (hysterézní) charakteristika snímačů.
d)	Měření otáček pomocí optického snímače.
e)	Možnost využití snímačů v praxi.
IV.	SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
a)	Využití Sensoric Boardu.
b)	Snímače polohy – přednosti jednotlivých druhů.
c)	Snímače otáček - přednosti jednotlivých druhů.
V.	ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU
a)	Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení nejasností.
b)	Vypracování úlohy na téma „Měření mezní polohy a otáček“.
c)	Připravit se na úlohu „Měřicí zesilovače. Převodník R/U a měření polohy“.
VI.	LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.
a)	Zadání úlohy měření „Měření mezní polohy a otáček“.
b)	Učební text – prezentace „Snímače polohy“.

- c) Učební text – prezentace „R/U převodníky“.
- d) KLOS, Z. *Elektrická měření*, Brno: VUT, 1988.
- e) DRECHSLER, R., a kol. *Elektrická měření II. – Základní metody*, Praha: SNTL, 1973.
- f) KREJČÍ V., KÁBELE J., *Elektrotechnické měřicí přístroje a měření*, SNTL 1974. KLESKEŇ, B., *Elektrotechnická měření - Měření v elektronice*, Praha: SNTL, 1976.
- g) GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.
- h) KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrotechnická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání.

Související přípravy

Viz. přípravy na cvičení č.18.

Zadání úlohy č. 9

Název měření: Měření mezní polohy a otáček.

Úkol měření:

- 1 Seznamte se s deskou Sensoric Board a s principy jednotlivých snímačů mezní polohy.
- 2 Změřte převodní (hysterézní) charakteristiku snímačů, tj. v jaké vzdálenosti od překážky zapne/vypne spínač vyhodnocovacího obvodu snímače pro sklon překážky 0° a 50° u snímače:
 - 1.2. optického
 - 2.2. kapacitního
 - 3.2. indukčního
 - 4.2. magnetického
- 3 Vyzkoušejte také různé druhy materiálů a sestavte tabulku s naměřenými hodnotami a hysterezí přepočtenou na procenta pro každý snímač.
- 4 Pro každý snímač a zvolenou překážku (při sklonu 0°) nakreslete hysterézní charakteristiku (budou celkem čtyři).
- 5 Vzájemně porovnejte snímače dle hystereze a vzdálenosti na kterou reaguje.
- 6 Změřte otáčky pomocí optického snímače (určete skutečné otáčky).

Teoretický úvod:

Principy snímačů (zjistit příklady z internetu):

1. optický
2. kapacitního
3. indukčního
4. magnetického

- vysvětlit hysterézi

Popis metody měření

- Měřicí postup stručně – co regulujeme, co měříme

Schéma zapojení

- Není

Tabulka použitých součástek a přístrojů

- Viz hodina

Splnění

Ad 1.:

- Seznámení s deskou a její zkouška

Ad2.:

- Na vozík se umístí příslušné čidlo
- Do držáčku se umístí překážka v určité vzdálenosti
- Vozíkem pohybujeme a nastavíme vzdálenost od překážky, kdy čidlo sepne (pravítkem, ozn. x_{zap})
- Vozík vzdalujeme pomalu od překážky. Změříme vzdálenost od překážky, kdy čidlo vypne (x_{vyp})
- Dopočtete
 - Absolutní hysterézi: $h = x_{vyp} - x_{zap}$

- Relativní hysterézi $h_{\%} = 100 * \frac{h}{x_{vyp}}$
- Průměrné hodnoty naměřených vzdáleností a spočtených hysterézí

Ad. 3:

- Měření opakujeme pro různé materiály překážky

Ad. 4

Převodní charakteristika je hysteréze čidla: $x_2=f(x_1)$ kde:

- X_1 - vzdálenost čidla od překážky
- X_2 – stav zap / vyp
- Charakteristiky namalujte v měřítku a popište. Pro každé čidlo 2X a to:
 - Pro zvolený materiál
 - Průměrnou

Ad 5:

- Vlastní úvahy, námět na závěr

Ad 6:

- Pomocí optického čidla změřte rychlost otáčení terče na desce (v)
- Zjistí se kolik pulzů sejmul snímač na 1 otáčku (n_p)
 - Otáčky: $f = \frac{v}{n_p}$

20. Měřicí zesilovače. Převodník R/U a měření polohy

Písemná příprava

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU	
Školní rok: 2012/2013	
Obor: Elektrotechnika - Mechatronika	
Předmět: Měření a diagnostika	
Ročník: třetí	
Vyučovací hodina: 58. – 60.	
Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.	
Název tematického celku: Měření polohy a otáček.	
Téma vyučovací hodiny: Měřicí zesilovače. Převodník R/U a měření polohy	
Druh vyučovací hodiny: cvičení.	
Didaktické pomůcky: umět pracovat s laboratorními zdroji, přístroji a elektrotechnickými součástkami, umět pracovat s operačním zesilovačem (OZ 2902).	
Výchovný cíl: Získat vztah k měřícím přístrojům, zdrojům a elektrotechnickým součástkám – naučit se opatrnosti.	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
a)	Využití Sensoric Boardu.
b)	Snímače polohy – přednosti jednotlivých druhů.
c)	Snímače otáček - přednosti jednotlivých druhů.
II.	MOTIVACE
a)	Vzbudit zájem studentů o probíranou látku zkušenostmi z praxe.
b)	Zapojit všechny studenty při konkrétním měření stejným dílem.
III.	VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
a)	Seznámení studentů s operačním zesilovačem OZ 2902.
b)	Návrh R/U převodníku s OZ v invertujícím zapojení pro měření odporů.
c)	Převodní charakteristika R/U převodníku – určení pásma linearity.
d)	Určení chyby měření.
e)	Měření polohy jezdce potenciometru s využitím převodníku R/U.
IV.	SHRnutí UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
a)	Schéma zapojení převodníku R/U s využitím operačního zesilovače OZ 2902 v invertujícím zapojení.
b)	Měření odporu pomocí převodní charakteristiky $R_x=f(U_2)$ při konstantním U_1 .
c)	Princip měření polohy jezdce potenciometru.
V.	ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU
a)	Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení nejasností.
b)	Připravit se na opakování probraného učiva – testování vědomostí.
c)	Vypracování úlohy na téma „Měřicí zesilovače. Převodník R/U a měření polohy“.
VI.	LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.
a)	Zadání úlohy měření „Měřicí zesilovače. Převodník R/U a měření

- polohy“.
- b) Učební text – prezentace:
 - „Snímače polohy“.
 - „R/U převodníky“.
 - c) KLOS, Z. *Elektrická měření*, Brno: VUT, 1988.
 - d) DRECHSLER, R., a kol. *Elektrická měření II. – Základní metody*, Praha: SNTL, 1973.
 - e) KREJČÍ V., KÁBELE J., *Elektrotechnické měřicí přístroje a měření*, SNTL 1974.
 - f) KLESKEŇ, B., *Elektrotechnická měření - Měření v elektronice*, Praha: SNTL, 1976.
 - g) GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.
 - h) KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrotechnická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání.

Související přípravy

Viz. přípravy na cvičení č.17.

Zadání úlohy č. 10

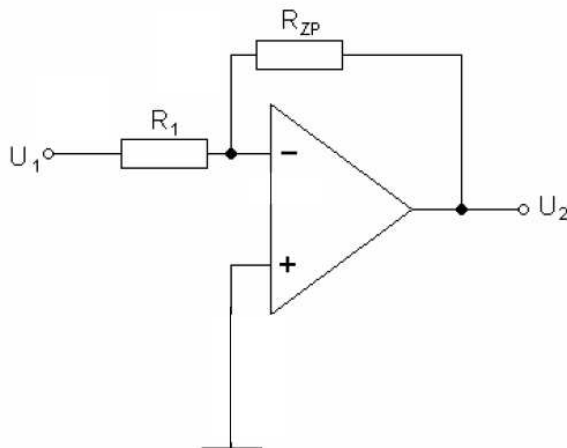
Název měření: Měřicí zesilovače. Převodník R/U a měření polohy

Úkol měření:

14. Z katalogu zjistěte mezní a charakteristické hodnoty daného operačního (OZ 2902) zesilovače.
15. Navrhněte převodník R/U, v invertujícím zapojení pro měření odporů v intervalu $<0,10\text{k}\Omega>$ □volte vstupní napětí U_1)
16. Změřte převodní charakteristiku převodníku nejméně pro deset hodnot odporu R_x a závislost $U_x=f(R_x)$ vyneste do grafu. Z grafu určete pásma linearity
17. Převodníkem změřte alespoň dvě hodnoty neznámých odporů R_{x1} , R_{x2} , stejné odpory pak změřte pomocí ohmmetru (R_{s1} a R_{s2}) a určete chybu měření $\Delta_R=R_x-R_s$.
18. Převodník použijte pro měření polohy jezdce potenciometru, z naměřených hodnot sestavte převodní charakteristiku a určete převodní konstantu vztahu $U_x=k*x$, kde k je konstanta a x je poloha jezdce potenciometru.

Teoretický úvod:

Převodník R/U převádí odpor na napětí. Lze použít pro měření odporů nebo polohy na základě měření napětí. Sestaví se z OZ v invertujícím zapojení:



R_1 vstupní rezistor (známý)

R_{zp} zpětnovazební rezistor (R_x - neznámý)

$$A_U = \frac{U_2}{U_1} = -\frac{R_{zp}}{R_1}$$

Pro měření odporu volíme U_1 a změříme U_2

$$R_{zp} = R_x = -\frac{U_2}{U_1} R_1$$

Při návrhu R/U převodníku volíme:

- Maximální hodnotu měřeného odporu (R_1)
- Vstupní napětí (U_1)
- Změříme U_2 pro maximální neznámý odpor, který zapojíme na místo R_{zp} a dopočteme jeho hodnotu.

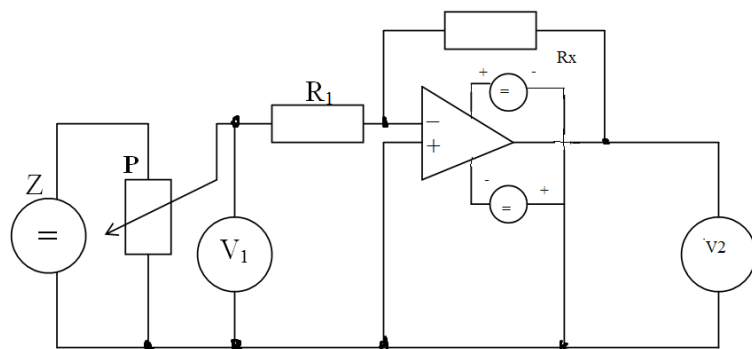
Při měření odporu používáme převodní charakteristiku $R_x=f(U_2)$ při konstantním U_1 , ze které podle změřeného napětí, odečítáme hodnotu odporu. V oblasti linearity charakteristiky lze odpor R_x spočítat podle uvedeného vztahu.

Pro měření polohy se místo odporu R_x použije potenciometr s jezdce. Změří se vzdálenost jezdce (d), které odpovídá maximální odpor (R) a odpovídají napětí U_2 . Poměr U_2/d udává přepočtené napětí na polohu.

Popis metody měření

- Účel a princip metody

Schéma zapojení



Tabulka použitých součástek, měřicích přístrojů a zdrojů

- Viz hodina

Splnění

Add1: Opsat z katalogu (internetu)

Add2: Dle dodané teorie vypočítat odpor R_1

Add3: Nastavíme zvolené vstupní napětí podle návrhu v části 2. Odpor R_x postupně měníme po 1 k Ω od 10k Ω a odečítáme U_2 . **Před dalším měřením nakreslíme převodní charakteristiku a určíme pásmo linearity.**

Add3: Změřte dva neznámé odpory převodníkem (odpor odečtete z převodní charakteristiky podle napětí, v pásmu linearity lze dopočítat) i ohmetrem. Určete rozdílovou chybu měření.

Add 4:

- Konstanta polohy: změřte napětí při maximální poloze a tuto polohu metrem

Pak konstanta: $k = \frac{U}{l} [V/mm]$

- Převodní charakteristika $U_2=f(d)$: Jezdcem pohybujte postupně od minimální vzdálenosti k maximální po určitých intervalech, odečítejte napětí, pomocí konstanty dopočítejte vzdálenost a ke každé vzdálenosti z převodní charakteristiky pro odpor odečtete hodnotu odporu pro každou vzdálenost (v pásmu linearity lze dopočítat).

21. Opakování a testování vědomostí

Písemná příprava

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 21	
Školní rok: 2012/2013	
Obor: Elektrotechnika - Mechatronika	
Předmět: Měření a diagnostika	
Ročník: třetí	
Vyučovací hodina: 61. – 63.	
Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.	
Název tematického celku: Měření polohy a otáček.	
Téma vyučovací hodiny: Opakování a testování vědomostí.	
Druh vyučovací hodiny: cvičení.	
Didaktické pomůcky: dataprojektor.	
Vzdělávací cíl: Ověření znalostí studentů.	
Výchovný cíl: Naučit se zodpovědnému chování.	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
a)	Schéma zapojení převodníku R/U s využitím operačního zesilovače OZ 2902 v invertujícím zapojení.
b)	Měření odporu pomocí převodní charakteristiky $R_x=f(U_2)$ při konstantním U_1 .
c)	Princip měření polohy jezdce potenciometru.
II.	MOTIVACE
a)	Navodit bezstresové prostředí – namotivovat studenty k co nejlepšímu výkonu při testování znalostí
b)	Snaha o získání dobrého pocitu z dobře odvedené práce.
III.	TESTOVÁNÍ ZNALOSTÍ STUDENTŮ – OKRUHY TÉMAT
a)	Druhy jednotlivých snímačů polohy.
b)	Převodní (hysterézní) charakteristika snímače.
c)	Měření otáček pomocí optického snímače.
d)	Možnost využití snímačů v praxi.
e)	Návrh R/U převodníku s OZ v invertujícím zapojení pro měření odporů.
f)	Převodní charakteristika R/U převodníku – určení pásma linearity.
g)	Určení chyby měření.
h)	Měření polohy jezdce potenciometru s využitím převodníku R/U.
IV.	SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
a)	Zodpovědění a shrnutí testových otázek.
b)	Oprava testu – zodpovědění nejasností.
c)	Prostor pro zajímavosti a technické novinky.
V.	ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU
	Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení nejasností.
VI.	LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.
a)	KLOS, Z. <i>Elektrická měření</i> , Brno: VUT, 1988.
b)	DRECHSLER, R., a kol. <i>Elektrická měření II. – Základní metody</i> ,

- Praha: SNTL, 1973.
- c) KREJČÍ V., KÁBELE J., *Elektrotechnické měřicí přístroje a měření*, SNTL 1974.
 - d) KLESKEŇ, B., *Elektrotechnická měření - Měření v elektronice*, Praha: SNTL, 1976.
 - e) GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.
 - f) KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrotechnická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání.

Související přípravy

Viz. přípravy na cvičení č.17, 19, 20.

22. Měření zesilovače napětí

Písemná příprava

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 22	
Školní rok: 2012/2013	
Obor: Elektrotechnika – Mechatronika.	
Předmět: Měření a diagnostika.	
Ročník: třetí	
Vyučovací hodina: 64. – 66.	
Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.	
Název tematického celku: Měřicí zesilovače, snímače teploty.	
Téma vyučovací hodiny: Měření zesilovače napětí.	
Druh vyučovací hodiny: cvičení.	
Didaktické pomůcky: umět pracovat s laboratorními zdroji, přístroji a elektrotechnickými součástkami, umět pracovat s operačním zesilovačem.	
Výchovný cíl: Získat vztah k měřícím přístrojům, zdrojům a elektrotechnickým součástkám – naučit se opatrnosti.	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
a)	Schéma zapojení převodníku R/U s využitím operačního zesilovače OZ v invertujícím zapojení.
b)	Využití snímačů v praxi.
II.	MOTIVACE
a)	Vzbudit zájem studentů o probíranou látku zkušenostmi z praxe.
b)	Zapojit všechny studenty při konkrétním měření stejným dílem.
III.	VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
a)	Schéma měřicího zesilovače U/U v invertujícím zapojení.
b)	Schéma měřicího zesilovače U/U v neinvertujícím zapojení.
c)	Grafy převodních charakteristik,.
d)	Pásmo linearity.
e)	Skutečné zesílení.
f)	Mezní a charakteristické hodnoty daného operačního zesilovače.
g)	Využití v praxi.
IV.	SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
a)	Napěťové zesílení A_U .
b)	Fázový posun mezi vstupním a výstupním napěťovým signálem.
c)	Prostor pro zajímavosti a technické novinky.
V.	ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU
a)	Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení nejasností.
b)	Vypracování úlohy na téma „Měření zesilovače napětí“.
c)	Připravit se na úlohu „Měření teploty pomocí odporového teploměru“.
VI.	LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.
a)	KLOS, Z. <i>Elektrická měření</i> , Brno: VUT, 1988.
b)	DRECHSLER, R., a kol. <i>Elektrická měření II. – Základní metody</i> , Praha: SNTL, 1973.

- c) KREJČÍ V., KÁBELE J., *Elektrotechnické měřicí přístroje a měření*, SNTL 1974.
- d) KLESKEŇ, B., *Elektrotechnická měření - Měření v elektronice*, Praha: SNTL, 1976.
- e) GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.
- f) KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrotechnická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání

Související přípravy

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU

Školní rok: 2012/2013

Obor: Elektrotechnika - Mechatronika

Předmět: Měření a diagnostika

Ročník: třetí

Vyučovací hodina: 3.

Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.

Název tematického celku: Analogové elektronické přístroje.

Téma vyučovací hodiny: Měřicí zesilovač napětí – U/U.

Druh vyučovací hodiny: teoretická

Didaktické pomůcky: studijní materiál, literatura, dataprojektor.

Vzdělávací cíl: rozumět a umět pracovat s měřicími přístroji, umět a pochopit jejich vnitřní strukturu.

Výchovný cíl: Získat vztah k měřicím přístrojům, zdrojům a elektrotechnickým součástkám.

I. OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY

- a) Stejnosměrné elektronické voltmetry - tranzistorový voltmetr.
- b) Stejnosměrné elektronické voltmetry - elektronický voltmetr s OZ.
- c) Střídavé elektronické voltmetry - základní blokové schéma.
- d) Špičkový diodový voltmetr – sériový.
- e) Špičkový diodový voltmetr – paralelní.
- f) Elektronické voltmetry - vlastnosti, využití v praxi.

II. MOTIVACE

- a) Vzbudit zájem studentů o probíranou látku zkušenostmi z praxe.
- b) Zapojit všechny studenty do diskuse.

III. VÝKLAD NOVÉHO UČIVA

- a) Operační zesilovač a jeho vlastnosti a parametry.
- b) Rozdělení operačních zesilovačů.
- c) Využití operačních zesilovačů.
- d) Schéma měřicího zesilovače U/U v invertujícím zapojení.
- e) Schéma měřicího zesilovače U/U v neinvertujícím zapojení.
- f) Požadavky na vstupní a výstupní impedanci.

IV. SHRNTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ

- a) Ideální napěťové zesílení A_u .
- b) Fázový posun mezi vstupním a výstupním napetovým signálem.
- c) Vlastní spotřeba OZ.
- d) OZ v invertujícím a neinvertujícím zapojení – schémata zapojení.

V. ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU

Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení nejasností.

VI. LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.

- a) Učební text – prezentace
 - „Měřicí zesilovače“.

- „Operační zesilovač“.
 - „Zesilovače“.
- b) KLOS, Z. *Elektrická měření*, Brno: VUT, 1988.
- c) DRECHSLER, R., a kol. *Elektrická měření II. – Základní metody*, Praha: SNTL, 1973.
- d) KREJČÍ V., KÁBELE J., *Elektrotechnické měřicí přístroje a měření*, SNTL 1974.
- e) KLESKEŇ, B., *Elektrotechnická měření - Měření v elektronice*, Praha: SNTL, 1976.
- f) GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.
- g) KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrotechnická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání.

Zadání úlohy č. 11

Název měření: Měřicí zesilovače. Zesilovač napětí

Úkol měření:

1. Z katalogu zjistěte mezní a charakteristické hodnoty daného operačního zesilovače.
2. Navrhněte:
 - 2.1. invertující zesilovač se zesílením -2 a vstupním odporem $R_1=10\text{ k}\Omega$
 - 2.2. neinvertující zesilovač se zesílením $+2$ a vstupním odporem $R_1=10\text{ k}\Omega$
3. Změřte převodní charakteristiku $U_0=f(U_1)$ pro oba zesilovače v rozsahu U_1 od $-1/2 U_{cc}$ do $+1/2 U_{cc}$ a vynesete do grafu.
- 3.1. Nakreslete grafy převodních charakteristik, z grafů určete pásma linearit a skutečné zesílení. Porovnejte s vypočtenými hodnotami.

Teoretický úvod

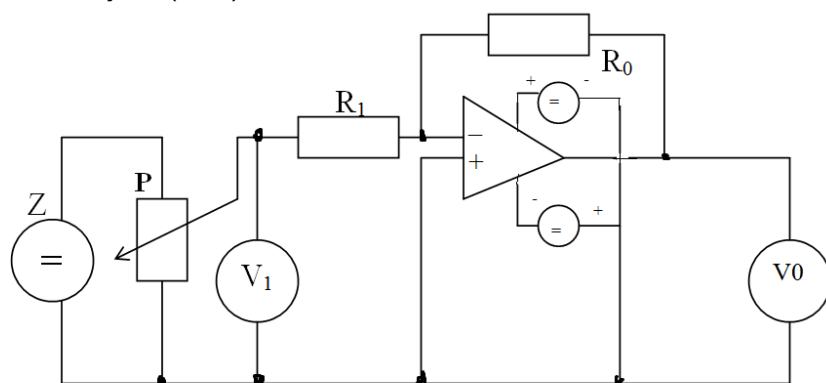
- Popsat hlavní vlastnosti OZ

Popis metody měření

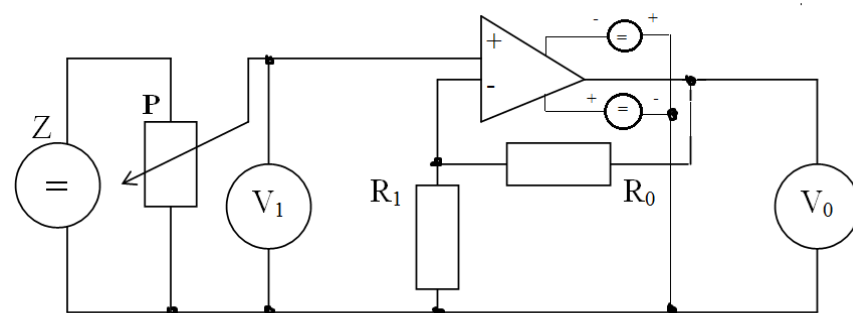
- Účel metody
- Princip metody

Schéma zapojení:

Invertující (2.1.)



Neinvertující (2.2.)



Tabulka použitých součástek, měřicích přístrojů a zdrojů

- Viz hodina

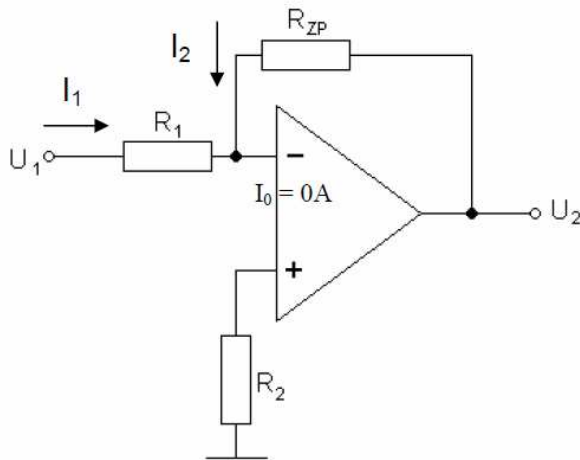
Splnění

Ad. 1

- Viz údaje z hodiny
- Doplnit vnitřní zapojení IO použitých svorek

Add 2.

Odvození vztahů pro výpočet R_o



- R_1 vstupní rezistor
- R_{zp} zpětnovazební rezistor
- R_2 kompenzace vstupní nesymetrie

Odvození rovnice pro celkové napětové zesílení invertujícího zapojení s OZ:

$I_1 + I_2 = I_0$ vstup ideálního OZ má nekonečný odpor, neodebírá tedy žádný proud ($I_0 = 0A$).

$$I_1 + I_2 = 0$$

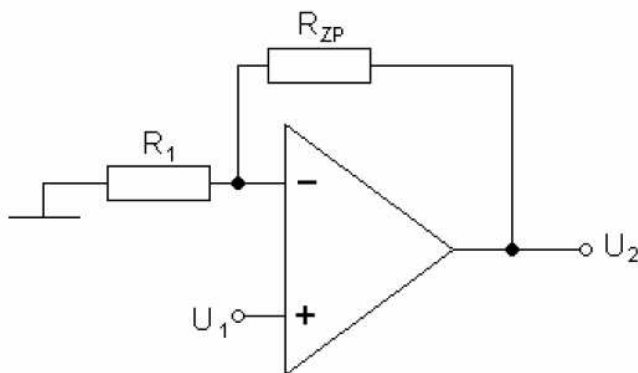
$$I_1 = \frac{U_1}{R_1}, \quad I_2 = \frac{U_2}{R_{zp}}$$

$$\frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_{zp}} = 0 \Rightarrow \frac{U_1}{R_1} = -\frac{U_2}{R_{zp}}$$

$$A_U = \frac{U_2}{U_1} = -\frac{R_{zp}}{R_1}$$

Poměr $\frac{R_{zp}}{R_1}$ udává celkovou velikost napětového zesílení A_U invertujícího zapojení.

2. Neinvertující zapojení



$$U_1 = R_1 \cdot I, \quad U_2 = (R_1 + R_{zp}) \cdot I$$

$$A_U = \frac{U_2}{U_1} = \frac{(R_1 + R_{zp}) \cdot I}{R_1 \cdot I} = \frac{(R_1 + R_{zp})}{R_1}$$

$$A_U = \frac{R_1}{R_1} + \frac{R_{zp}}{R_1} \quad \boxed{\frac{U_2}{U_1} = \frac{R_1 + R_{zp}}{R_1}}$$

$$A_U = 1 + \frac{R_{zp}}{R_1}$$

- Spočítáme potřebnou velikost odporu R_0 pro obě zapojení (viz děliče), R_1 a napětí známe (R_{zv} je v našem schématu R_0) a A_U je poměr U_2/U_1 (dáno)
 - Invertující: $U_0 = -U_1 \frac{R_0}{R_1} \rightarrow R_0$
 - Neinvertující: $U_0 = U_1 \frac{R_1 + R_0}{R_1} \rightarrow R_0$
- Zapojíme obvod.
- Zvyšujeme U_1 , odečítáme U_0 dokud se napětí neustálí
- Měření se provede pro obě polarity napájecího napětí
- Vypočteme naměřené zesílení $A_u = \frac{U_0}{U_1}$ a určíme průměrné A_u pro obě zapojení

Add. 3

- Sestrojíme graf $U_0=f(U_1)$
- Pásmo linearity je oblast grafu ΔU_1 (odpovídající ΔU_0), kde je závislost lineární – vyznačit
- Vypočteme skutečné A_u , kde ΔU_1 (ΔU_0) je rozdíl první a poslední naměřené hodnoty
- Porovnání je námětem na závěr

23. Měření zesilovače napětí

Písemná příprava

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 23	
Školní rok: 2012/2013	
Obor: Elektrotechnika - Mechatronika	
Předmět: Měření a diagnostika	
Ročník: třetí	
Vyučovací hodina: 67. – 69.	
Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.	
Název tematického celku: Měřící zesilovače, snímače teploty	
Téma vyučovací hodiny: Měření teploty pomocí odporového teploměru	
Druh vyučovací hodiny: cvičení.	
Didaktické pomůcky: umět pracovat s laboratorními zdroji, přístroji a elektrotechnickými součástkami.	
Výchovný cíl: Získat vztah k měřícím přístrojům, zdrojům a elektrotechnickým součástkám – naučit se opatrnosti.	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
a)	Schéma měřícího zesilovače U/U v invertujícím a neinvertujícím zapojení.
b)	Grafy převodních charakteristik.
II.	MOTIVACE
a)	Vzbudit zájem studentů o probíranou látku zkušenostmi z praxe.
b)	Zapojit všechny studenty při konkrétním měření stejným dílem.
III.	VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
a)	Oteplovací a ochlazovací přechodová charakteristika.
b)	Převodní charakteristiku $R_v = f(v)$.
c)	Princip odporového teploměru.
d)	Použití odporového teploměru a způsoby vyhodnocení.
e)	Využití v praxi.
IV.	SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
a)	Program Multiwiew.
b)	Doba průtahu a náběhu.
c)	Prostor pro zajímavosti a technické novinky.
V.	ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU
a)	Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení nejjasností.
b)	Vypracování úlohy na téma „Měření teploty pomocí odporového teploměru“.
c)	Připravit se na testování vědomostí.
VI.	LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.
a)	KLOS, Z. <i>Elektrická měření</i> , Brno: VUT, 1988.
b)	DRECHSLER, R., a kol. <i>Elektrická měření II. – Základní metody</i> , Praha: SNTL, 1973.
c)	KREJČÍ V., KÁBELE J., <i>Elektrotechnické měřicí přístroje a měření</i> ,

- SNTL 1974.
- d) KLESKEŇ, B., *Elektrotechnická měření - Měření v elektronice*, Praha: SNTL, 1976.
 - e) GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.
 - f) KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrotechnická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání.

Související přípravy

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 30

Školní rok: 2012/13

Obor: Elektrotechnika (Mechatronika).

Předmět: Řízení a regulace.

Ročník: 3

Vyučovací hodina: 45/64.

Zpracoval: ing. Petr Vlček, Paed

Název tematického celku: SNÍMAČE A PŘEVODNÍKY FYZIKÁLNÍCH VELIČIN

Téma vyučovací hodiny: Snímače teploty.

Druh vyučovací hodiny: výkladová.

Didaktické pomůcky: Projektor, PC.

Vzdělávací cíl: Znat základní vlastnosti a principy snímačů hladiny.

Výchovný cíl: Získat citový vztah k řízení a regulaci jako nadstavbě ostatních technických oborů usnadňující nejen fyzickou, ale i duševní práci při udržování fyzikálních veličin na požadované hodnotě.

I. OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY

- a) Definujte základní principy hladiny a tlaku.
- b) Z ELE: Definujte vztah odporu a teploty, jak lze teplotou řídit vodivost vlastního polovodiče.

II. VÝKLAD NOVÉHO UČIVA

- a) Měření tepla a teploty, rozdělení snímačů.
- b) Dotykové snímače teploty.
- c) Bezdotykové snímače teploty.

III. SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ

Základní rozdělení a principy snímání teploty.

IV. ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU

Prostudovat studijní materiál REGD45.

V. LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.

- a) Mezipředmětové vztahy: elektrotechnika, elektronika, Měření a diagnostika.
- b) Studijní text – náplň hodiny: REGD45.
- c) Předcházející/související teoretická příprava: č. 24 - č. 29.
- d) VORÁČEK, R. A KOL. *Automatizace a automatizační technika I, II, III, IV*
Brno: Computerpress, 2007.

Zadání úlohy č. 12

Název měření: Měření teploty pomocí odporového teploměru

Úkol měření:

1. Připojte odporový teploměr Pt100 k ohmetru a měřte teploty vody v rozmezí 14-99 °C v nádobě vyhřívané vaříčem v závislosti na čase - **přechodovou charakteristiku oteplovací i ochlazovací** (tu jen zčásti). Současně teplotu kontrolujte termoelektrickým článkem - termočlánkem připojeným k Metexu a PC. Z naměřených hodnot sestrojte:

1.1. přechodovou charakteristiku, v ní zjistíte T_u (dobu průtahu) a T_n (dobu náběhu) pro ohřívání $\square\square f(t)$ při zapnutí vaříče na plný výkon

1.2. převodní charakteristiku $R_{\square} = f(\square)$ – porovnejte s danou funkcí.

19.2. Porovnejte naměřené hodnoty s vypočtenými a zjistěte TP (třidu přesnosti) odporového teploměru

Teoretický úvod:

Uveďte princip odporového teploměru, materiál z něhož je zhotoven, jeho použití a způsoby vyhodnocení.

V teorii teplotní závislosti platí zjednodušený vzorec (Ele 1): $R_v = R_{20}(1 + \alpha\Delta v)$ kde

R_v – odpor teplotě v

R_{20} – odpor teplotě 20°C (293K)

α – teplotní součinitel materiálu

Δv – rozdíl teplot ($v-20$)

Pro teplotu např. 100°C platí:

$$R_{100} = R_{20}(1 + 80\alpha)$$

Analogicky lze spočítat teplotu, známe-li odpor R_0 (pro 0°C)

$$R_v = R_0(1 + \alpha\Delta v) = R_0(1 + \alpha(v - 0)) = R_0(1 + \alpha v)$$

Pak ve vzorci figuruje přímo měřená teplota

Poznámky:

$v=20^\circ$ je běžná teplota, při kterých se v tabulkách udává α

Jedná se o zjednodušený vzorec z přesného vzorce: $R_v = R_{20}(1 + \alpha\Delta v + \beta\Delta v^2)$ kde

β – teplotní součinitel 2. Řádu. Bývá však řádově 10^{-7} , takže se obvykle zanedbává a vzorec se zjednoduší.

Použitý odporový teploměr v úloze nese označení Pt100

→ platinový teploměr $R_0=100\Omega$, $\alpha_{Pt}=3,908 \cdot 10^{-3} K^{-1}$ a $\beta_{Pt}= -5,802 \cdot 10^{-7} K^{-2}$

Popis metody měření

nepřímé měření teploty dvěma různými teploměry (popsat jakými a proč)

Schéma zapojení:

- Blokové – viz vysvětlovací hodina

Tabulka použitých součástek, měřicích přístrojů a zdrojů

- Viz hodina

Manuál programu Multiwiew

Program umožňuje počítačově zpracovat data z Metexu. Program je nainstalován na počítači u okna, přihlásit se musí učitel

Proveďte jednotlivé kroky

1. Nastavte anglickou klávesnici (v programu by byly problémy se zadáváním dat) <L Alt>+<shift>
2. Spusťte program
3. Zapněte Metex připojený k PC (provede učitel)
4. Nastavení měřicího přístroje: **tlačítko Setup**:
 - nastavení správného čísla (nahore na displeji Metexu)
 - Port COM2
5. Propojení měřicího přístroje s programem: **tlačítko Online**
6. Nastavení intervalu měření a ukládání dat: **tlačítko Actquire**:
 - V okně **Repetitive** nastavte
 - i. Časový interval měření 20 s **Interval (s)**
 - ii. Uložení: zaškrtnout **save** a uvést v **Name** dosovský název souboru dle úlohy (<8 zn.>.txt), adresář neměňte
 - iii. Potvrdit
7. Sledování měření:
 - Menu → Window open → WIN1 → Graph → Scope → Data: Main → Zoom in
Zde nastavte:
 - Posun nuly (Y Axis Offset): 20°C
 - Počet jednotek na dílek osy x (Units/div): 25°C
 - Počet jednotek na dílek osy y (X Axis sec/div): 200

Naměřené hodnoty lze sledovat v grafu a současně se ukládají do Vámi uvedeného textového souboru v adresáři C:/Metex (pokud jste adresář nezměnili)

Po měření se soubor se otevře v Excelu jako textový (v okně otevírání) a implicitním exportéru se nastaví:

- Typ souboru oddělovač
- Oddělovač pro tvorbu sloupců: <mezera>

Soubor v Excelu můžete upravit a dopsat sloupec s naměřený odporem snímače PT100, dopočítat hodnoty a sestavit graf.

Splnění

Add1:

Oteplovací charakteristika: Teplotu v nádobě změříme oběma teploměry (termočlánek zpracovává PC do souboru, my odečítáme jen hodnoty z Ohmetru). Ihned po prvním měření zapneme vařič a měření opakujeme po 20 s do bodu varu.

Ochlazovací charakteristika: Pak vypneme vařič a stejný postup opakujeme do vychladnutí (co nejbliže k výchozí teplotě podle časových možností). Časové intervaly jsou cca 300 s.

Na termočlánek odečítáme přímo teplotu (u_m) u zkoumaného teploměru Pt100 měříme odpor. Ze zjednodušeného vzorečku pro odpor při dané teplotě vyjádříme příslušné R_v (teplotní součinitel viz kapitola teoretický úvod)

$$R_v = R_0(1 + \alpha v) \rightarrow v$$

Vypočteme rozdíl teplot: $\Delta u = u - u_m$

Třída přesnosti (TP):

Zjistíme měřený maximální rozsah M (575°C)

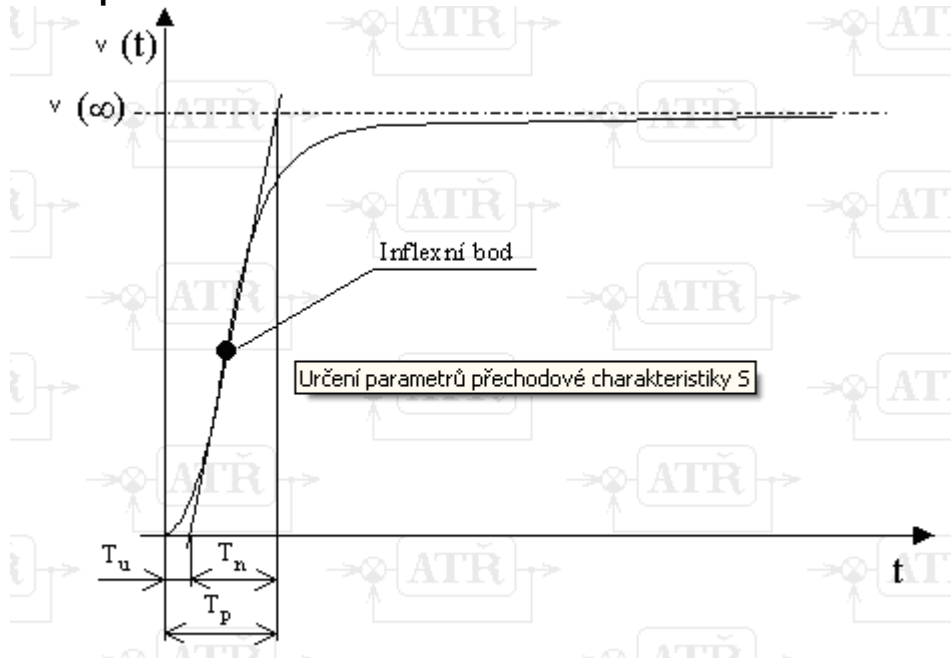
Najdeme maximální odchylku Δu

Pak (viz TP ampérmetry, voltmetry) $TP = \frac{\Delta v_{\max}}{M} * 100 - \text{Add2}$

Grafy

2X přechodová charakteristika (pro oteplení a ochlazování): $v=f(t)$

Doba průtahu a náběhu



Sestrojíme „přímku a sklonu náběhu“. Inflexní bod je ve středu náběžné křivky. Pak odečteme odečteme

- **Dobu průtahu T_u** : časový bod, kde „přímka sklonu“ protne osu času.
- **Dobu náběhu T_n** : odpovídající časový bod, kde „přímka sklonu“ protne rovnoběžku osou x v bodě $y(\infty)$. Doba náběhu se pak měří od časového bodu průtahu

Převodní charakteristika:

Závěr: Například popsat v kterém intervalu byla přesnost měření největší, kde nejmenší a proč. Porovnání obou principů měření.

24. Opakování a testování vědomostí

Písemná příprava

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 24	
Školní rok: 2012/2013	
Obor: Elektrotechnika - Mechatronika	
Předmět: Měření a diagnostika	
Ročník: třetí	
Vyučovací hodina: 70. – 72.	
Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.	
Název tematického celku: Měřící zesilovače, snímače teploty	
Téma vyučovací hodiny: Opakování a testování vědomostí	
Druh vyučovací hodiny: cvičení	
Didaktické pomůcky: dataprojektor	
Vzdělávací cíl: Ověření znalostí studentů	
Výchovný cíl: Naučit se zodpovědnému chování	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
a)	Oteplovací a ochlazovací přechodová charakteristika.
b)	Použití odporového teploměru a způsoby vyhodnocení.
II.	MOTIVACE
a)	Navodit bezstresové prostředí – namotivovat studenty k co nejlepšímu výkonu při testování znalostí.
b)	Snaha o získání dobrého pocitu z dobře odvedené práce.
III.	TESTOVÁNÍ ZNALOSTÍ STUDENTŮ – OKRUHY TÉMAT
a)	Schéma měřícího zesilovače U/U v neinvertujícím zapojení.
b)	Schéma měřícího zesilovače U/U v invertujícím zapojení.
c)	Princip odporového teploměru.
d)	Převodní charakteristiku $R_v = f(v)$.
e)	Operační zesilovač a jeho vlastnosti a parametry.
IV.	SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
a)	Zodpovědění a shrnutí testových otázek.
b)	Oprava testu – zodpovědění nejasností.
c)	Prostor pro zajímavosti a technické novinky.
V.	ZADÁNÍ DOMÁCIHO ÚKOLU
a)	Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení nejasností.
b)	Samostudium k tématu „Měření DA převodníku“.
VI.	LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.
a)	KLOS, Z. <i>Elektrická měření</i> , Brno: VUT, 1988.
b)	DRECHSLER, R., a kol. <i>Elektrická měření II. – Základní metody</i> , Praha: SNTL, 1973.
c)	KREJČÍ V., KÁBELE J., <i>Elektrotechnické měřicí přístroje a měření</i> , SNTL 1974.
d)	KLESKEŇ, B., <i>Elektrotechnická měření - Měření v elektronice</i> , Praha: SNTL, 1976.

- e) GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.
- f) KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrotechnická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání.

Související přípravy

Viz. přípravy na cvičení č.22, 23.

25. Měření D/A převodníku

Písemná příprava

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 25	
Školní rok: 2012/2013	
Obor: Elektrotechnika - Mechatronika	
Předmět: Měření a diagnostika	
Ročník: třetí	
Vyučovací hodina: 73. – 75.	
Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.	
Název tematického celku: D/A a A/D převodníky.	
Téma vyučovací hodiny: Měření D/A převodníku.	
Druh vyučovací hodiny: cvičení.	
Didaktické pomůcky: umět pracovat s laboratorními zdroji, přístroji a elektrotechnickými součástkami.	
Výchovný cíl: Získat vztah k měřícím přístrojům, zdrojům a elektrotechnickým součástkám – naučit se opatrnosti.	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
a)	Zodpovědění a shrnutí testových otázek.
b)	Prostor pro zajímavosti a technické novinky.
II.	MOTIVACE
a)	Vzbudit zájem studentů o probíranou látku zkušenostmi z praxe.
b)	Zapojit všechny studenty při konkrétním měření stejným dílem.
III.	VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
a)	Princip činnosti D/A převodníku.
b)	Schéma zapojení OZ jako invertující sumátor.
c)	Velikost zpětnovazebního odporu R_0 DA převodníku.
d)	Převodní charakteristika převodníku $U_0=f(\text{číslo})$.
e)	Určení max. chyby převodníku.
IV.	SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
a)	Dvoupolohový D/A převodník.
b)	Použití DA převodníku.
c)	Prostor pro zajímavosti a technické novinky.
V.	ZADÁNÍ DOMÁCIHO ÚKOLU
a)	Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení nejasností.
b)	Vypracování úlohy na téma „Měření D/A převodníku“.
c)	Samostudium k tématu „Měření A/D převodníku“.
VI.	LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.
a)	KLOS, Z. <i>Elektrická měření</i> , Brno: VUT, 1988.
b)	DRECHSLER, R., a kol. <i>Elektrická měření II. – Základní metody</i> , Praha: SNTL, 1973.
c)	KREJČÍ V., KÁBELE J., <i>Elektrotechnické měřicí přístroje a měření</i> , SNTL 1974.
d)	KLESKEŇ, B., <i>Elektrotechnická měření - Měření v elektronice</i> , Praha:

- SNTL, 1976.
- e) GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.
 - f) KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrotechnická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání.

Související přípravy

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU

Školní rok: 2012/2013

Obor: Elektrotechnika - Mechatronika

Předmět: Měření a diagnostika

Ročník: třetí

Vyučovací hodina: 18.

Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.

Název tematického celku: Analogové elektronické přístroje.

Téma vyučovací hodiny: D/A převodník.

Druh vyučovací hodiny: teoretická

Didaktické pomůcky: studijní materiál, literatura, dataprojektor.

Vzdělávací cíl: rozumět a umět pracovat s měřicími přístroji, umět a pochopit jejich vnitřní strukturu.

Výchovný cíl: Získat vztah k měřicím přístrojům, zdrojům a elektrotechnickým součástkám.

I. OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY

- a) Definice efektivní hodnoty.
- b) Výpočet efektivní hodnoty – teoretický rozbor.
- c) Převodník efektivní hodnoty – schéma zapojení.
- d) Převodník efektivní hodnoty – využití v měřicí technice.

II. MOTIVACE

- a) Vzbudit zájem studentů o probíranou látku zkušenostmi z praxe.
- b) Zapojit všechny studenty do diskuse.

III. VÝKLAD NOVÉHO UČIVA

- a) Digitální a analogový signál.
- b) Pojem kvantování.
- c) Obecný výklad D/A převodníku.
- d) Schéma zapojení D/A převodníku.
- e) Převodní charakteristika D/A převodníku.
- f) Využití D/A převodníků v praxi.

IV. SHRUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ

- a) Operační zesilovač.
- b) Schéma zapojení D/A převodníku.
- c) Využití v měřicí technice.
- d) Využití D/A převodníků v praxi.

V. ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU

Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení nejasností.

VI. LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.

- a) Učební text – prezentace
 - „Elektronika4a“.
 - „D/A převodník“.
- b) KLOS, Z. *Elektrická měření*, Brno: VUT, 1988.
- c) DRECHSLER, R., a kol. *Elektrická měření II. – Základní metody*,

- Praha: SNTL, 1973.
- d) KREJČÍ V., KÁBELE J., *Elektrotechnické měřicí přístroje a měření*, SNTL 1974.
 - e) KLESKEŇ, B., *Elektrotechnická měření - Měření v elektronice*, Praha: SNTL, 1976.
 - f) GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.
 - g) KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrotechnická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání.

Zadání úlohy č. 13

Název měření: Měření na D/A převodníku

Úkol měření:

1. Z katalogu zjistíte mezní a charakteristické hodnoty daného OZ a zapojte OZ jako invertující sumátor.
2. U 4-bitového D/A převodníku s váhovou odporovou sítí $R=5\text{ k}\Omega$ určete velikost zpětnovazebního odporu R_0 a pořadí vstupních odporů 5,10,20,40 ($\text{k}\Omega$) tak, aby při velikosti referenčního napětí zdroje U_1 asi 5V (změřte přesně) bylo výstupní napětí $U_{0\text{max}}=10\text{V} - 1\text{LSB}$ (bez nejméně významného bitu).
3. Změřte převodní charakteristiku převodníku $U_0=f(\text{číslo})$ tak, že postupně volte všechny možné vstupní kombinace a měřte výstupní napětí U_0 . Do téže tabulky vypište i vypočtené hodnoty napětí. Naměřené hodnoty vynesete do grafu.
4. Z rozdílu naměřených a vypočtených hodnot určete max. chybu převodníku (třída přesnosti TP).

Teoretický úvod:

D/A převodník převádí digitální signál (nespojité) na analogový signál (spojitý).

Používá se všech případech, kdy je třeba analogového výstupu – přehrávače, zvuková karta, mobily.

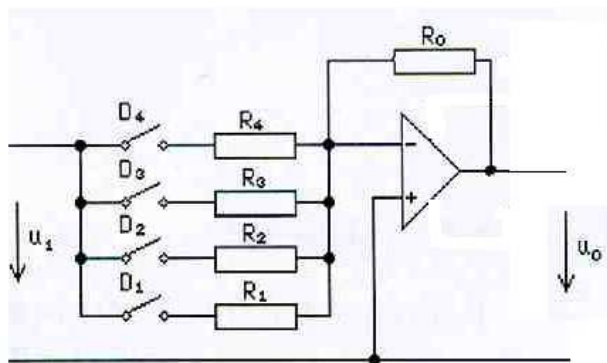
Princip činnosti D/A převodníku – digitální signál ovládá elektronické přepínače.

Přepínáním rezistorů se vytváří výstupní napětí.

Pro realizaci se používá invertující zesilovač.

Pro invertující zapojení s jedním vstupním odporem platí $U_0 = -U_1 \frac{R_0}{R_1}$

Místo odporu R_1 budeme připínat 4 odpory, které budou znamenat kód 4-bitového čísla.



Logický stav daného vypínače D_i (0,1) je zároveň hodnotou daného bitu s příslušnou váhou.

Při připojených 4 odporech s přesně danou hodnotou: $R_{i+1}=2 \cdot R_i$, platí:

- nejmenší odpor $R_1 (=5\text{ k}\Omega)$ má nejmenší váhu (2^0)
- největší odpor ($40\text{ k}\Omega$) nejmenší váhu (2^3)

U OZ pro čtyři stejné vstupy platí a jiné vstupní odpory platí

$$U_0 = -(U_1 \frac{R_0}{R_1} + U_1 \frac{R_0}{R_2} + U_1 \frac{R_0}{R_3} + U_1 \frac{R_0}{R_4})$$

Bude-li D_1 znamenat logickou hodnotu zapnutí/vypnutí příslušného vstupu, pak:

$$U_0 = -(D_1 U_1 \frac{R_0}{R_1} + D_2 U_1 \frac{R_0}{R_2} + D_3 U_1 \frac{R_0}{R_3} + D_4 \frac{R_0}{R_4})$$

$$U_0 = -U_1 R_0 (\frac{D_1}{R_1} + \frac{D_2}{R_2} + \frac{D_3}{R_3} + \frac{D_4}{R_4})$$

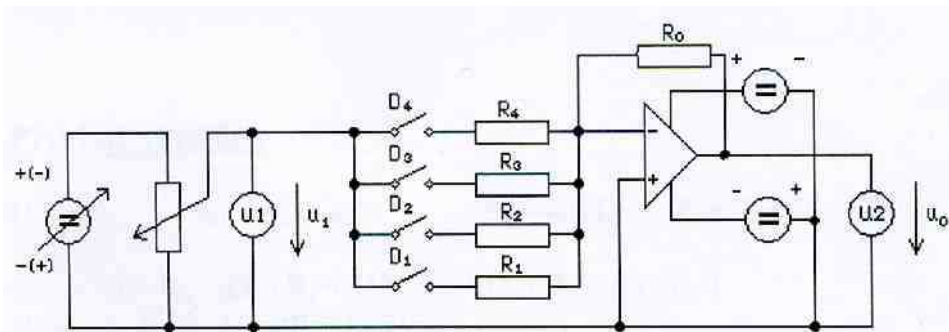
Je-li $R_1=5k$, pak ($R_{i+1}=2R_i$): $R_2=10k$, $R_3=20k$ a $R_4=40k$

Odpor R_0 se vypočte pro maximální číslo (největší $U_0=-10V$), tedy všechna $D_i=1$ a dané vstupní napětí (5V)

$$U_0 = -U_1 R_0 (\frac{D_1}{R_1} + \frac{D_2}{R_2} + \frac{D_3}{R_3} + \frac{D_4}{R_4})$$

$$R_0 = -\frac{U_0}{U_1} * \frac{1}{\frac{D_1}{R_1} + \frac{D_2}{R_2} + \frac{D_3}{R_3} + \frac{D_4}{R_4}}$$

Schéma zapojení:



Spínač nahradíme vysouváním ($D_i=1$) a vysouváním ($D_i=0$) i-tého odporu

Splnění:

Změříme napětí U_2 pro všechny kombinace vah D_i pro konstantní vstupní napětí (číslo 0000 bez odporů, číslo 1111 všechny odpory)

Vypočteme pro každou váhu U_0 a rozdíl napětí $\Delta U = U_{\text{oměr}} - U_0$

Třída přesnosti:

V tabulce určíme největší absolutní hodnotu ΔU , pak

$$TP = \frac{\Delta U_{\text{max}}}{U_{0\text{max}}} * 100[\%]$$

Laborát zpracujte podle obvyklé osnovy:

a. Zadání

b. Teoretický úvod (co je dvoupolohový D/A převodník a jeho použití)

c. Popis metody měření (přímo měříme napětí)

d. Použité přístroje

e. Schémata zapojení

f. Postup měření

g. Výpočet R_0 a ukázka výpočtu pro 1 řádek tabulky (ne pro jiný než 0000 nebo 1111)

h. Tabulky naměřených hodnot

i. Graf $U_0=f(\text{číslo})$, číslo je binární hodnota 0-15 vyjádřená pomocí D_i

j. Závěr

26. Měření A/D převodníku

Písemná příprava

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 26	
Školní rok: 2012/2013	
Obor: Elektrotechnika - Mechatronika	
Předmět: Měření a diagnostika	
Ročník: třetí	
Vyučovací hodina: 76. – 78.	
Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.	
Název tematického celku: D/A a A/D převodníky.	
Téma vyučovací hodiny: Měření A/D převodníku.	
Druh vyučovací hodiny: cvičení.	
Didaktické pomůcky: umět pracovat s laboratorními zdroji, přístroji a elektrotechnickými součástkami.	
Výchovný cíl: Získat vztah k měřícím přístrojům, zdrojům a elektrotechnickým součástkám – naučit se opatrnosti.	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
a)	Dvupolohový D/A převodník.
b)	Použití DA převodníku.
II.	MOTIVACE
a)	Vzbudit zájem studentů o probíranou látku zkušenostmi z praxe.
b)	Zapojit všechny studenty při konkrétním měření stejným dílem.
III.	VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
a)	Princip činnosti A/D převodníku.
b)	Převod spojitého (neboli analogového) signálu na signál digitální.
c)	Vzorkovací frekvence.
d)	Modul Sample&Hold (S&H – analogová paměť).
e)	Modul Time Base (časová základna).
IV.	SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
a)	Graf převodu podle jednotlivých hodinových cyklů.
b)	Použití A/D převodníku.
c)	Prostor pro zajímavosti a technické novinky.
V.	ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU
a)	Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení nejasností.
b)	Vypracování úlohy na téma „Měření A/D převodníku“.
c)	Připravit se na testování vědomostí.
VI.	LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.
a)	KLOS, Z. <i>Elektrická měření</i> , Brno: VUT, 1988.
b)	Drechsler R. a kol., <i>Elektrická měření II. – Základní metody</i> , SNTL 1973.
c)	KREJČÍ V., KÁBELE J., <i>Elektrotechnické měřicí přístroje a měření</i> , SNTL 1974.
d)	KLESKEŇ, B., <i>Elektrotechnická měření - Měření v elektronice</i> , Praha:

- SNTL, 1976.
- e) GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.
 - f) KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrotechnická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání.

Související přípravy

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU

Školní rok: 2012/2013

Obor: Elektrotechnika - Mechatronika

Předmět: Měření a diagnostika

Ročník: třetí

Vyučovací hodina: 19.

Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.

Název tematického celku: Analogové elektronické přístroje.

Téma vyučovací hodiny: A/D převodník.

Druh vyučovací hodiny: teoretická.

Didaktické pomůcky: studijní materiál, literatura, dataprojektor.

Vzdělávací cíl: rozumět a umět pracovat s měřicími přístroji, umět a pochopit jejich vnitřní strukturu.

Výchovný cíl: Získat vztah k měřicím přístrojům, zdrojům a elektrotechnickým součástkám.

- I. OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
 - a) Digitální a analogový signál.
 - b) Pojem kvantování.
 - c) Obecný výklad D/A převodníku.
 - d) Schéma zapojení D/A převodníku.
 - e) Převodní charakteristika D/A převodníku.
 - f) Využití D/A převodníků v praxi.
- II. MOTIVACE
 - a) Vzbudit zájem studentů o probíranou látku zkušenostmi z praxe.
 - b) Zapojit všechny studenty do diskuse.
- III. VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
 - a) Obecný výklad A/D převodníku.
 - b) Schéma zapojení A/D převodníku.
 - c) Převodní charakteristika A/D převodníku.
 - d) Využití A/D převodníků v praxi.
- IV. SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
 - a) Operační zesilovač.
 - b) Schéma zapojení A/D převodníku.
 - c) Využití v měřicí technice.
 - d) Využití A/D převodníků v praxi.
- V. ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU
 - a) Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení nejasností.
- VI. LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.
 - a) Učební text – prezentace „Elektronika4a“.
 - b) Učební text – prezentace „A/D převodník“.
 - c) KLOS, Z. *Elektrická měření*, Brno: VUT, 1988.
 - d) Drechsler R. a kol., *Elektrická měření II. – Základní metody*, SNTL 1973.
 - e) KREJČÍ V., KÁBELE J., *Elektrotechnické měřicí přístroje a měření*,

- SNTL 1974.
- f) KLESKEŇ, B., *Elektrotechnická měření - Měření v elektronice*, Praha: SNTL, 1976.
 - g) GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.
 - h) KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrotechnická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání.

Zadání úlohy č. 14

Název měření: Měření na A/D převodníku

Úkol měření:

1. Před měřením se seznámte s údaji o A/D převodníku, v něm obsaženého modulu Sample&Hold (S&H – analogová paměť) a modulu Time Base (časová základna) z dokumentace RC.
2. Připojte A/D převodník ke zdroji proměnného napětí a převádějte měřené napětí s frekvencí vzorkování $f=0,1\text{Hz}$. Zapište a vysvětlete změnu čísla na výstupu při konstantním měřeném napětí. Pro zvolené napětí sestrojte graf převodu podle jednotlivých hodinových cyklů - přepočítejte z H kódu na napětí a vynesete do grafu $U=f(t)$, nebo $U=f(\text{pořadí})$. Bude mít typický stupňovitý průběh s ustálením po osmi cyklech.
3. Připojte D/A převodník na výstup A/D převodníku. Na vstup A/D převodníku přivádějte postupně hodnoty napětí 1, 2, ..., 5V a měřte výstupní napětí D/A převodníku. Spočítejte rozdíl napětí na výstupu D/A – napětí na vstupu A/D a určete třídu přesnosti celého převodního řetězce. (vybíráme z řady 0,1;0,2;0,5;1;1,5;2,5;5)

Teoretický úvod:

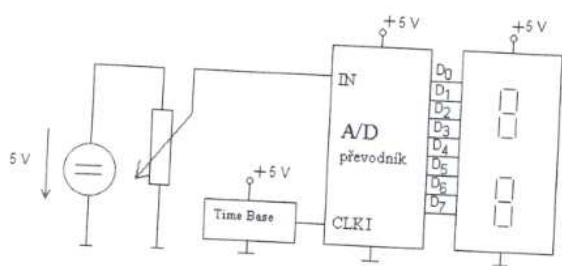
Analogově digitální převodník je integrovaný obvod určený pro převod spojitého (neboli analogového) signálu na signál digitální. Důvodem tohoto převodu je umožnění zpracování původně analogového signálu na číslicových počítačích. Mezi nimi v současnosti převažují digitální signální procesory DSP, které jsou právě na zpracování takových signálů specializované. V digitální podobě se také dají signály daleko kvalitněji zaznamenávat a přenášet. Opačný převod z digitálního signálu na analogový zajišťuje D/A převodník.

Schéma zapojení

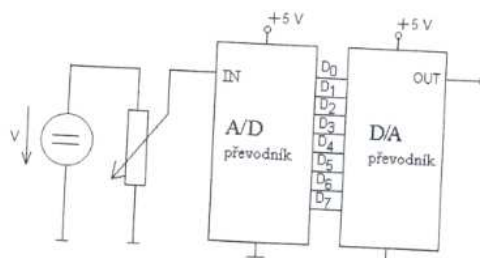
Budeme používat IO:

- A/D převodník
- Zobrazovací dvoubitový display
- D/A převodník
- Generátor

kteří blokově propojíme.



měření postupu vzorkování



kontrola třídy přesnosti

Splnění:

Rozsah převodníku 5 V nastavíme „svičem“



takto (polohy):

Graf postupu vzorkování:

TIME BASE bude ruční řízení pulzů. Zapojíme libovolný přepínač A_i , kterým budeme pulz simulovat – 1 pulz 2 stlačení A_i . Na vstupu nastavíme libovolné napětí v rozsahu 0-5V (např. 2,238).

Vypínačem A_i pošleme 1. pulz. Přečteme hodnotu na displeji od zdola. Displej zaznamenává šestnáctkově hodnotu hladiny, proto je nutno údaj převést do desítkové soustavy a dále na skutečné napětí.

Příklad přepočtu (údaj dispeje „8A“)

$$(8A)_{16} = (8\{10\})_{16}$$

$$8 \cdot 16^1 + 10 \cdot 16^0 = 128 + 10 = (138)_{10}$$

Hladina $H=138$

- Hladina 5V (maximální) odpovídá číslu FF tj. 255, 0V odpovídá číslu 00 tj. 0
- Počet hladin je: $16^2=256$
- Přepočet na napětí – 1 hladina odpovídá: $\Delta u = \frac{U_{\max}}{PH} = \frac{5V}{256} = 0,0195V$

$$\rightarrow \text{Výstupní napětí: } U_{\text{výst}} = H \cdot \Delta u = 2,69V$$

Pulzy posíláme tak dlouho, dokud se výstup na displeji mění. Z naměřených hodnot sestavíme graf $U_{\text{výst}}=f(\text{pořadí pulzu})$

Po měření přepojíme TIME BASE do generátoru s frekvencí 0,1 Hz a pozorujeme převod na displeji, abychom si uvědomili rychlost převodu při této frekvenci. Vyzkoušíme i jiné frekvence.

Třída přesnosti:

Nastavíme na vstupu určité napětí. Převodník zapojíme na větší vzorkovací frekvenci. Změříme na D/A převodníku napětí multimetrem. Spočítáme rozdíl napětí $\Delta U = U_{\text{výst}} - U_{\text{vst}}$. Provedeme měření pro všechna zadaná napětí.

Vybereme maximální absolutní hodnotu ΔU , pak platí: $T_p = \frac{|\Delta U_{\max}|}{M} \cdot 100$

$M=5V$ (maximální nastavený rozsah)

27. Opakování a testování vědomostí

Písemná příprava

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 27	
Školní rok: 2012/2013	
Obor: Elektrotechnika - Mechatronika	
Předmět: Měření a diagnostika	
Ročník: třetí	
Vyučovací hodina: 79. – 81.	
Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.	
Název tematického celku: D/A a A/D převodníky.	
Téma vyučovací hodiny: Opakování a testování vědomostí.	
Druh vyučovací hodiny: cvičení.	
Didaktické pomůcky: dataprojektor.	
Vzdělávací cíl: Ověření znalostí studentů.	
Výchovný cíl: Naučit se zodpovědnému chování.	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
a)	Vzorkovací frekvence.
b)	Princip činnosti A/D převodníku.
II.	MOTIVACE
a)	Navodit bezstresové prostředí – namotivovat studenty k co nejlepšímu výkonu při testování znalostí.
b)	Snaha o získání dobrého pocitu z dobře odvedené práce.
III.	TESTOVÁNÍ ZNALOSTÍ STUDENTŮ – OKRUHY TÉMAT
a)	Pojem kvantování.
b)	Schéma zapojení A/D převodníku.
c)	Převodní charakteristika A/D převodníku.
d)	Schéma zapojení D/A převodníku.
e)	Převodní charakteristika D/A převodníku.
IV.	SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
a)	Zodpovědění a shrnutí testových otázek.
b)	Oprava testu – zodpovědění nejasností
c)	Prostor pro zajímavosti a technické novinky.
V.	ZADÁNÍ DOMÁCIHO ÚKOLU
a)	Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení nejasností.
b)	Samostudium k tématu „Měření modelu dvoupolohového regulátoru na analogovém počítači MEDA 50“.
VI.	LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.
a)	KLOS, Z. <i>Elektrická měření</i> , Brno: VUT, 1988.
b)	Drechsler R. a kol., <i>Elektrická měření II. – Základní metody</i> , SNTL 1973.
c)	KREJČÍ V., KÁBELE J., <i>Elektrotechnické měřicí přístroje a měření</i> , SNTL 1974.
d)	KLESKEŇ, B., <i>Elektrotechnická měření - Měření v elektronice</i> , Praha:

- SNTL, 1976.
- e) GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.
 - f) KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrotechnická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání.

Související přípravy

Viz. přípravy na cvičení č. 25, 26.

28. Měření modelu dvoupolohového regulátoru na analogovém počítači MEDA 50

Písemná příprava

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 28	
Školní rok: 2012/2013	
Obor: Elektrotechnika - Mechatronika	
Předmět: Měření a diagnostika	
Ročník: třetí	
Vyučovací hodina: 82. – 84.	
Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.	
Název tematického celku: Měření s regulátory.	
Téma vyučovací hodiny: Měření modelu dvoupolohového regulátoru na analogovém počítači MEDA 50.	
Druh vyučovací hodiny: cvičení	
Didaktické pomůcky: umět pracovat s laboratorními zdroji, přístroji a elektrotechnickými součástkami.	
Výchovný cíl: Získat vztah k měřícím přístrojům, zdrojům a elektrotechnickým součástkám – naučit se opatrnosti.	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
a)	Dvoupolohový D/A převodník.
b)	Použití D/A převodníku.
II.	MOTIVACE
a)	Vzbudit zájem studentů o probíranou látku zkušenostmi z praxe.
b)	Zapojit všechny studenty při konkrétním měření stejným dílem.
III.	VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
a)	Princip činnosti dvoupolohového regulátoru.
b)	Převodní charakteristika dvoupolohového regulátoru.
c)	Regulační odchylka.
d)	Velikost požadované a skutečné hodnoty.
e)	Hystereze.
IV.	SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
a)	Příklady použití dvoupolohového regulátoru.
b)	Princip simulace na MEDA.
c)	Prostor pro zajímavosti a technické novinky.
V.	ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU
a)	Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení nejasností.
b)	Vypracování úlohy na téma „Měření modelu dvoupolohového regulátoru na analogovém počítači MEDA 50“.
c)	Samostudium k tématu „Měření modelu PI a PID regulátoru na analogovém počítači MEDA 50“.
VI.	LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.
a)	KLOS, Z. <i>Elektrická měření</i> , Brno: VUT, 1988.
b)	DRECHSLER, R., a kol. <i>Elektrická měření II. – Základní metody</i> ,

- Praha: SNTL, 1973.
- c) KREJČÍ V., KÁBELE J., *Elektrotechnické měřicí přístroje a měření*, SNTL 1974.
 - d) KLESKEŇ, B., *Elektrotechnická měření - Měření v elektronice*, Praha: SNTL, 1976.
 - e) GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.
 - f) KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrotechnická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání.

Související přípravy

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 18

Školní rok: 2012/13

Obor: Elektrotechnika (Mechatronika).

Předmět: Řízení a regulace.

Ročník: 3

Vyučovací hodina: 25/64.

Zpracoval: ing. Petr Vlček, Paed.

Název tematického celku: REGULOVANÉ SOUSTAVY A REGULÁTORY

Téma vyučovací hodiny: Jednosložkové (základní) regulátory P,I,D.

Druh vyučovací hodiny: výkladová.

Didaktické pomůcky: Projektor, PC.

Vzdělávací cíl: Znat dynamické vlastnosti základních regulátorů.

Výchovný cíl: Získat citový vztah k řízení a regulaci jako nadstavbě ostatních technických oborů usnadňující nejen fyzickou, ale i duševní práci při udržování fyzikálních veličin na požadované hodnotě.

I. OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY

- a) Definujte obrazový přenos.
- b) Vytvořte z dané diferenciální rovnice obrazový přenos.
- c) Definujte frekvenční charakteristiky.
- d) Definujte přechodovou charakteristiku.

II. VÝKLAD NOVÉHO UČIVA

- a) Princip a realizace P-regulátoru a odvození dynamických vlastností.
- b) Princip a realizace I-regulátoru a odvození dynamických vlastností.
- c) Princip a realizace D-regulátoru a odvození dynamických vlastností.

III. SHRUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ

Vyjádření přenosu poruchové veličiny a řízení na konkrétním regulačním obvodu.

IV. ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU

Prostudovat studijní materiál REG25.

V. LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.

- a) Studijní materiál – náplň hodiny: REGD25.
- b) Mezipředmětové vztahy: Matematika.
- c) Předcházející/související teoretická příprava: č. 4 - č. 17.
- d) VORÁČEK, R. A KOL. *Automatizace a automatizační technika I, II, III, IV*
Brno: Computerpress, 2007.

Zadání úlohy č. 15

Název měření: Měření modelu dvupolohového regulátoru na analogovém počítači MEDA 50

Úkol měření:

1. Namodelujte dvupolohový regulátor pomocí sumátoru, komparátoru a přesného spínače SW
2. změřte převodní charakteristiku:
 - 2.1. při změně regulované veličiny y pro dvě různé hodnoty hysterese h ($w=\text{konst.}$)
 - 2.2. při změně žádané hodnoty w pro dvě různé hodnoty hysterese h ($y=\text{konst.}$)

Dvupolohový regulátor

Regulační odchylka $e=w-y$ (bez hysteréze)

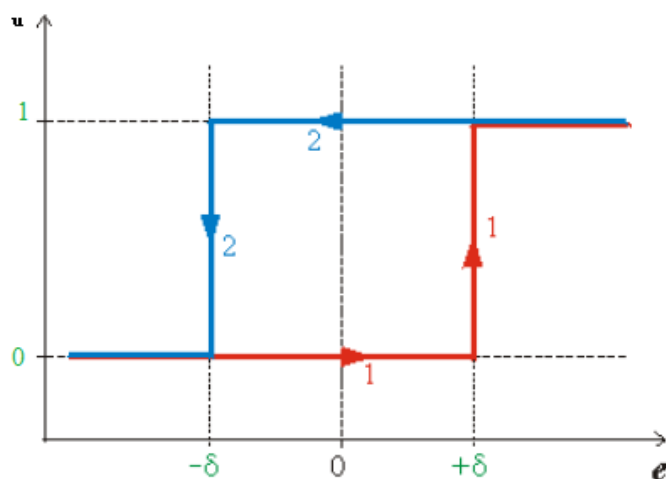
$e=0 \rightarrow$ vypnuto (0)

$e>0 \rightarrow$ zapnuto (1)

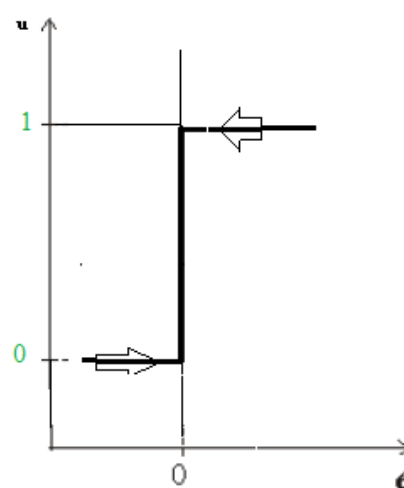
Regulační odchylka $e=w-y$ (s hysterézí)

$e=-h \rightarrow$ vypnuto (0)

$e> h \rightarrow$ zapnuto (1)

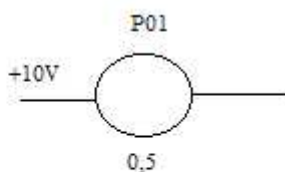
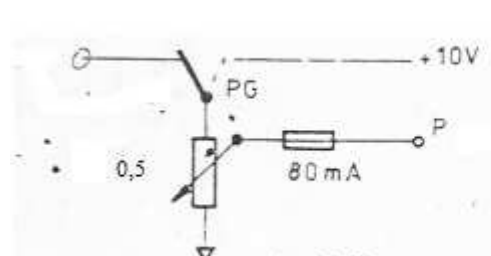


hysteréze necitlivosti $h=2*\delta$



bez hysteréze

Potenciometr lze ve schématu pro MEDA zjednodušit:

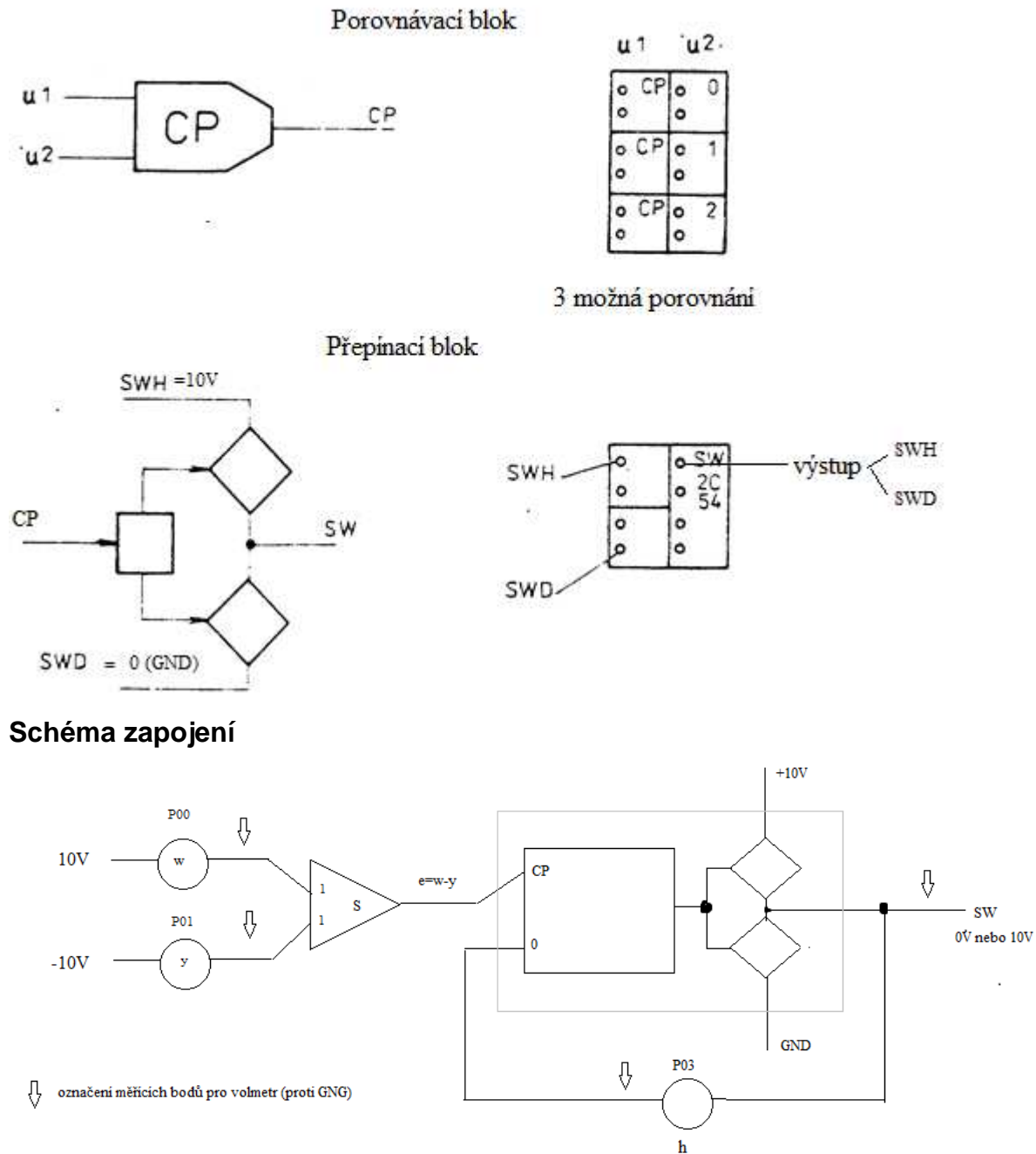


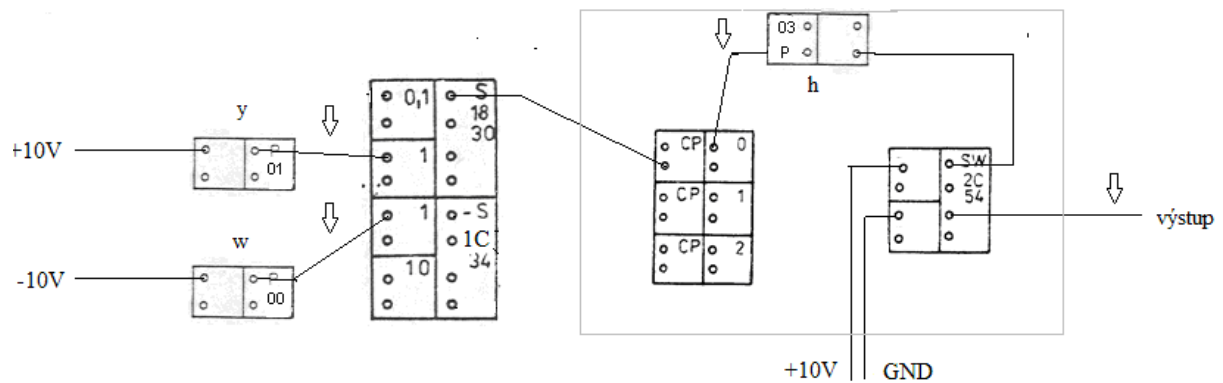
U integrátorů a sumátorů nakreslíme jen použité vstupy a výstupy

Komparátor na MEDA

Komparátor porovná 2 hodnoty a jsou-li shodné, vyšle logickou 1 (spínač sepne, SWH), jsou-li rozdílné, vyšle logickou 0 (spínač rozepne, SWD)

Skládá se ze dvou bloků:





Popis schématu

- Potenciometry y, w nastavují velikost požadované a skutečné hodnoty (v modelu v rozsahu 0-10V).
- -10V pro w zajistí odčítání v sumátoru (vzorec $e=y-w$ pro základní regulační schéma)
- Komparátor porovná hodnotu výstupu (ZV) s hodnotou regulační odchylky ($0 \rightarrow \text{GND}, 1 \rightarrow +10\text{V}$) a dle toho nastaví výstup
- Potenciometr h nastavuje hysterézi (udává jí jeho hodnota)

Splnění:

Add 2.1.

V režimu PG: Požadovaná hodnota w je konstantní (10V). Nastavíme hysterézi. V režimu OP: Potencimetrem y zvyšujeme regulovanou veličinu po určitých intervalech od 0 do 10V. Měříme výstup regulátoru SW. Zaznamenáme přesné napětí na y při sepnutí. Pak po stejných intervalech y snižujeme a totéž změříme pro vypnutí. Postup se provede 2X – pro 2 hodnoty hysteréze

Add 2.2.

Viz 2.1. pro y konstantní (-10V), nastavíme hysterézi a w regulujeme

Grafy převodních charakteristik

4X hysterezní graf ze 4 naměřených tabulek

Laborát zpracujte podle obvyklé osnovy:

k. *Zadání*

l. *Teoretický úvod (co je dvoupolohový regulátor a příklady použití)*

m. *Popis metody měření (princip simulace na MEDA)*

n. *Použité přístroje*

o. *Schémat zapojení*

p. *Postup měření*

q. *Tabulky naměřených*

r. *Grafy hysterézi*

s. *Závěr*

29. Měření modelu PI a PID regulátoru na analogovém počítači MEDA 50

Písemná příprava

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 29	
Školní rok: 2012/2013	
Obor: Elektrotechnika - Mechatronika	
Předmět: Měření a diagnostika	
Ročník: třetí	
Vyučovací hodina: 85. – 87.	
Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.	
Název tematického celku: Měření s regulátory	
Téma vyučovací hodiny: Měření modelu PI a PID regulátoru na analogovém počítači MEDA 50.	
Druh vyučovací hodiny: cvičení.	
Didaktické pomůcky: umět pracovat s laboratorními zdroji, přístroji a elektrotechnickými součástkami.	
Výchovný cíl: Získat vztah k měřícím přístrojům, zdrojům a elektrotechnickým součástkám – naučit se opatrnosti.	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
a)	Příklady použití dvoupolohového regulátoru.
b)	Princip simulace na MEDA.
II.	MOTIVACE
a)	Vzbudit zájem studentů o probíranou látku zkušenostmi z praxe.
b)	Zapojit všechny studenty při konkrétním měření stejným dílem.
III.	VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
a)	Princip činnosti PI a PID regulátoru.
b)	Obecné přechodové charakteristiky PI a PID regulátoru.
c)	Diferenciální rovnice regulátorů.
d)	Konstanty regulátoru Z_R (proporcionální), T_I (integrační) a T_D (derivační).
IV.	SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
a)	Příklady použití PI a PID regulátorů.
b)	Princip simulace na MEDA.
c)	Prostor pro zajímavosti a technické novinky.
V.	ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU
a)	Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení nejasností.
b)	Vypracování úlohy na téma „Měření modelu PI a PID regulátoru na analogovém počítači MEDA 50“.
c)	Připravit se na testování vědomostí.
VI.	LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.
a)	KLOS, Z. <i>Elektrická měření</i> , Brno: VUT, 1988.
b)	DRECHSLER, R., a kol. <i>Elektrická měření II. – Základní metody</i> , Praha: SNTL, 1973.
c)	KREJČÍ V., KÁBELE J., <i>Elektrotechnické měřicí přístroje a měření</i> ,

- SNTL 1974.
- d) KLESKEŇ, B., *Elektrotechnická měření - Měření v elektronice*, Praha: SNTL, 1976.
 - e) GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.
 - f) KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrotechnická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání.

Související přípravy

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 19

Školní rok: 2012/13

Obor: Elektrotechnika (Mechatronika)

Předmět: Řízení a regulace

Ročník: 3

Vyučovací hodina: 26-27/64

Zpracoval: ing. Petr Vlček, Paed

Název tematického celku: REGULOVANÉ SOUSTAVY A REGULÁTORY

Téma vyučovací hodiny: Vícesložkové regulátory PI, PD, PID.

Druh vyučovací hodiny: výkladová.

Didaktické pomůcky: Projektor, PC.

Vzdělávací cíl: Znat dynamické vlastnosti kombinovaných regulátorů.

Výchovný cíl: Získat citový vztah k řízení a regulaci jako nadstavbě ostatních technických oborů usnadňující nejen fyzickou, ale i duševní práci při udržování fyzikálních veličin na požadované hodnotě.

I. OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY.

- a) Popište realizaci a dynamické vlastnosti P-regulátoru.
- b) Popište realizaci a dynamické vlastnosti I-regulátoru.
- c) Popište realizaci a dynamické vlastnosti D-regulátoru.

II. VÝKLAD NOVÉHO UČIVA

- a) Princip a realizace PD-regulátoru a odvození dynamických vlastností.
- b) Princip a realizace PI-regulátoru a odvození dynamických vlastností.
- c) Princip a realizace PID-regulátoru a odvození dynamických vlastností.

III. SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ

Vyjádření přenosu poruchové veličiny a řízení na konkrétním regulačním obvodu.

IV. ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU

Prostudovat studijní materiál REG26-27.

Zadání semestrální práce – spočítat přenos regulačního obvodu pomocí algebry blokových schémat, vyšetření základních dynamických vlastností regulátoru v soustavě a jeho možná realizace.

V. LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.

- a) Studijní materiál – náplň hodiny: REGD26-27.
- b) Zadání semestrální práce: REGD26-27(s).
- c) Mezipředmětové vztahy: Matematika.
- d) Předcházející/související teoretická příprava: č 4 - č. 18.
- e) VORÁČEK, R. A KOL. *Automatizace a automatizační technika I, II, III, IV*
Brno: Computerpress, 2007.

Zadání úlohy č. 16

Název měření: Měření na analogovém počítači MEDA 50 III

Úkol měření:

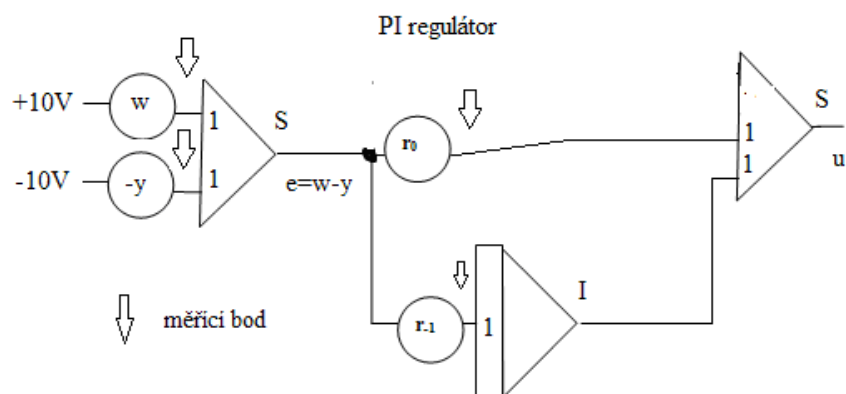
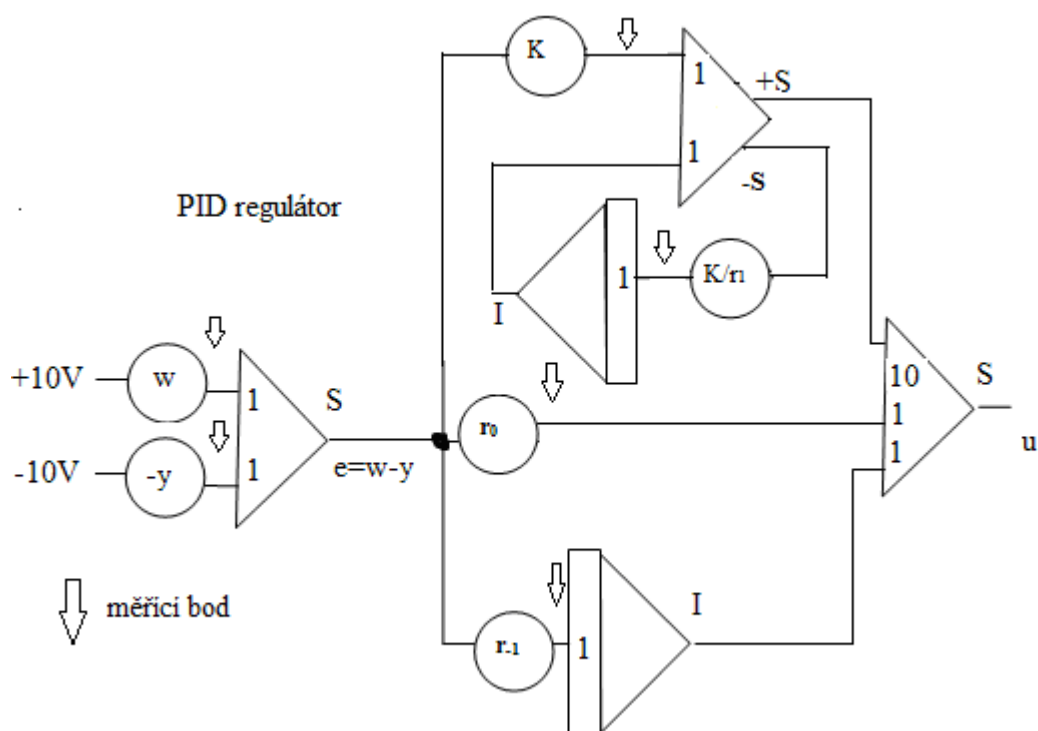
1. Namodelujte PI a PID regulátory pomocí sumátorů a integrátorů a vyzkoušejte, jak se na jejich přechodové charakteristice projeví změny parametrů r_0 , r_{-1} (r_1).

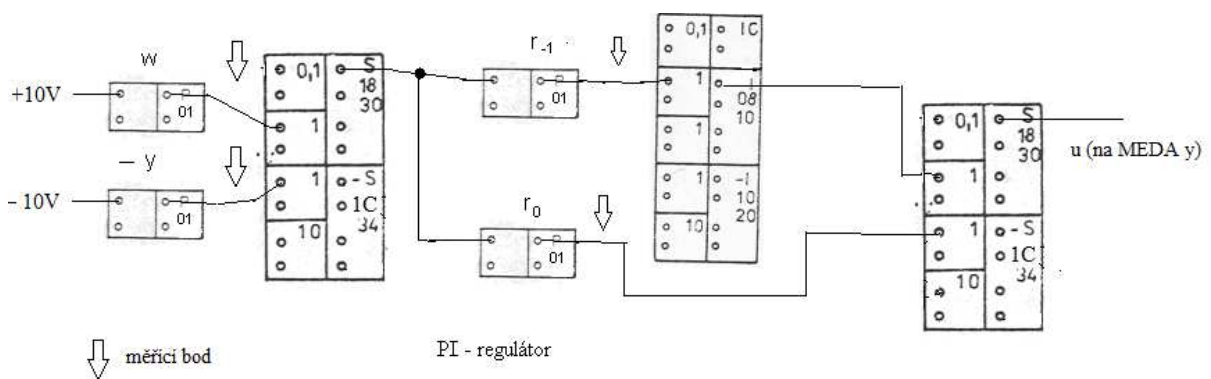
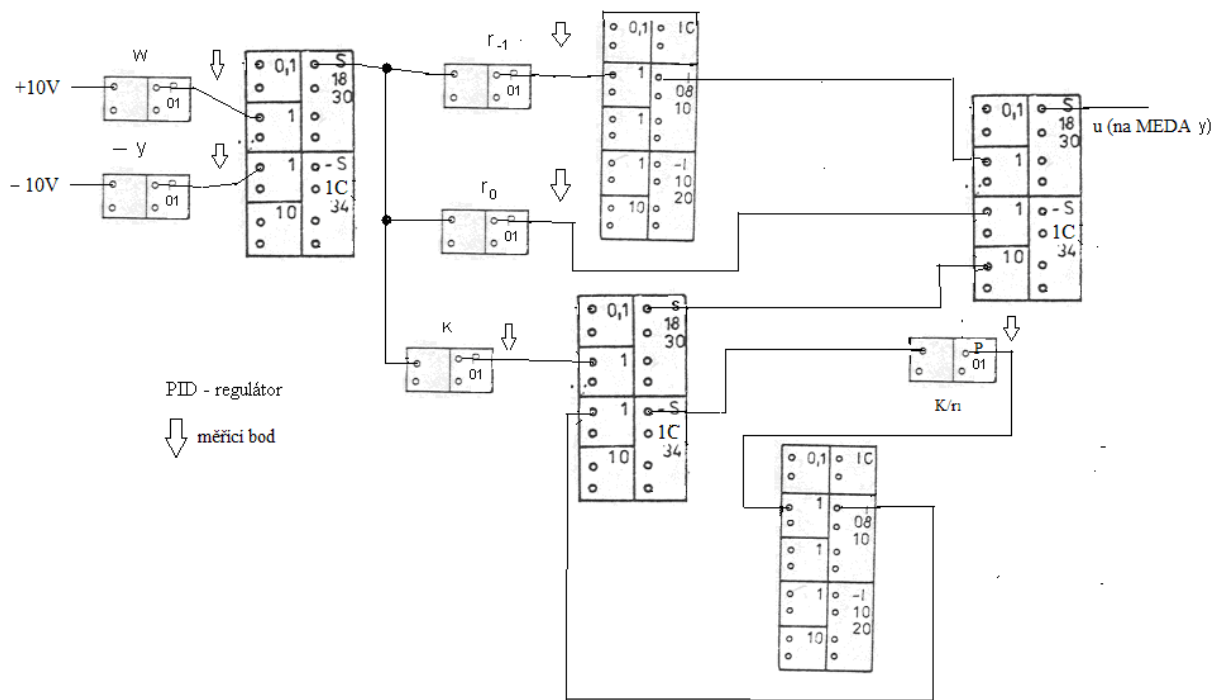
Diferenciální rovnice:

PI: akční veličina $u(t) = r_0 e(t) + r_{-1} \int e(t) dt$ odchylka $e(t) = w(t) - y(t)$

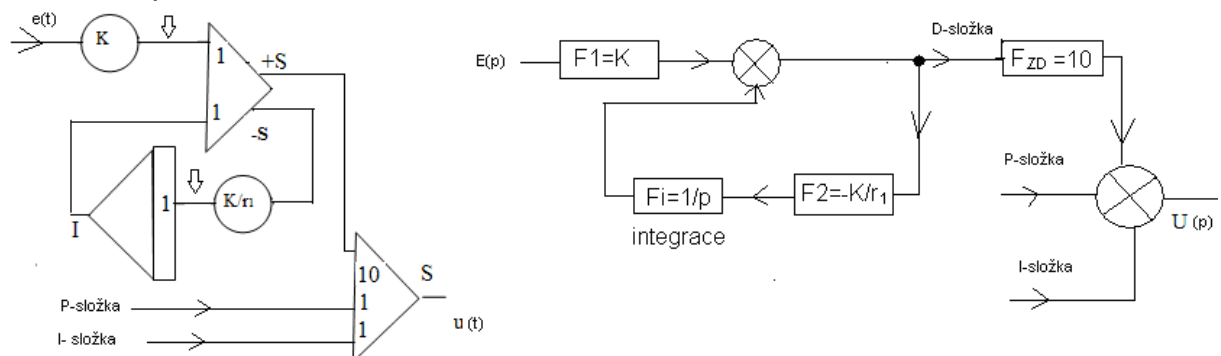
PID: $u(t) = r_0 e(t) + r_{-1} \int e(t) dt + r_1 de(t)/dt$ $e(t) = w(t) - y(t)$

2. Proveďte alespoň 5 měření pro každý regulátor. Regulujte modelové konstanty r_{-1} a r_0, r_1 a dopočítejte konstanty regulátoru Z_R (proporcionální), T_I (integrační) a T_D (derivační). Zobrazte na televizi 5 přechodových charakteristik a ofoťte je do referátu. Pro vybraný řádek tabulky aproximujte přechodovou charakteristiku na papír (podle hodnot konstant a tvaru v měřítku). Pro PI regulátor neuvažujte modelovou konstantu r_1 a D-konstantu T_D .





Protože na MEDě není derivační, nahradíme ho integračním členem, který zapojíme v kladné zpětné vazbě s otočenou fází.



Potřebujeme přenosu D-složky: $F_D = r_1 p$

Přenos I-složky ve schématu je: $F_I = -\frac{K}{r_1 p}$

Pro přenos ZV přenos platí podle algebry blokových schémat: $F_{ZV} = \frac{1}{1 - F_2 F_I}$,

Celkový přenos vytvářející D-složku je: $F = F_1 * F_{ZV} = F_1 \frac{1}{1 - F_2 F_I}$

Tento přenos se musí rovnat požadovanému přenosu F_D . Dosadíme přenosy na obrázku:

$$F_D = \frac{F_1}{1 - F_2 F_I} = \frac{K}{1 + \frac{K}{r_1 p}} = \frac{K}{1 + \frac{K}{r_1 p}} \xrightarrow{\frac{1/k}{1/k}} F_D = \frac{1}{\frac{1}{K} + \frac{1}{r_1 p}}$$

Derivační složku 10X zesílíme na vstupu konečného sumátoru (přenos F_{ZD}), můžeme tedy výraz upravit pro $k \rightarrow \infty$ (velké zesílení D-složky)

$$\lim_{K \rightarrow \infty} (F_D) = \frac{1}{\frac{1}{K} + \frac{1}{r_1 p}} \xrightarrow{\frac{1}{K} \rightarrow 0} \lim_{K \rightarrow \infty} (F_D) = \frac{1}{\frac{1}{r_1 p}} = r_1 p, \text{ což je požadovaný přenos}$$

Diferenciální rovnice namodelovaného PID regulátoru:

$$u(t) = r_0 e(t) + r_{-1} \int_0^t e(t) dt + r_1 \frac{de(t)}{dt}$$

Diferenciální rovnice skutečného PID regulátoru, jehož model tvoříme na MEDA

$$u(t) = Z_R \left[e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(t) dt + T_D \frac{de(t)}{dt} \right] = Z_R e(t) + \frac{Z_R}{T_i} \int_0^t e(t) dt + Z_R T_D \frac{de(t)}{dt}, \text{ kde}$$

Z_R – zesílení regulátoru

T_i - integrační časová konstanta

T_D - derivační časová konstanta

Porovnáním rovnic plyne a dosazením jsou časové

$$r_0 = Z_R$$

$$\text{konstanty: } r_{-1} = \frac{Z_R}{T_i} \rightarrow T_i = \frac{Z_R}{r_{-1}} = \frac{r_0}{r_{-1}}$$

$$r_1 = Z_R T_D \rightarrow T_D = \frac{r_1}{Z_R} = \frac{r_1}{r_0}$$

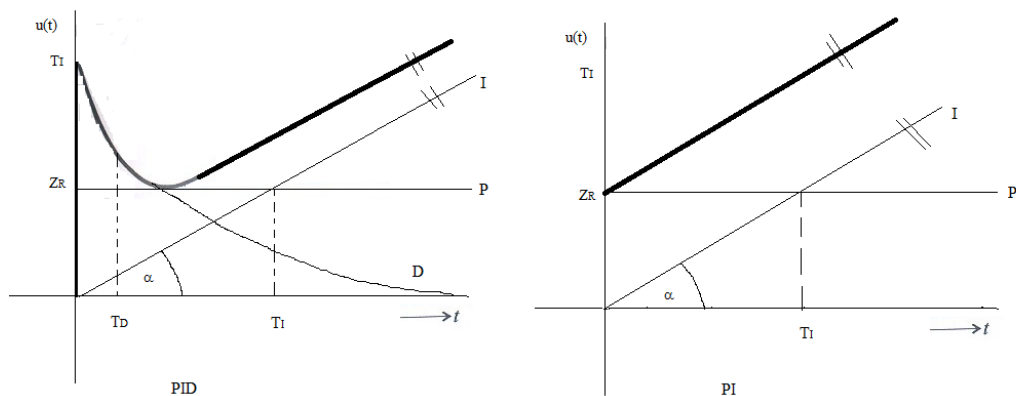
Obecná přechodová charakteristika:

Je grafickým součtem třech dílčích charakteristik

PID: P-složky, D – složky a I-složky

PI: P-složky a I-složky

$$\text{Pro úhel } \alpha: \text{tg}(\alpha) = \frac{Z_R}{T_i} = \frac{r_0}{T_i}$$



Splnění:

Regulujeme potenciometry, změříme jejich hodnotu multimetrem a dopočítáme konstanty a úhel sklonu integrační charakteristiky. Grafy jednotlivých modelů ofotíme a vložíme do referátu jako obrázky.

Vybereme 1 řádek pro každý regulátor a aproximujeme graf.

Č. měř.	w	-y	r_{-1}	r_0	K/r_1	K	r_1	Z_R	T_I	T_D	α
1.	změříme				spočteme						

PI: stejná tabulka, ale změříme pouze w, -y, r_{-1} , $r_0 \rightarrow$ spočteme Z_R , T_I , α

30 Opakování a testování vědomostí

Písemná příprava

PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 30	
Školní rok: 2012/2013	
Obor: Elektrotechnika - Mechatronika	
Předmět: Měření a diagnostika	
Ročník: třetí	
Vyučovací hodina: 88. – 90.	
Zpracoval: Ing. Nechanický Ph.D.	
Název tematického celku: Měření s regulátory.	
Téma vyučovací hodiny: Opakování a testování vědomostí.	
Druh vyučovací hodiny: cvičení.	
Didaktické pomůcky: dataprojektor.	
Vzdělávací cíl: Ověření znalostí studentů.	
Výchovný cíl: Naučit se zodpovědnému chování.	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ VYUČOVACÍ HODINY
a)	Příklady použití PI a PID regulátorů.
b)	Princip simulace na MEDA.
II.	MOTIVACE
a)	Navodit bezstresové prostředí – namotivovat studenty k co nejlepšímu výkonu při testování znalostí.
b)	Snaha o získání dobrého pocitu z dobře odvedené práce.
III.	TESTOVÁNÍ ZNALOSTÍ STUDENTŮ – OKRUHY TÉMAT
a)	Princip a realizace P-regulátoru.
b)	Princip a realizace I-regulátoru
c)	Princip a realizace D-regulátoru.
d)	Princip a realizace PD-regulátoru.
e)	Princip a realizace PI-regulátoru.
f)	Princip a realizace PID-regulátoru.
IV.	SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
a)	Zodpovědění a shrnutí testových otázek..
b)	Oprava testu – zodpovědění nejasností
c)	Prostor pro zajímavosti a technické novinky.
V.	ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU
	Do příští hodiny si připravit otázky k probrané látce – řešení nejasností.
VI.	LITERATURA, PODKLADY, NAVAZUJÍCÍ PŘÍPRAVY APOD.
a)	KLOS, Z. <i>Elektrická měření</i> , Brno: VUT, 1988.
b)	DRECHSLER, R., a kol. <i>Elektrická měření II. – Základní metody</i> , Praha: SNTL, 1973.
c)	KREJČÍ V., KÁBELE J., <i>Elektrotechnické měřicí přístroje a měření</i> , SNTL 1974.
d)	KLESKEŇ, B., <i>Elektrotechnická měření - Měření v elektronice</i> , Praha: SNTL, 1976.

- e) GESCHEITOVÁ, E., a kol. *Měření v elektrotechnice*, Brno: VUT, 1992.
- f) KOLEKTIV AUTORŮ, *Elektrotechnická měření*, Praha: BEN, 2003, 1. vydání.

Související přípravy

Viz. přípravy na cvičení č.28, 29.