



ČVUT
ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ
KATEDRA FYZIKY

LABORATORNÍ CVIČENÍ Z FYZIKY

Jméno

Viktor Procházka

Datum měření

15.4.2024

Semestr

Letní 2024

Ročník

1.

Datum odevzdání

Studijní skupina

16

Laboratorní skupina

104-1L

Klasifikace

Číslo úlohy

9

Název úlohy

Měření charakteristik palivového článku

Obsah

Obsah.....**Error! Bookmark not defined.**

1. Úkol měření	2
2. Seznam použitých přístrojů	2
3. Tabulky naměřených hodnot, zpracování	3
Voltampérová charakteristika PEM elektrolyzéro.....	3
Výpočet rozkladného napětí elektrolyzéro	3
Voltampérová charakteristika palivového článku	3
Nejistoty:	3
Výsledky.....	4
4. Graf(y)	4
Graf 1:	4
Graf 2:	4
5. Zhodnocení výsledku měření	5
6. Seznam použité literatury	5
7. Kopie záznamu s naměřenými hodnotami	5

1. Úkol měření

Prvním úkolem bylo proměřit voltampérovou charakteristiku PEM elektrolyzéro, sestrojít graf a extrapolací určit rozkladné napětí elektrolyzéro.

Druhým úkolem bylo proměřit zatěžovací voltampérovou charakteristiku PEM palivového článku, sestrojít graf a odhadnout maximální výkon, který lze z článku odebírat.

2. Seznam použitých přístrojů

Přístroj (počet)	Typ	Přesnost	Výrobce	Použitý rozsah
Multimetr (2x) (použit k měření napětí)	MY65	+ - 3 digity + 0.1 % z údaje	Mastech	0-20 V
Multimetr (2x) (použit k měření proudu)	MY65	+ - 10 digitů +2 % z údaje	Mastech	0.001-10 A
Elektrolyzér				
Palivový článek				
Regulovatelný zdroj				
Rezistory (4x, 1x, 4x)	1 Ω , 2 Ω , 10 Ω	+ -2 %		
Rezistory (2x)	5 Ω	+ -5 %		

3. Tabulky naměřených hodnot, zpracování

Voltampérová charakteristika PEM elektrolyzátoru

Nejdříve jsme si změřili za pomoci multimetrů voltampérovou charakteristiku PEM elektrolyzátoru.

Zde je 8 hodnot co jsme si změřili:

U(V)	2,800	2,609	2,504	2,404	2,316	2,117	1,959	1,730
I(A)	2.021	1,765	1,572	1,343	1,132	0,894	0,691	0,469

Účelem tohoto měření bylo získat data, která jsou nutná pro výpočet **rozkladného napětí elektrolyzátoru**.

Výpočet rozkladného napětí elektrolyzátoru

Zadal jsem změřené hodnoty do serveru planck.fel.cvut.cz/praktikum a po proložení přímkou získám:

$$I = a_0 + a_1 U \text{ [A]}$$

Kde $a_0 = -2.27$ a $a_1 = 1.52$

Viz Graf 1.

Rozkladné napětí je tam, kde protíná přímka osu proudu, tudíž $I = 0$. Po dosazení do předchozí rovnice vyšlo **rozkladné napětí: $U = 1.49 \text{ V}$** .

Proložení přímky grafem vyšla nejistota typu b: $u_b = \pm 0.058 \text{ V}$.

Voltampérová charakteristika palivového článku

Poté jsme změřili napětí a proud samotného palivového článku a vyzkoušeli jsme 12 různých zapojení rezistorů, abychom vytvořili co největší rozsah hodnot.

U(V)	0,846	0,828	0,802	0,782	0,748	0,729	0,703	0,632	0,441	0,272	0,174	0,107
I(A)	0,020	0,028	0,040	0,051	0,074	0,089	0,116	0,155	0,217	0,262	0,328	0,380
R(Ω)	40	30	20	15	10	8	6	4	2	1	0,5	0,25

Výkon získáme ze vzorce **$P = U \times I \text{ [W]}$** (pro DC). Dosazením hodnot získáme:

$$P = 0.632 * 0.155 = 97.96 \text{ [mW]}$$

Maximální výkon je 97.96 mW.

Nejistoty:

Nejistota typu B:

$$\text{Multimetr (V): } U_b = \frac{n \text{ digitů} + \% \text{ naměřené hodnoty}}{\sqrt{3}} = \frac{0.001 * 0.632 + 0.003}{\sqrt{3}} = + - 0.0021 \text{ V}$$

$$\text{Multimetr (A): } I_b = \frac{n \text{ digitů} + \% \text{ naměřené hodnoty}}{\sqrt{3}} = \frac{0.02 * 0.155 + 0.01}{\sqrt{3}} = + - 0.0076 \text{ A}$$

Nejistota typu C:

$$u^2(Z) = y^2 * u^2(X) + x^2 * u^2(Y) = (0.155 * 0.021)^2 + (0.632 * 0.076)^2 = + - 2.44 * 10^{-8} \text{ [W]}$$

$$u(C) = \sqrt{2.44 * 10^{-8}} = 0.00016 \text{ [W]} = 0.16 \text{ [mW]}$$

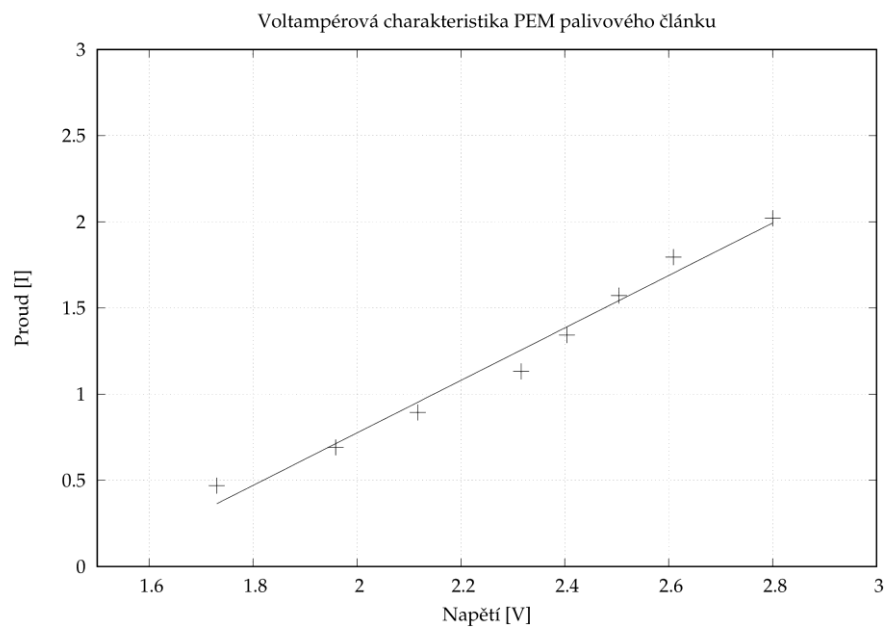
Výsledky

Rozkladné napětí elektrolyzáru: $U = (1.49 \pm 0.058) \text{ V}$

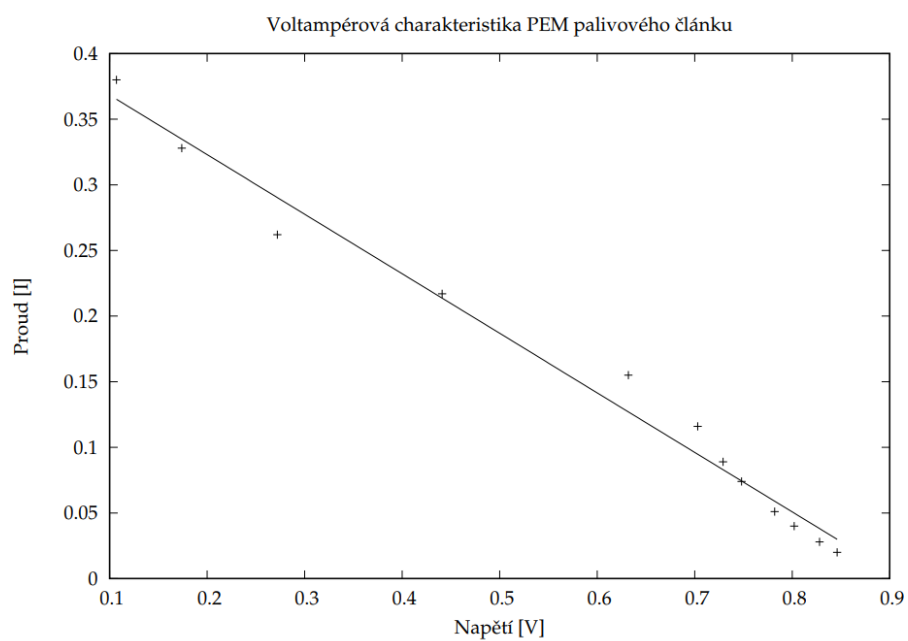
Odhadovaný maximální výkon: $P = (97.96 \pm 0.16) \text{ mW}$

4. Graf(y)

Graf 1:



Graf 2:



5. Zhodnocení výsledku měření

Pomocí grafické analýzy voltampérové charakteristiky elektrolyzáru jsme určili rozkladné napětí metodou lineární regrese. Toto napětí činí (1.49 ± 0.058) V. Také jsme určili maximální výkon palivového článku, který činí (97.96 ± 0.16) mW při odporu 4Ω .

Nepřesnosti v měření vznikly především z odchylek multimetrů, a kdybychom počkali déle při měření, než se ustálí hodnoty. Také jsme mohli udělat více měření s podobnými hodnotami odporů, a tím bychom pravděpodobně získali přesnější hodnotu maximálního výkonu palivového článku.

Kdybychom chtěli ze zdroje dostat vyšší výkon, museli bychom použít výkonnější elektrolyzáru, aby stihl zásobovat zdroj vodíkem.

6. Seznam použité literatury

1. Měření charakteristik palivového článku, na webu:
<https://planck.fel.cvut.cz/praktikum/downloads/navody/pemchar.pdf>
2. Zpracování fyzikálních měření, na webu:
<https://planck.fel.cvut.cz/praktikum/downloads/navody/zpracdat.pdf>
3. Server planck (viz odkaz ve výpočtu)

7. Kopie záznamu s naměřenými hodnotami

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2	Dvě platné cifry				Měření VA charakteristiky palivového článku		
3	Měření elektrolyzáru Pro 5V				Napětí naprázdno (V)		0.932
4	Voltampérová charakteristika				Voltampérová charakteristika		
5	U(V)	I(A)	Nastavení omezovače	Výkon (mW)	U(V)	I(A)	Odpor (Ohm)
6	2.800	2.021	2A	16.92	0.846	0.020	40
7	2.609	1.765		23.184	0.828	0.028	30
8	2.504	1.572		32.08	0.802	0.040	20
9	2.404	1.343		39.882	0.782	0.051	15
10	2.316	1.132		55.352	0.748	0.074	10
11	2.117	0.894		64.881	0.729	0.089	8
12	1.959	0.691		81.548	0.703	0.116	6
13	1.730	0.469		97.96	0.632	0.155	4
14				95.697	0.441	0.217	2
15				71.264	0.272	0.262	1
16				57.072	0.174	0.328	0.5
17				40.66	0.107	0.38	0.25
18							
19							