

1 Úkol

1. Změřte V-A charakteristiky magnetronu při konstantním magnetickém poli. Rozsah napětí na magnetronu volte 0-200V (s minimálním krokem 0.1-0.3 V v oblasti skoku). Proměřte 10-15 charakteristik v rozsahu magnetizačních proudů 0-2.5i A.
2. Pro každou naměřenou charakteristiku (při daném magnetickém poli) určete hodnotu kritického napětí (např. numerickou derivací). Získané hodnoty zpracujte graficky a určete z nich měrný náboj elektronu. Diskutujte přesnost výsledku.
3. Z naměřeného souboru dat vytvořte jeden graf závislosti anodového proudu magnetronem I_A na magnetické indukci B při konstantním anodovém napětí U_A a popište jej.

2 Teorie

Magnetron je zařízení, které je principiálně elektronka s koncentrickou geometrií uvnitř magnetického pole mířícím s osou elektronky. V závislosti na velikosti magnetického pole, popř anodového napětí, poté můžeme zkoumat anodový proud.

Měrný náboj částice je definován jako podíl náboje a hmotnosti částice. V této úloze se dá spočítat dle vzrahu

$$\frac{e}{m_e} = \frac{8U_{A,kr}}{B_{kr}^2 r_A^2} \frac{1}{\left(1 - \frac{r_K^2}{r_A^2}\right)^2}, \quad (1)$$

kde $U_{A,kr}$ je hodnota kritického napětí, B_{kr} kritická magnetická indukce a r poloměry anody a katody.

Velikost magnetické indukce pole vytvořeným dvojicí cívek v Helmutzově uspořádání je roven

$$B = \frac{8\mu_0}{5\sqrt{5}} \frac{NI_m}{\rho_0} \left(1 - \frac{b^2}{15\rho_0^2}\right), \quad (2)$$

kde I_m je magnetizační proud, ρ poloměr cívky, a b její šířka.

3 Měření

Nejprve jsem proměřil VA charakteristiky magnetronu. Nejprve jsem hrubým krokem 5 V našel skok. Následně jsem tento skok proměřil s krokem 0.1 V. Za pomoci programu Oracle jsem našel maximum derivace, které odpovídalo hodnotě kritického napětí. Charakteristiky jsem zanesl do grafů (1) až (12). Hodnoty kritických napětí jsou v tabulce 1.

I_m/A	U_k/V
0.5	8.1 ± 1.0
0.7	16.4 ± 1.0
1.0	33.4 ± 0.5
1.1	40.1 ± 0.7
1.3	55.6 ± 1.0
1.5	73.5 ± 0.3
1.7	93.6 ± 0.3
1.9	114.7 ± 0.3
2.1	136.5 ± 0.2

Tabulka 1: Tabulka kritických napětí

Hodnoty z tabulky 1 jsem vynesl do grafu 13, kde jsem se tyto hodnoty pokusil proložit závislostí danou vztahem 1. Program gnuplot však křivku proložil, ale chyba fitu je doslova astronomická. Dopočtená hodnota měrného náboje

$$\frac{e}{m_0} = 173.9 \text{C} \cdot \text{kg}^{-1}, \quad (3)$$

což se od teoretické hodnoty liší o celých 9 řádů.

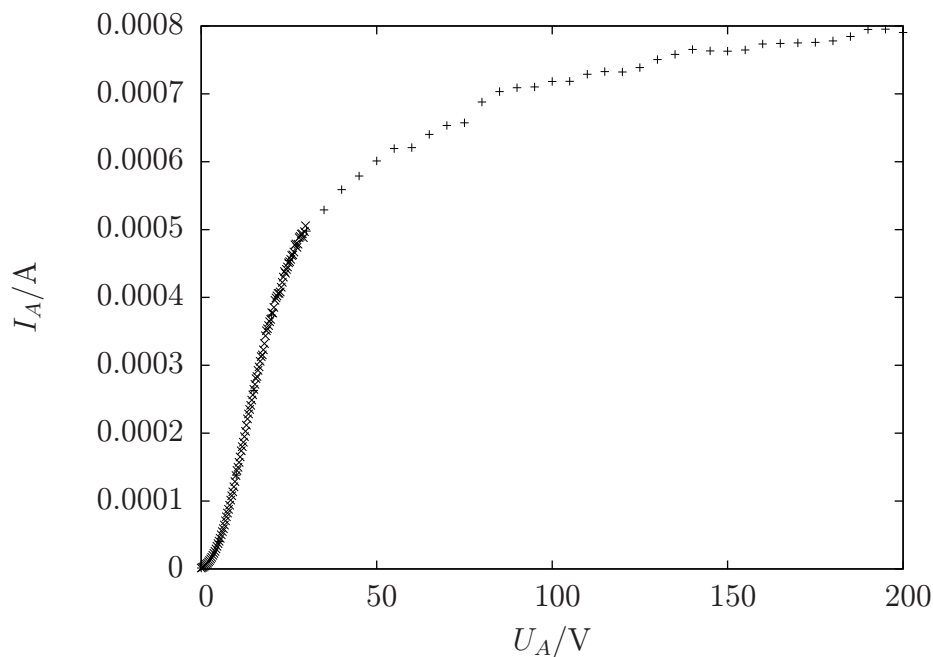
Nakonec jsem z naměřených dat sestrojil graf závislosti anodového proudu magnetronem na magnetizačním proudu při konstantním anodovém napětí, který je na obrázku 14. Důvod změny nezávislé proměnné je uveden v diskuzi.

4 Diskuze

Jak je vidět na grafech, naměřené hodnoty odpovídají teoretickému předpokladu. Ne-očekávanou odchylkou je "kopec", který je těsně před kritickým napětím. Při nižším magnetizačním proudu byl nevýrazný, ale k závěru překryl toto napětí a proto nebylo možné ho určit.

Při určování měrného náboje došlo k velmi hrubé chybě. Když vyloučím chybu na mé straně, kterou se mi nepodařilo odhalit, zbývají jen dvě možné alternativy. Zaprvé parametry měřícího přístroje řádově nedpovídají údajům uvedeným v [1]. Za druhé by nosiče náboje museli být velmo hmotné. Výsledek odpovídá iontům poměrně těžkých prvků, kterým sice Wolfram je, ale nemůžeme očekávat, že by bylo možné vythávat takovéto ionty z anody. Nejpravděpodobnější je tedy (po chybě ve zpravocání) jiná sada cívek použitá pro vytváření magnetického pole, případně použití jádra.

Z důvodu nejistoty při určení magnetické indukce jsem poslední graf ze zadání raději vynesl v závislosti na magnetizačním proudu. To nemá na fyzikální význam grafu žádný vliv, protože se jedná pouze o přeškálování konstantou.



Obrázek 1: Graf závislosti anodového proudu na napětí při magnetizačním proudu 0A.

5 Závěr

Změřil jsem VA charakteristiku magnetronu pro různé magnetizační proudy. Výsledky jsou na obrázcích (1) až (12)

Určil jsem hodnoty kritických napětí, které jsou shrnuty v tabulce 1.

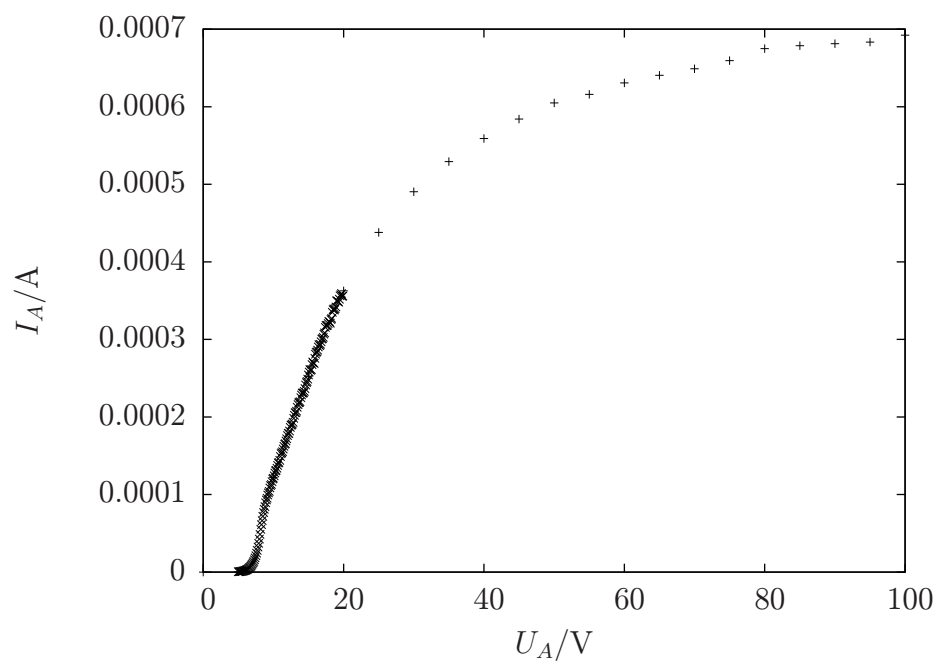
Nepodařilo se mi určit hodnotu měrného náboje elektronu.

Setrojl jsem graf závislosti anodového proudu na proudu magnetizačním pro různá anodová napětí, který je na obrázku 14.

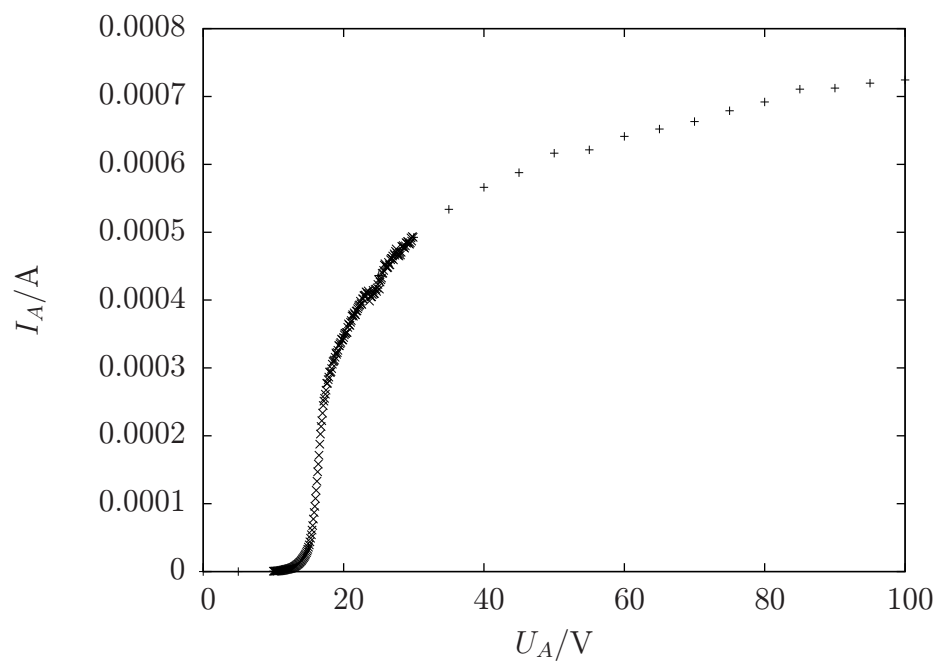
Reference

[1] **Studijní text na praktikum IV**

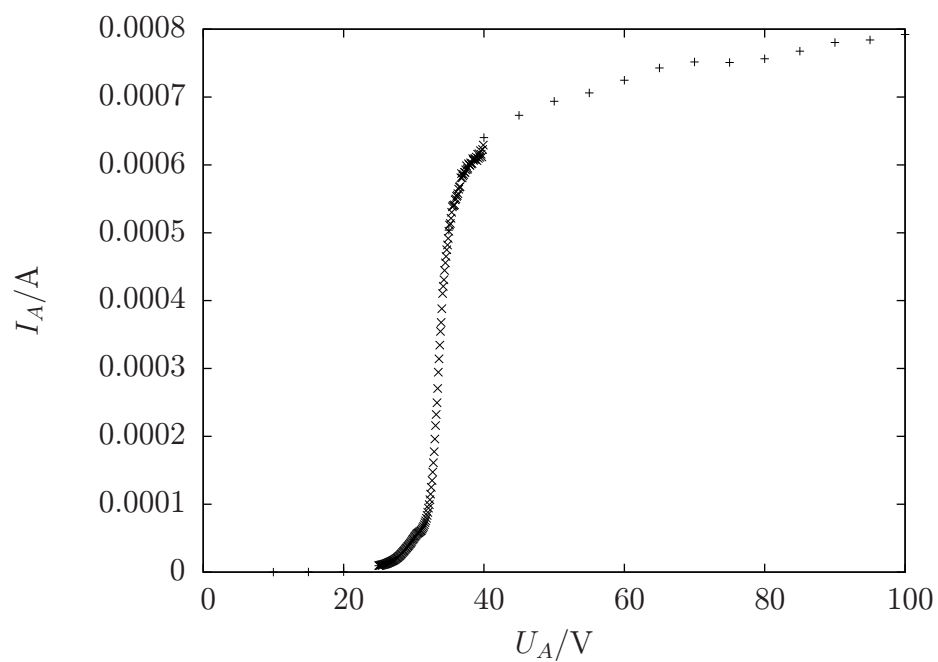
http://physics.mff.cuni.cz/vyuka/zfp/txt_414.pdf (21. 11. 2012)



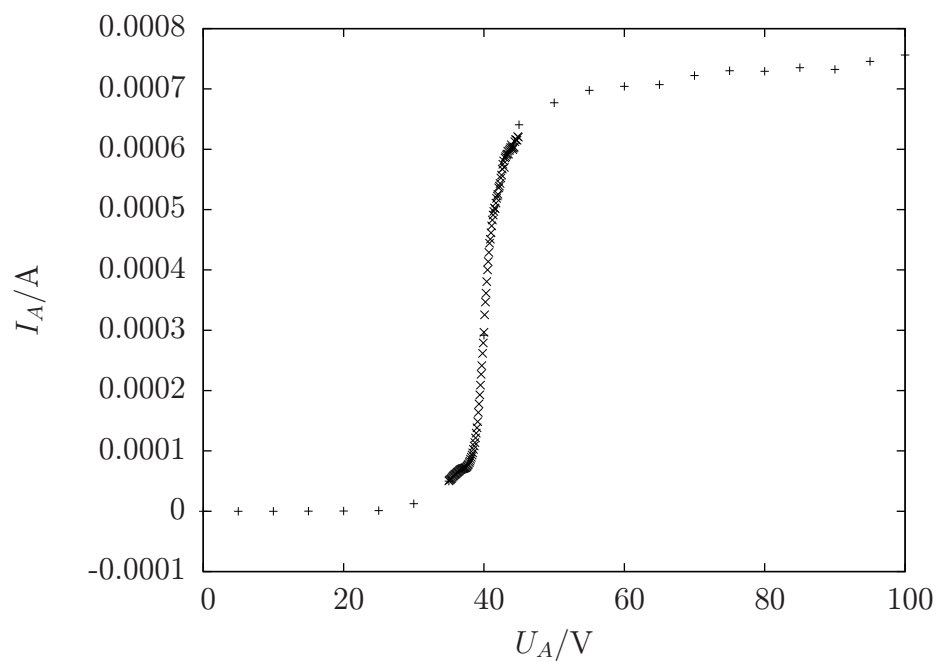
Obrázek 2: Graf závislosti anodového proudu na napětí při magnetizačním proudu 0.5A.



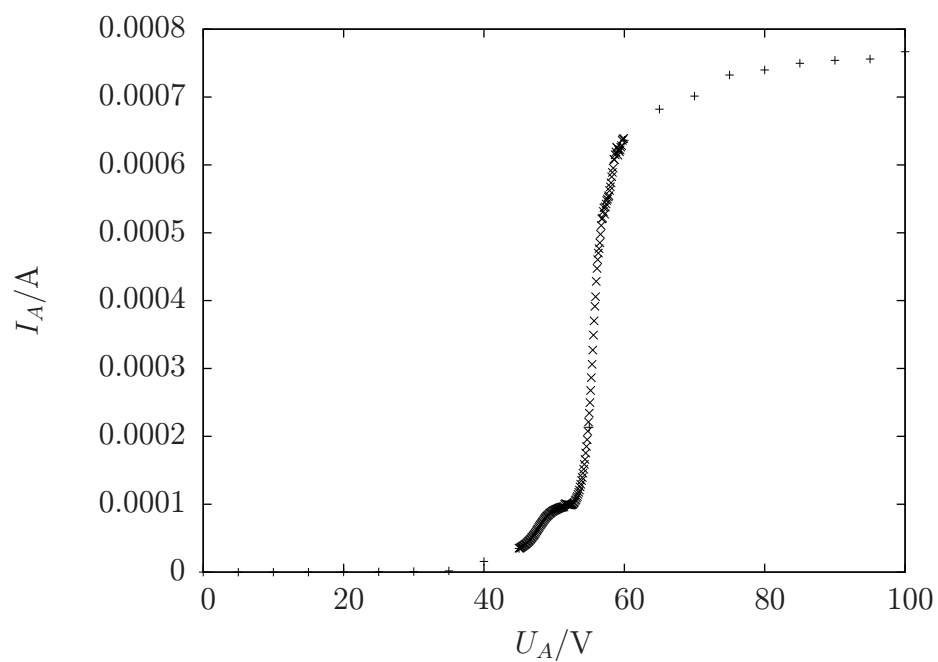
Obrázek 3: Graf závislosti anodového proudu na napětí při magnetizačním proudu 0.7A.



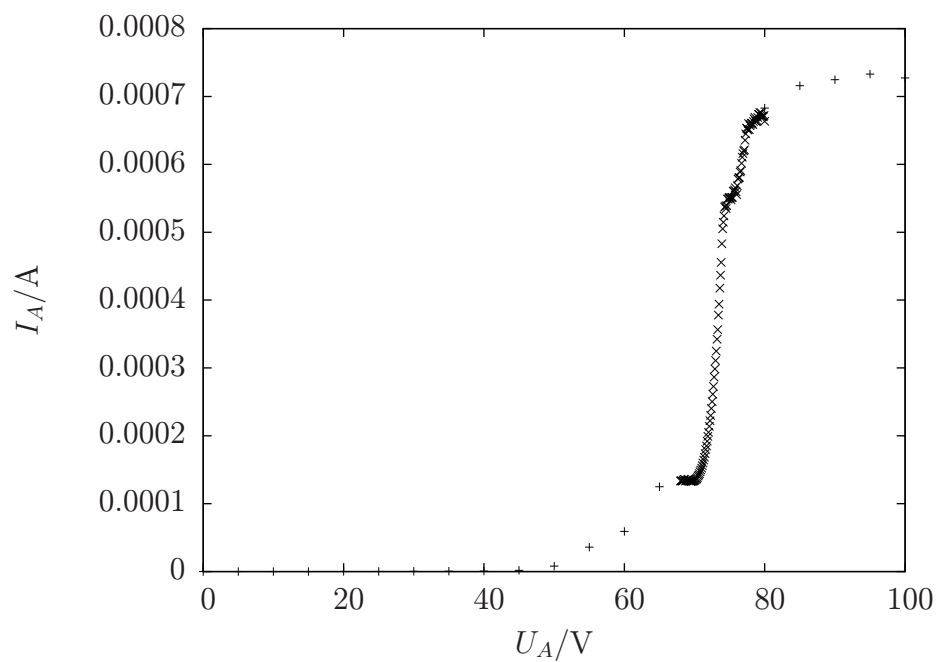
Obrázek 4: Graf závislosti anodového proudu na napětí při magnetizačním proudu 1A.



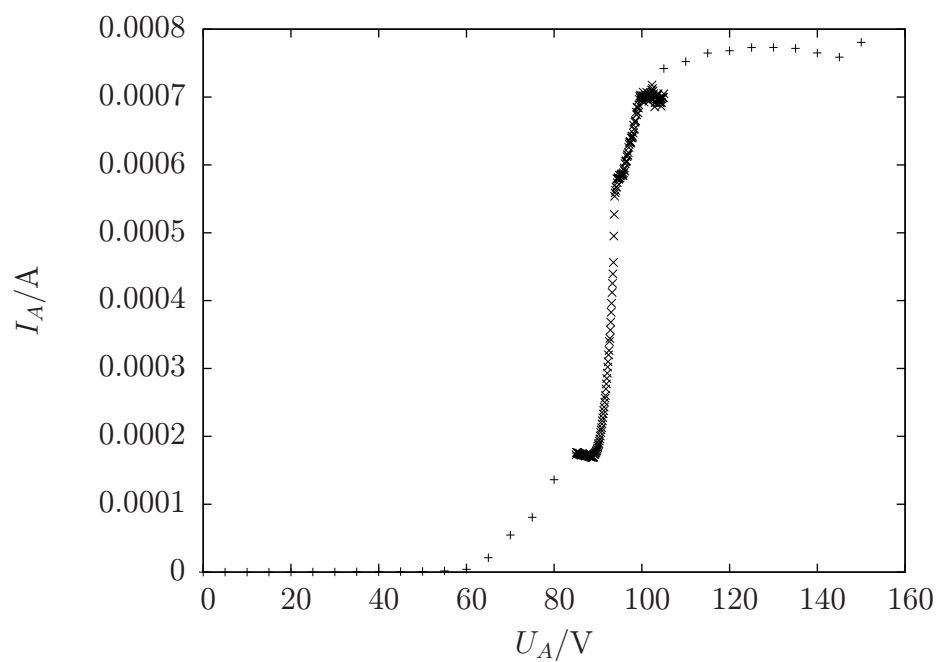
Obrázek 5: Graf závislosti anodového proudu na napětí při magnetizačním proudu 1.1A.



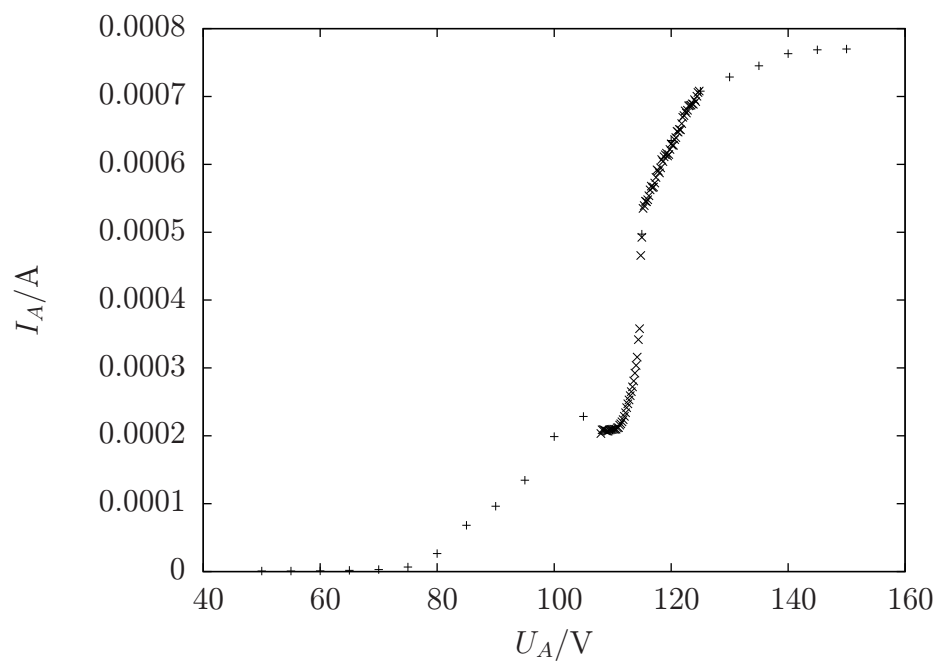
Obrázek 6: Graf závislosti anodového proudu na napětí při magnetizačním proudu 1.3A.



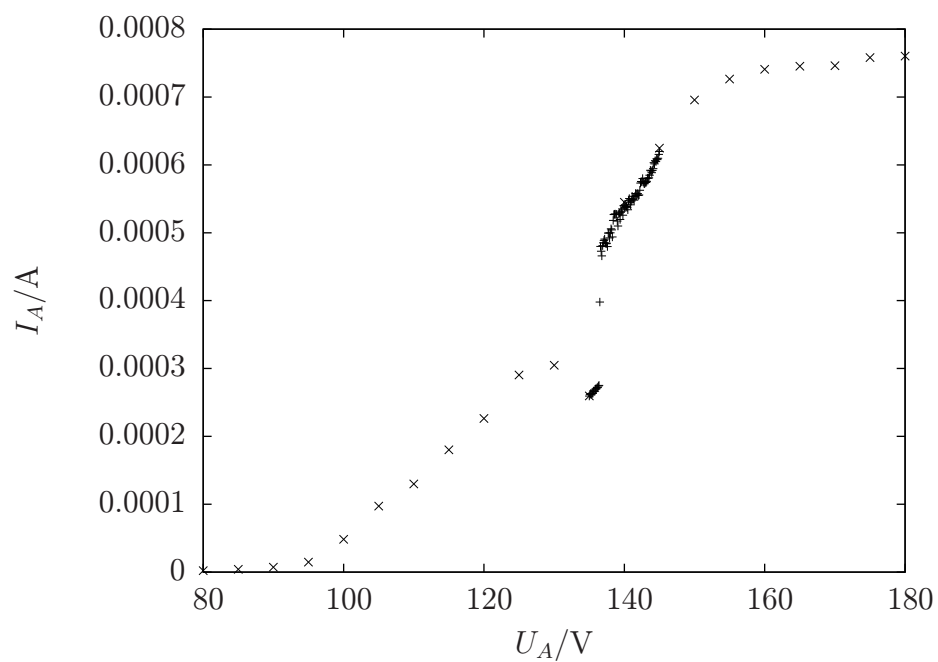
Obrázek 7: Graf závislosti anodového proudu na napětí při magnetizačním proudu 1.5A.



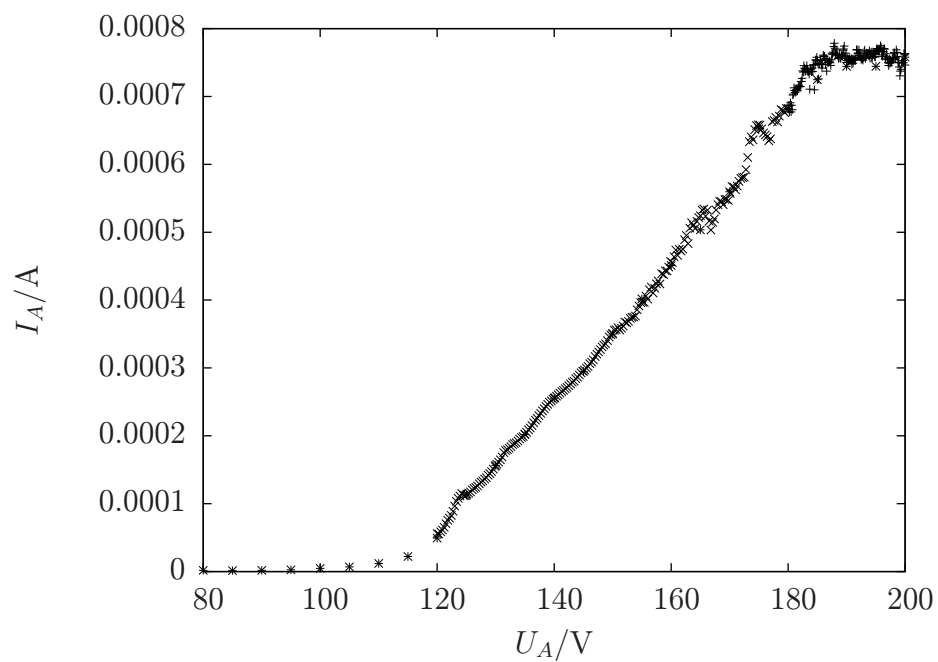
Obrázek 8: Graf závislosti anodového proudu na napětí při magnetizačním proudu 1.7A.



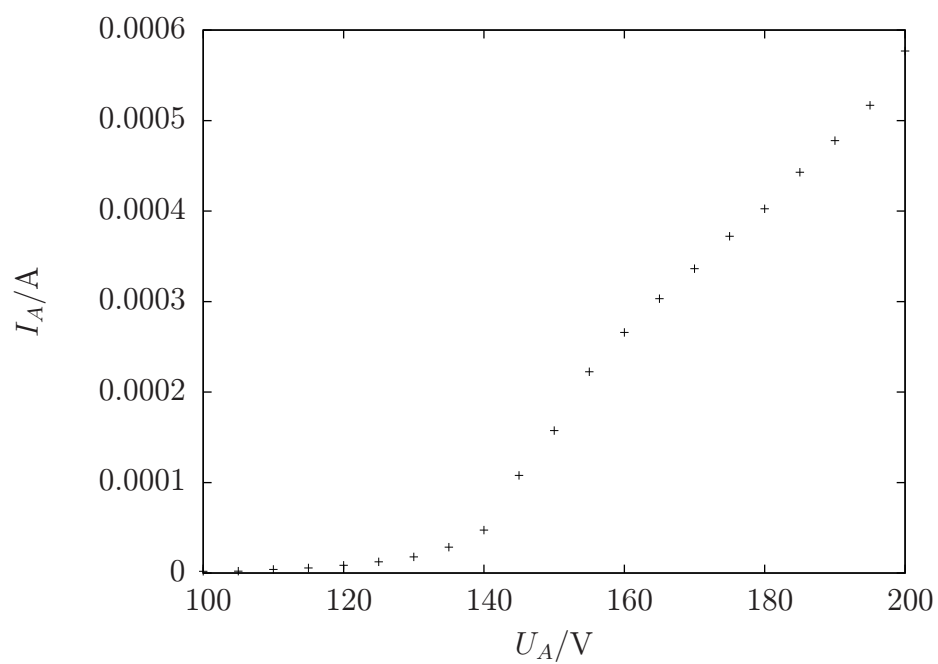
Obrázek 9: Graf závislosti anodového proudu na napětí při magnetizačním proudu 1.9A.



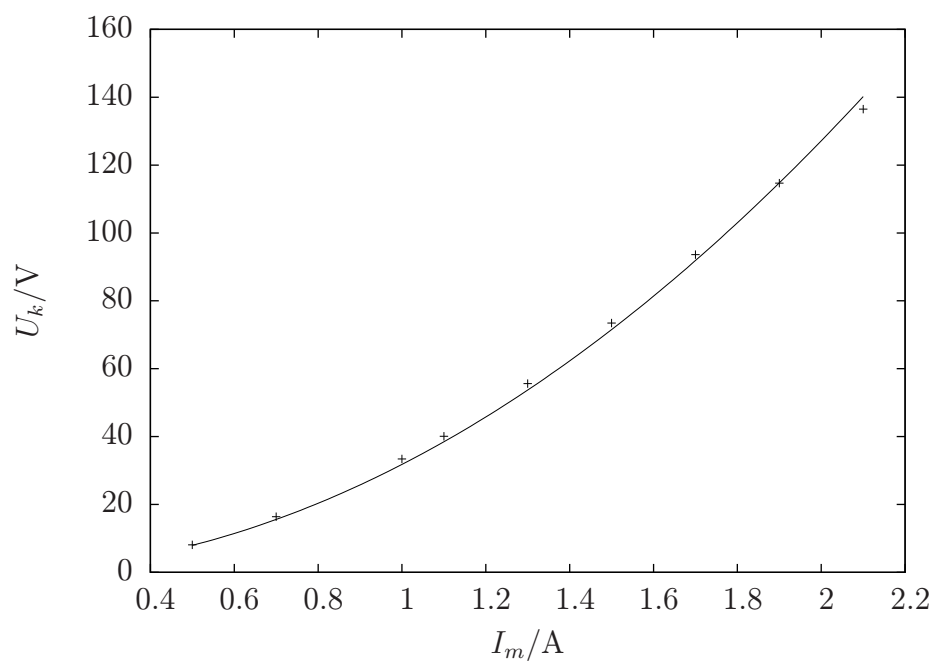
Obrázek 10: Graf závislosti anodového proudu na napětí při magnetizačním proudu 2.1A.



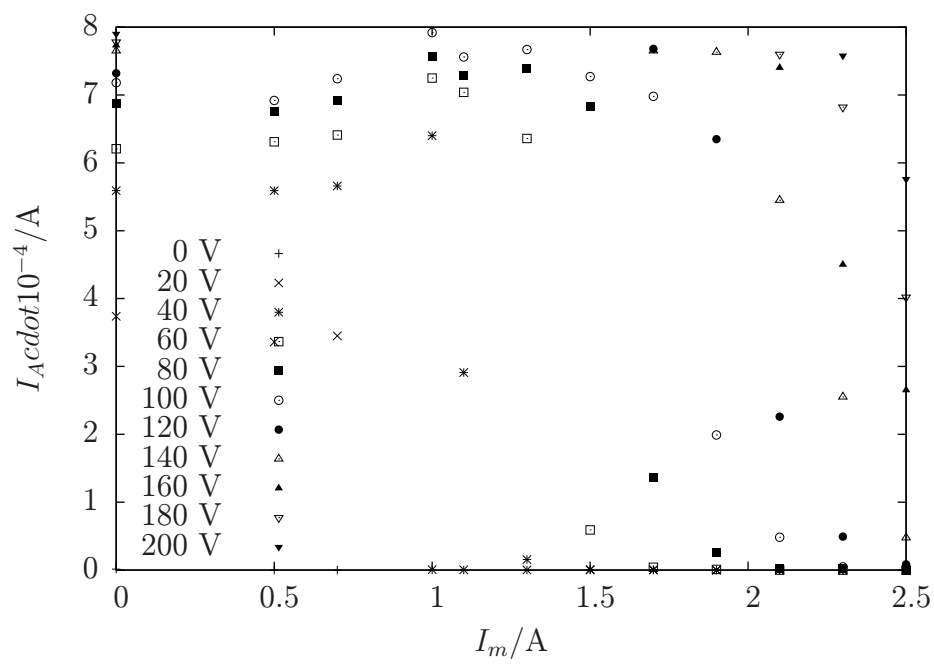
Obrázek 11: Graf závislosti anodového proudu na napětí při magnetizačním proudu 2.3A.



Obrázek 12: Graf závislosti anodového proudu na napětí při magnetizačním proudu 2.5A.



Obrázek 13: Graf závislosti kritického napětí na magnetizačním proudu s proloženou teoretickou závislostí.



Obrázek 14: Graf závislosti anodového proudu na magnetizačním proudu pro konstantní anodové napětí.