 FAKULTA ústav výrobních strojů, STROJNÍHO systémů INŽENÝRSTVÍ a robotiky		<h1>LABORATORNÍ CVIČENÍ</h1> <h2>ELEKTROTECHNIKA A ELEKTRONIKA</h2>	
Jméno: Filip Plachý			Datum měření: 22.2. 2023
Akademický rok: 2022/23	Ročník: 2	Semestr: 4	Datum odevzdání: 28.2. 2023
Přednášková skupina:	Studijní skupina: 2pAIŘ/1	Vyučující: Šubrt Kamil, Ing	Hodnocení:
Číslo úlohy: 3	Název úlohy: Stejnoseměrné obvody a elektronické prvky		

Úkoly cvičení

1. V zadaném stejnosměrném elektrickém obvodu podle obr. 1 změřte proudy ve všech jeho větvích a dále úbytky napětí na jednotlivých prvcích. Takto získané výsledky ověřte výpočtem metodou postupného zjednodušování obvodu.
2. Určete celkový odpor zapojení dle obr. 2 a jeho hodnotu ověřte výpočtem.
3. V zadaném stejnosměrném elektrickém obvodu podle obr. 3 změřte proudy ve všech jeho větvích a výsledky opět ověřte výpočtem metodou Kirchhoffových zákonů.
4. Změřte a nakreslete charakteristiky fotovoltaického panelu $I=f(U)$ a $P=f(U)$.

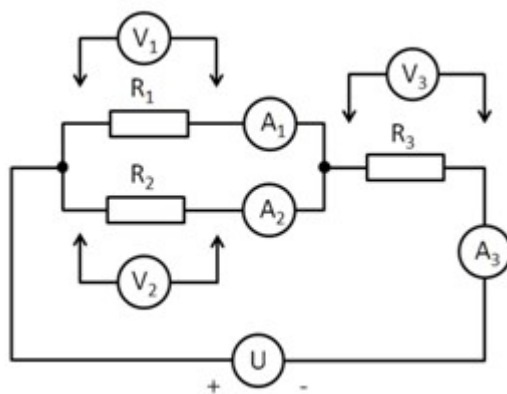
Úkol 1

Metoda postupného zjednodušování

Vybereme rezistory s označením hodnoty R1, R2, R3 a číslicovým multimetrem, změříme jejich přesnou hodnotu odporu. Tyto si zapíšeme do tab. 1. Zapojíme obvod podle obr. 1, a to včetně měřicích přístrojů. Po kontrole zapojení učitelem připojíme obvod ke zdroji stejnosměrného napětí U o hodnotě, kterou změříme. Odečteme proudy tekoucí ampérmetry a potom změříme úbytky napětí na jednotlivých rezistorech. I tyto výsledky si zapíšeme. Metodou postupného zjednodušování obvodu verifikujeme experimentální výsledky výpočtem a nakonec vše vyhodnotíme.

Seznam použitých přístrojů – 4 digitální multimetry laboratoře

Schéma zapojení



Obrázek 1: Schéma zapojení SS obvodu (metoda postupného zjednodušení)

Naměřené hodnoty

R1	R2	R3	I1	I2	I3	U	U1	U2	U3
[Ω]	[Ω]	[Ω]	[A]	[A]	[A]	[V]	[V]	[V]	[V]
8	33,2	34,6	0,087	0,023	0,111	5	0,69	0,79	3,92

Výpočet:

$\sum_{i=1}^n R_i = R$ - pro sériové zapojení

$\sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i} = \frac{1}{R}$ - pro paralelní zapojení

$U = R * I$ – Ohmův zákon

$$R = R_{123} = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2} + R_3 = \frac{8 * 33,2}{8 + 32,2} + 34,6 = 41,05 \text{ [}\Omega\text{]}$$

$$I_3 = \frac{U}{R_{123}} = \frac{5}{41,05} = 0,12180 \text{ [A]} = 121,8 \text{ [mA]}$$

$$U_3 = I_3 * R_3 = 0,1218 * 34,6 = 4,21 \text{ [V]}$$

$$U_{12} = U - U_3 = 5 - 4,21 = 0,79 \text{ [V]}$$

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{0,79}{8} = 0,09875 \text{ [A]} = 98,75 \text{ [mA]}$$

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{0,79}{33,1} = 0,023867 \text{ [A]} = 23,87 \text{ [mA]}$$

Výpočítané hodnoty

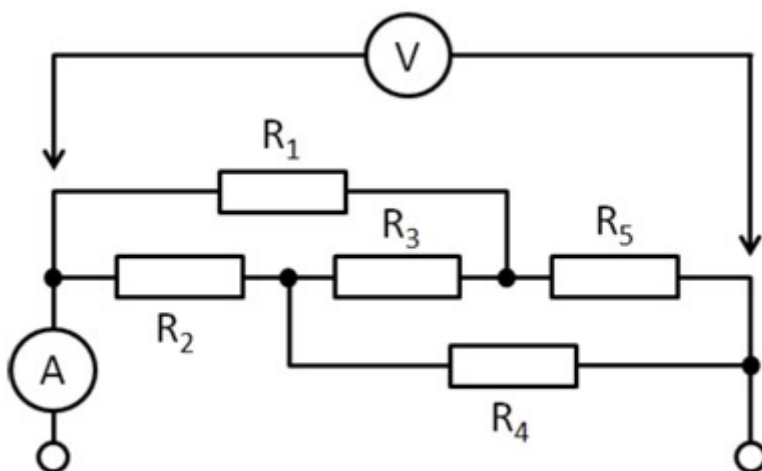
I1	I2	I3	U1	U2	U3
[A]	[A]	[A]	[V]	[V]	[V]
0,09875	0,02387	0,1218	0,79	0,79	4,21

Úkol 2

Metoda transfigurace

Vybereme všechny rezistory zobrazené na obr. 2 a číslicovým multimetrem změříme jejich přesnou hodnotu odporu. Tyto si zapíšeme do tab. 2. Zapojíme obvod podle obr. 2, a to včetně měřicích přístrojů. Po kontrole zapojení učitelem připojíme obvod ke zdroji stejnosměrného napětí. Odečteme proud tekoucí ampérmetrem a potom změříme celkový úbytek napětí na rezistorech. Určíme výsledný odpor zapojení, který výpočtetně ověříme pomocí metody transfigurace. Nakonec vše vyhodnotíme.

Schéma zapojení



Obrázek 2: Schéma zapojení SS obvodu (metoda transfigurace)

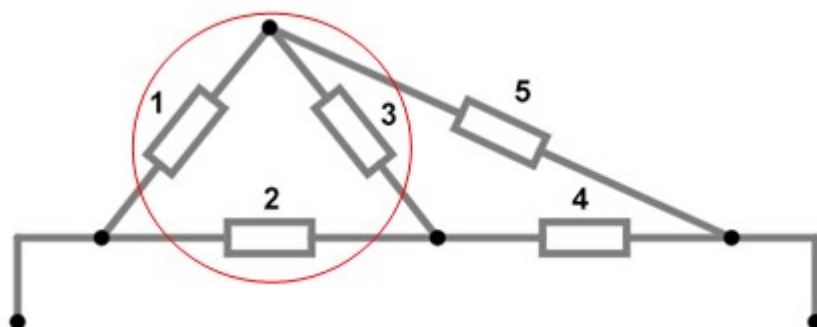
Naměřené hodnoty:

R1	R2	R3	R4	R5	I	U
[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[A]	[V]
32,8	33,6	7,8	32,9	102,7	0,111	4,6

Výpočet

$$R = \frac{U}{I} = \frac{4,6}{0,111} = 41,44 \, \Omega$$

Zjednodušení pomocí trojúhelníku



Obrázek 3: Překreslení zadaného zapojení v konfiguraci „trojúhelník“

$$R_A = R_{12} = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{32,8 * 33,6}{32,8 + 33,6 + 7,8} = 14,85 [A]$$

$$R_B = R_{23} = \frac{R_2 * R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{33,6 * 7,8}{32,8 + 33,6 + 7,8} = 3,53 [A]$$

$$R_C = R_{13} = \frac{R_1 * R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{32,8 * 7,8}{32,8 + 33,6 + 7,8} = 3,45 [A]$$

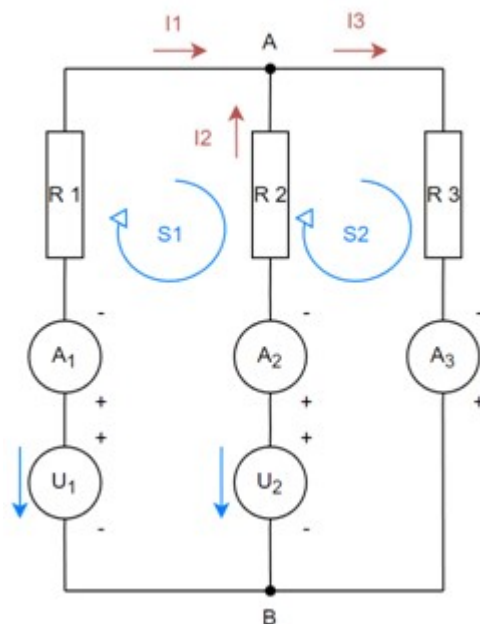
$$R = R_A + \frac{(R_B + R_4) * (R_C + R_5)}{(R_B + R_4) + (R_C + R_5)} = 14,85 + \frac{(3,53 + 32,9) * (3,45 + 102,7)}{(3,53 + 32,9) + (3,45 + 102,7)} = \underline{\underline{41,97 \Omega}}$$

Úkol 3

Metoda Kirchhoffových zákonů

Opět vybereme rezistory s označením R1, R2, R3 a změříme jejich skutečnou hodnotu, tab. 3. Obvod zapojíme dle obr. 3 a po kontrole správnosti zapojení učitelem tento připojíme ke zdrojům stejnosměrného napětí: U1 a U2, jejich hodnoty opět změříme. Dále změříme proudy tekoucí všemi větvemi obvodu a velikost proudů ověříme výpočtem metodou Kirchhoffových zákonů.

Schéma zapojení



Obrázek 4: Schéma zapojení SS obvodu (metoda Kirchhoffových zákonů)

Naměřené hodnoty

R1	R2	R3	I1	I2	I3	U1	U2
[Ω]	[Ω]	[Ω]	[A]	[A]	[A]	[V]	[V]
68,1	17,3	95,4	0,036	-0,135	0,099	7	12,09

Uzel A - $I_1 + I_2 - I_3 = 0$

Smyčka s1 - $-U_1 + U_{R1} - U_{R2} + U_2 = 0 \dots -U_1 + R_1 * I_1 - R_2 * I_2 + U_2 = 0$

Smyčka s2 - $-U_2 + U_{R2} + U_{R3} = 0 \dots -U_2 + R_2 * I_2 + R_3 * I_3 = 0$

3 rovnice o 3 neznámých

Úprava Pomocí matice:

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & -1 \\ R_1 & -R_2 & 0 \\ 0 & R_2 & R_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ U_1 - U_2 \\ U_2 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 68,1 & -17,3 & 0 \\ 0 & 17,3 & 95,4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 7 - 12,09 \\ 12,09 \end{pmatrix}$$

Výsledky pomocí Photomathu:

$$I_1 = -0,0390 \text{ [A]}$$

$$I_2 = 0,140 \text{ [A]}$$

$$I_3 = 0,1012 \text{ [A]}$$

Úkol 4

Volt-ampérová a výkonová char. PV článku

Změřte Volt-ampérovou charakteristiku PV článku pro tři různé intenzity osvětlení a graficky znázorněte v jednom grafu V-A křivky pro jednotlivá osvětlení a v druhém grafu výkonové křivky. Zdrojem světla je LED modul, který je napájen ze zdroje napětí přes regulátor proudu. Velikost proudu LED modulem je měřen na ampérmetru Az. Osvícený fotovoltaický článek generuje napětí U a podle velikosti zátěže protéká obvodem proud I . Zátěž je možné regulovat od 0 do cca 1200Ω . Schéma elektrického zapojení je na obr 4.

Naměřené hodnoty

$$\text{Výkon } P = U * I$$

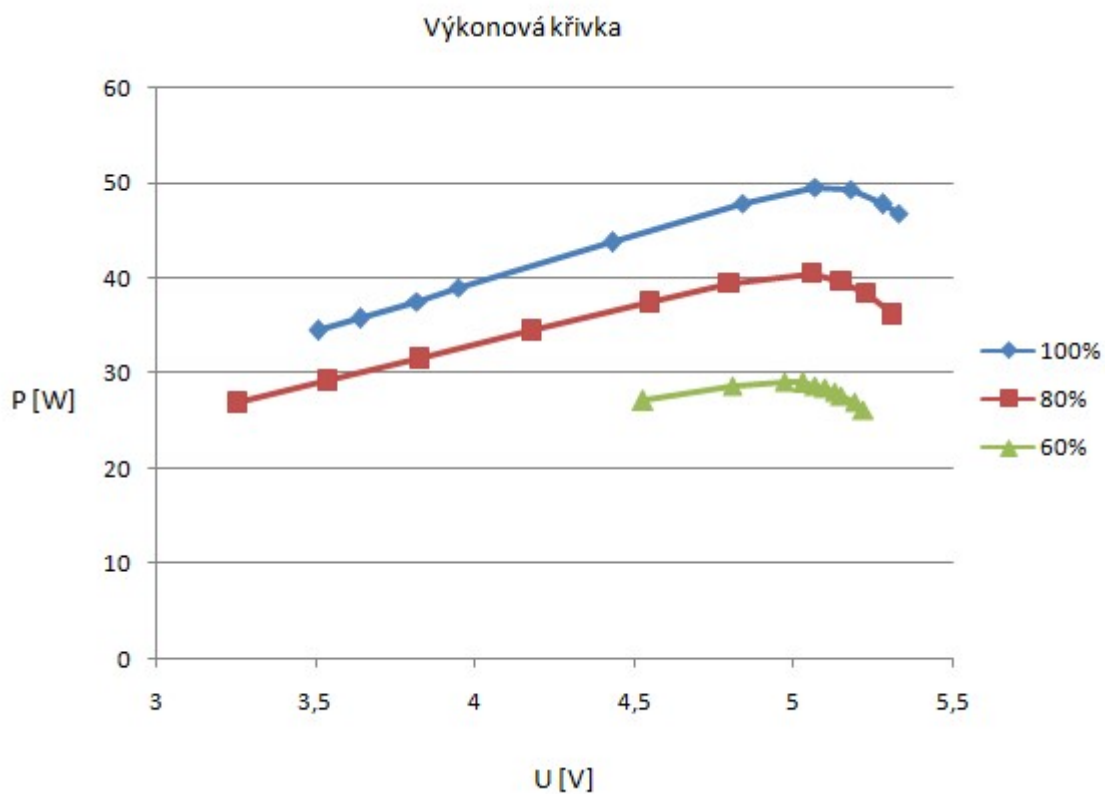
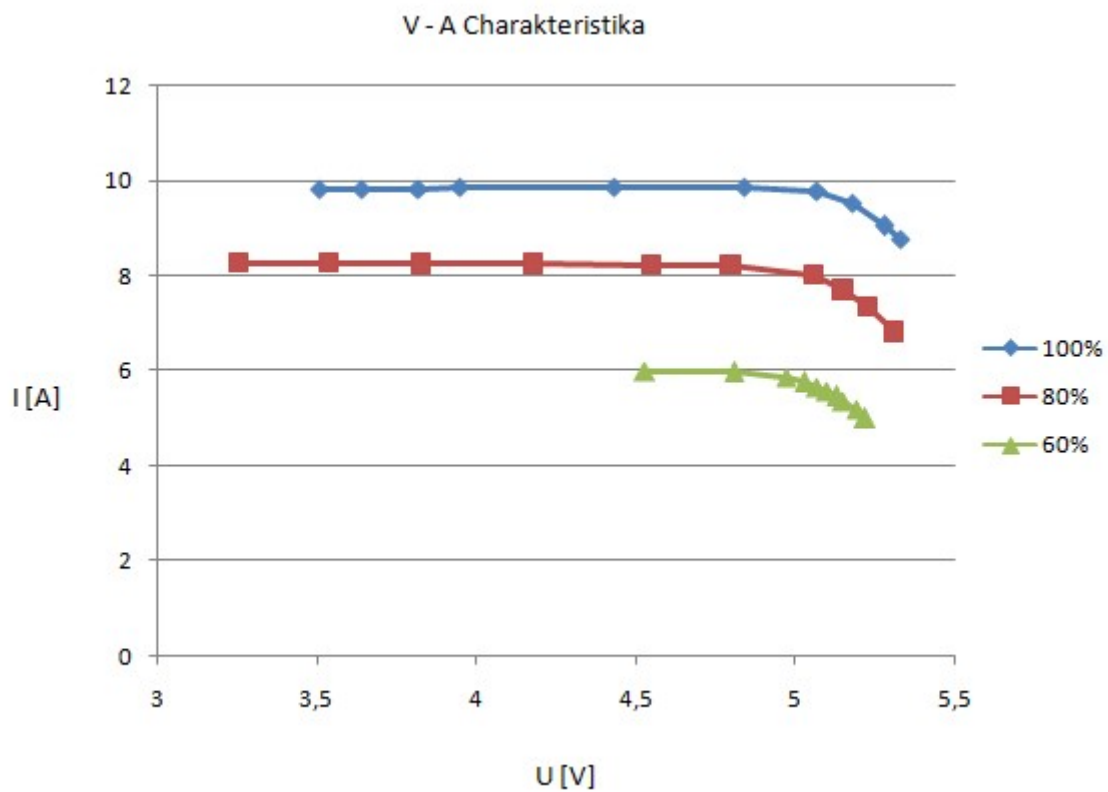
Osvícení 100% - $I_z = 100$		
U[V]	I[A]	P[W]
5,33	8,78	46,7974
5,28	9,04	47,7312
5,18	9,53	49,3654
5,07	9,78	49,5846
4,84	9,87	47,7708
4,43	9,87	43,7241
3,95	9,87	38,9865
3,82	9,83	37,5506
3,64	9,82	35,7448
3,51	9,82	34,4682

Osvícení 80% - $I_z = 83 \text{ mA}$		
U[V]	I[A]	P[W]
5,31	6,81	36,1611
5,23	7,34	38,3882
5,15	7,7	39,655
5,06	8,01	40,5306

4,8	8,21	39,408
4,55	8,23	37,4465
4,18	8,24	34,4432
3,83	8,24	31,5592
3,54	8,25	29,205
3,26	8,26	26,9276

Osvícení 60% - $I_z = 61 \text{ mA}$		
U[V]	I[A]	P[W]
5,22	5	26,1
5,19	5,19	26,9361
5,15	5,36	27,604
5,13	5,46	28,0098
5,1	5,57	28,407
5,07	5,65	28,6455
5,03	5,76	28,9728
4,97	5,87	29,1739
4,81	5,97	28,7157
4,53	5,99	27,1347

Grafy:



Závěr

1. Metoda postupného zjednodušování – Úloha pojednává o rozdílu mezi vypočítanými a naměřenými proudy a odpory. Měřená hodnota bude vždy nabývat nejistot v podobě

nedokonalostí měřicího stroje, odporu spojovacích drátů atd. Naměřené hodnoty vyšly relativně přesně krom I_1 a U_1 , kde nejspíš došlo k chybě měření.

2. Metoda transfigurace – Cílem úlohy bylo porovnat odpory. Jeden pomocí naměřeného celkového proudu a napětí. Druhý zjednodušením schématu pomocí transfigurace (pomocí metody „trojúhelníku“. Hodnoty se liší o půlku ohmu, což je v našem měřítku relativně malý rozdíl.
3. Metoda Kirchhoffových zákonů – Úloha opět porovnávala vypočítané a neměřené hodnoty. Tentokrát se pro výpočet použili Kirchhoffovy zákony, kdy jsem si určil jeden uzel a 2 smyčky (viz obrázek). Hodnoty jsou si podobné, krom přehozených znamének, které byli způsobeny směrem měření multimetrem.
4. $V - A$ a Výkonová charakteristika PV článku – U téhle úlohy jsme bohužel ve skupině udělali chybu ve měření. Špatně jsme pochopili to, že se máme zaměřit okolo maxima. Takže místo toho, abychom naměřili hodnoty v celé škále, tak jsme měřili čistě JENOM okolo maximálního bodu.