

Tomografická rekonstrukce profilu vyzařování plazmatu na tokamaku GOLEM

Obhajoba diplomové práce

Autor: Bořek Leitl

Vedoucí práce: Ing. Vojtěch Svoboda, CSc.

Školitel: Ing. Martin Imříšek

Oponent: Mgr. Vladimír Weinzettl Ph.D.

5. 2. 2019

FJFI, ČVUT

1. Cíle práce

2. AXUV detektory

Zesilovače

Prostorová kalibrace

Geometrie

3. Měření a zpracování dat

Odhad vyzařovacího výkonu plazmatu

Tomografie

Porovnání diagnostik

4. Závěr

5. Odpovědi na otázky oponenta

1. Cíle práce

2. AXUV detektory

Zesilovače

Prostorová kalibrace

Geometrie

3. Měření a zpracování dat

Odhad vyzařovacího výkonu plazmatu

Tomografie

Porovnání diagnostik

4. Závěr

5. Odpovědi na otázky oponenta

1. Návrh a konstrukce zesilovačů pro dva AXUV detektory
2. Prostorová kalibrace
3. Instalace detektorů na tokamak GOLEM
4. Tomografická rekonstrukce vyzařovacího profilu
5. Srovnání s ostatními diagnostikami

1. Cíle práce

2. AXUV detektory

Zesilovače

Prostorová kalibrace

Geometrie

3. Měření a zpracování dat

Odhad vyzařovacího výkonu plazmatu

Tomografie

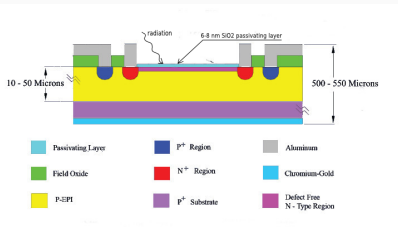
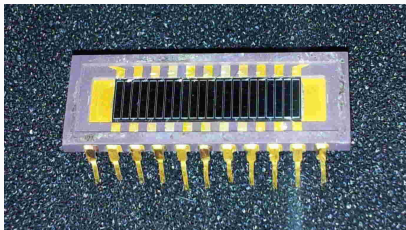
Porovnání diagnostik

4. Závěr

5. Odpovědi na otázky oponenta

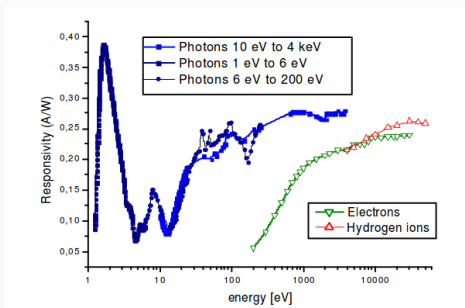
AXUV zkratka pro Absolute eXtended UltraViolet

- + vysoké časové rozlišení 1 MHz
- + nízká citlivost na dopadající částice
- snížená citlivost pro energie $E \approx 10$ eV
- nelineární křivka citlivosti → obtížná interpretace výsledků

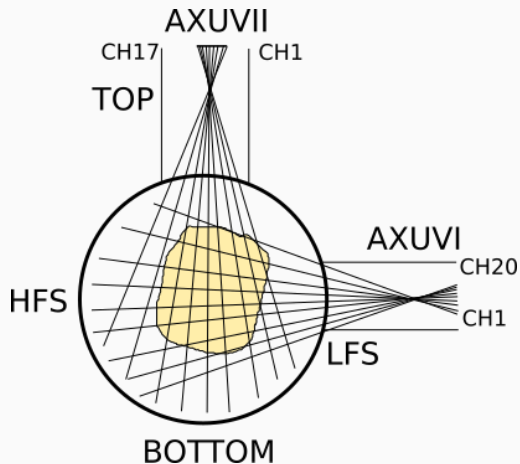


Obr. 1: čip AXUV20ELG - vlevo, schéma složení - vpravo

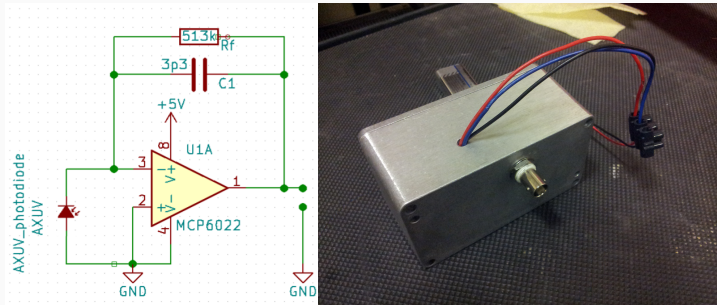
- + vysoké časové rozlišení 1 MHz
- + nízká citlivost na dopadající částice
- snížená citlivost pro energie $E \approx 10$ eV
- nelineární křivka citlivosti → obtížná interpretace výsledků



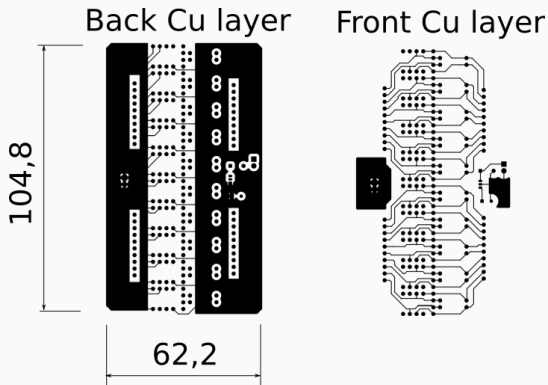
Obr. 2: Citlivost AXUV20ELG



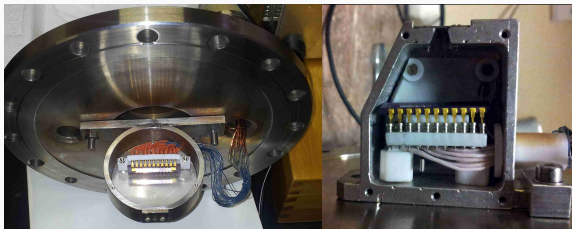
Obr. 3: Schéma umístění detektorů na tokamaku GOLEM na poloidálním řezu JV portu



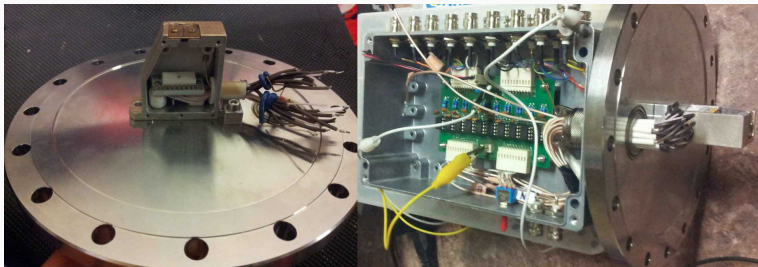
Obr. 4: Schéma zesilovače a prototyp



Obr. 5: Deska nových zesilovačů.

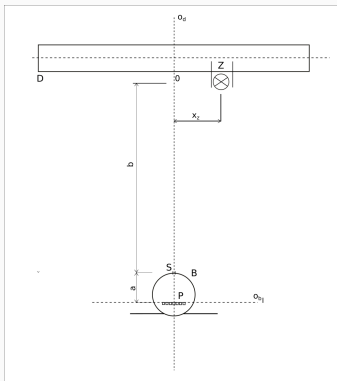


Obr. 6: Instalované detektory, AXUVI - vlevo (LFS). AXUVII - vpravo (TOP).



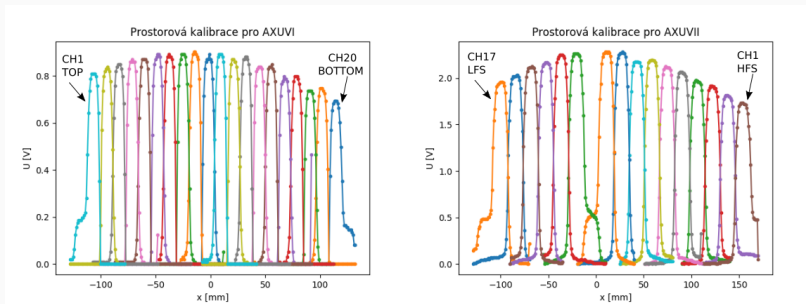
Obr. 7: AXUVII před a po rekonstrukci společně s novým zesilovačem.

- kalibrace v laboratoři IPP, AVČR
- žárovka se stabilizovaným zdrojem o výkonu 40 W
- dráha s krokovým motorkem, omezení na měření dvou kanálů

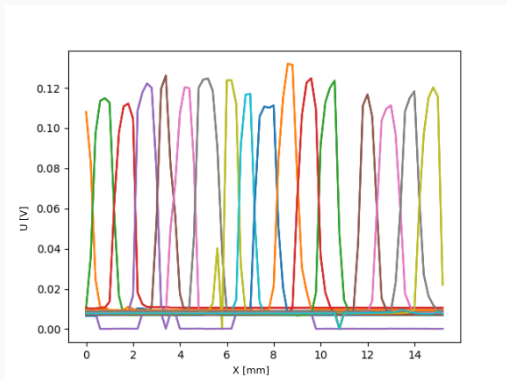


Obr. 8: Schéma prostorové kalibrace

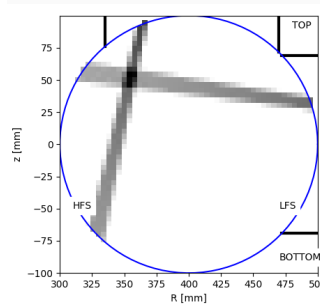
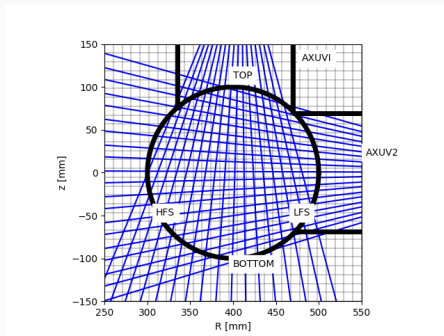
Prostorová kalibrace



Obr. 9: Prostorová kalibrace, AXUVI - vlevo (LFS). AXUVII - vpravo (TOP)

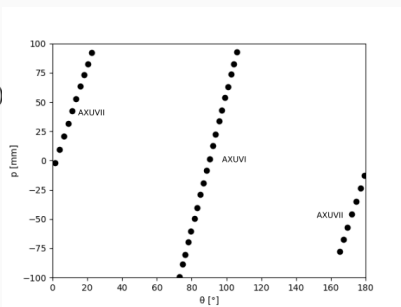
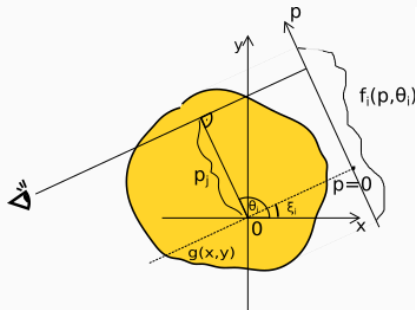


Obr. 10: Hrubá insitu kalibrace na tokamaku GOLEM pro AXUVI



Obr. 11: Geometrie - reálné uspořádání chord AXUVI a AXUVII - vlevo, chordy pro 5. kanál obou detektorů na mřížce 50x50 px - vpravo.

Pokrytí projekčního prostoru (p, θ)



Obr. 12: Projekční prostor (p, θ) a jeho pokrytí na tokamaku GOLEM detektory AXUVI a AXUVII

1. Cíle práce

2. AXUV detektory

Zesilovače

Prostorová kalibrace

Geometrie

3. Měření a zpracování dat

Odhad vyzařovacího výkonu plazmatu

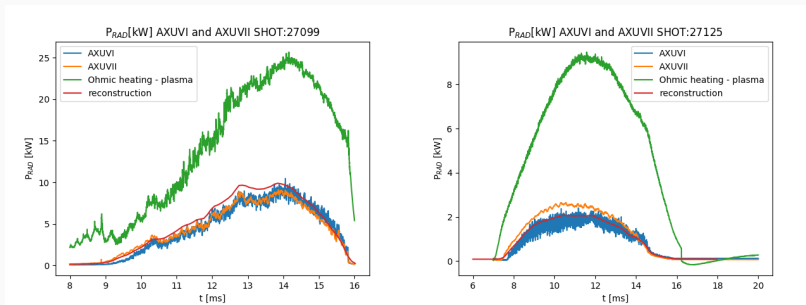
Tomografie

Porovnání diagnostik

4. Závěr

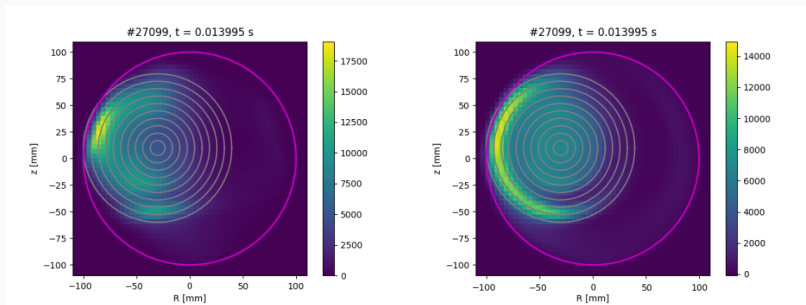
5. Odpovědi na otázky oponenta

Odhad vyzařovacího výkonu plazmatu

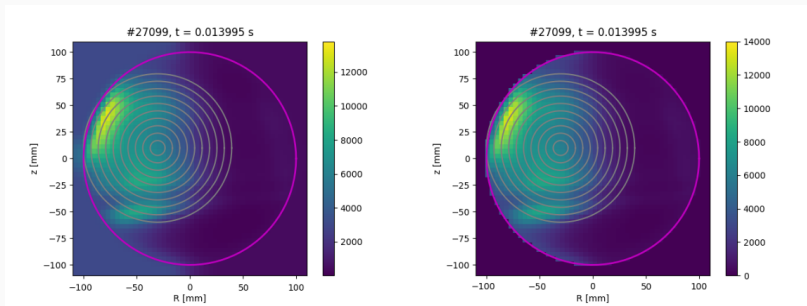


Obr. 13: Odhad vyzařovaného výkonu plazmatu v oblasti citlivosti detektorů pro výboje č. 27099 a 27125

- Přejatý a upravený algoritmus využívá Tichonovovu regularizaci
- Hodnotící funkcionál - minimum Fishery informace
- Možnost Abelizace, vyhlazení podél silokřivek magnetického pole
- Volba počtu virtuálních chord

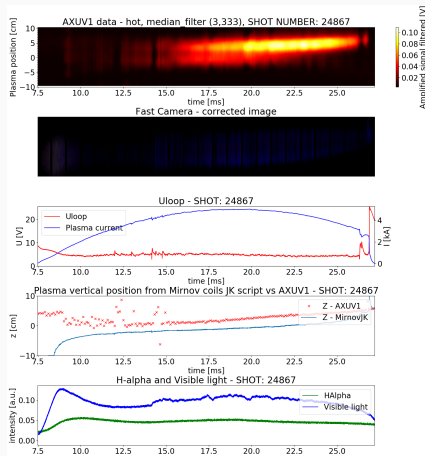


Obr. 14: Tomografická rekonstrukce vyzařovacího profilu pro výboj č. 27099, porovnání MFI se slabým shlazováním $d = 1,5$ a $d = 20$.

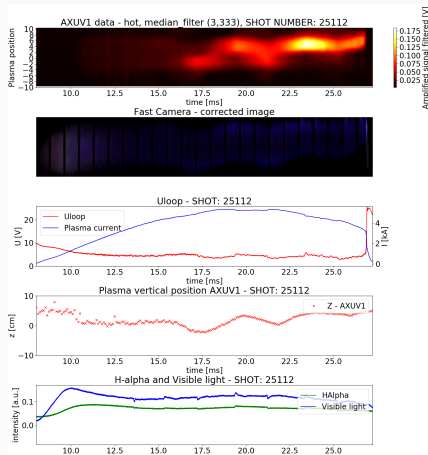


Obr. 15: Tomografická rekonstrukce vyzařovacího profilu pro výboj č. 27099, porovnání MFI srovnání použití virtuálních chord (20) - vlevo, 1 chorda - vpravo

Porovnání diagnostik



Obr. 16: Porovnání s rychlou kamerou a polohou magnetického středu z Mirnovových cívek, výboj č. 24867



Obr. 17: Porovnání s rychlou kamerou - se stabilizací použitou k hýbání s plazmatem, výboj č. 25112

1. Cíle práce

2. AXUV detektory

Zesilovače

Prostorová kalibrace

Geometrie

3. Měření a zpracování dat

Odhad vyzařovacího výkonu plazmatu

Tomografie

Porovnání diagnostik

4. Závěr

5. Odpovědi na otázky oponenta

1. Zesilovače pro dva AXUV detektory
2. Prostorová kalibrace
3. Instalace detektorů na tokamak GOLEM
4. Tomografická rekonstrukce vyzařovacího profilu
5. Srovnání s ostatními diagnostikami

Návrhy na zlepšení:

1. Zesilovače s referenčním napětím
2. Nižší zesilovací faktor
3. Sběr dat
4. Kalibrační patice pro příruby tokamaku GOLEM

1. Cíle práce

2. AXUV detektory

Zesilovače

Prostorová kalibrace

Geometrie

3. Měření a zpracování dat

Odhad vyzařovacího výkonu plazmatu

Tomografie

Porovnání diagnostik

4. Závěr

5. Odpovědi na otázky oponenta

Odpovědi na otázky oponenta
