

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická
Katedra počítačů



Bakalářská práce

**Kalibrační a ovládací software sítě částicových pixelových
detektorů umístěných uvnitř experimentu ATLAS
na LHC v CERN**

Jakub Begera

Vedoucí práce: Ing. Štěpán Polanský

Studijní program: Otevřená informatika, Bakalářský

Obor: Softwarové systémy

4. května 2016

zadani

Poděkování

Zde můžete napsat své poděkování, pokud chcete a máte komu děkovat.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne 20. 5. 2016

.....

Abstract

Translation of Czech abstract into English.

Abstrakt

Abstrakt práce by měl velmi stručně vystihovat její obsah. Tedy čím se práce zabývá a co je jejím výsledkem/přínosem.

Očekávají se cca 1 – 2 odstavce, maximálně půl stránky.

Obsah

1	Úvod	1
1.1	Motivace	1
2	Detektory ionizujícího záření	3
2.1	Klasifikace detektorů a jejich parametry	3
2.2	Geiger-Müllerův počítač	3
2.3	Sintilační detektory	3
2.4	Polovodičové detektory	3
2.4.1	Princip	3
2.4.2	Módy	3
2.4.3	Medipix	3
2.4.4	Timepix	3
2.4.5	Cluster analýza	3
2.4.6	FitPix	3
2.4.7	Pixelman	3
2.4.8	Aplikace	3
3	Energetická kalibrace	5
4	Atlas TPX	7
4.1	Atlas MPX	7
4.1.1	Hardwarová a softwarová architektura	8
5	Závěr	11
A	Obsah přiloženého CD	15

Seznam obrázků

4.1	Atlas MPX s přehledem rozmístění detektorů	7
4.2	Snímek z Atlas MPX detektoru s výřezem zachycených částic (převzato z [1])	8
4.3	Fotografie znázorňující Medipix2 detektor s neutronovými konvertory (převzato z [4])	8
4.4	Atlas MPX - řídicí aplikace (převzato z [3])	9
A.1	Seznam přiloženého CD — příklad	15

Seznam tabulek

Kapitola 1

Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem a implementací software pro ovládání a kalibraci sítě hybridních částicových pixelových detektorů umístěných uvnitř experimentu Atlas na LHC v CERN - projekt AtlasTPX. Jelikož proces kalibrace je zcela nezávislý na následném řízení činnosti těchto detektorů, je tento software členěn na dvě nezávislé části - energetickou kalibraci částicových pixelových detektorů (viz kapitola [3](#)) a řízení sítě těchto detektorů - AtlasTPX (viz kapitola [4](#)).

TODO

1.1 Motivace

Ionizující záření je spjato s naším světem už od začátku jeho existence. Jeho studium započalo koncem 19. století a pomáhá nám pochopit podstatu hmoty, její interakce s prostředím a další vlastnosti. Tyto poznatky našli své uplatnění v mnoha oborech, jako například v defektoskopii, zdravotnictví, energetice a v mnoha dalších. Spolu s rostoucími poznatky o ionizujících záření a s technickým postupem se rozvíjela i detekční technika, která za poslední století prodělala veliký posun. Od prvních bublinových komor, až po nejmodernější polovodičové pixelové detektory, kterými se tato práce zabývá.

Kapitola 2

Detektory ionizujícího záření

2.1 Klasifikace detektorů a jejich parametry

2.2 Geiger-Müllerův počítač

2.3 Sintilační detektory

2.4 Polovodičové detektory

2.4.1 Princip

2.4.2 Módy

2.4.3 Medipix

2.4.4 Timepix

2.4.5 Cluster analýza

2.4.6 FitPix

2.4.7 Pixelman

2.4.8 Aplikace

Kapitola 3

Energetická kalibrace

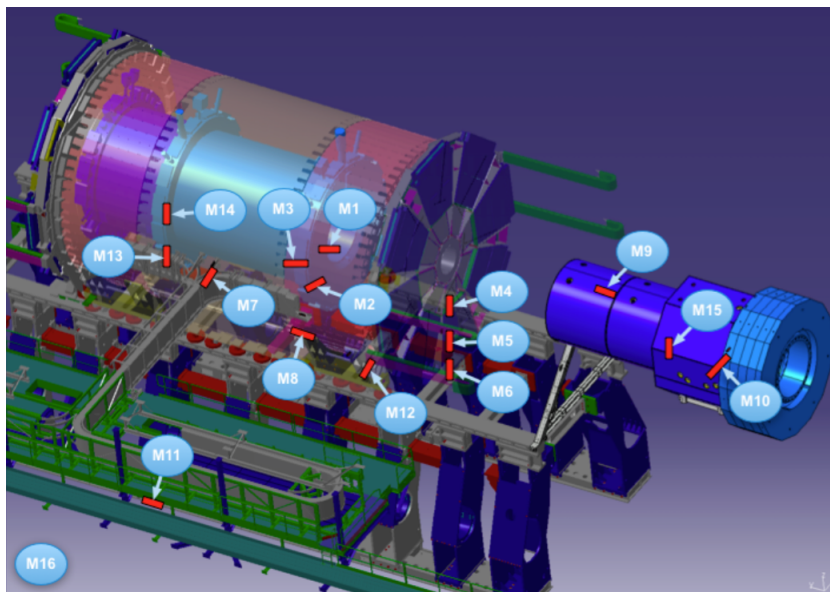
Kapitola 4

Atlas TPX

TODO popis AtlasTPX

4.1 Atlas MPX

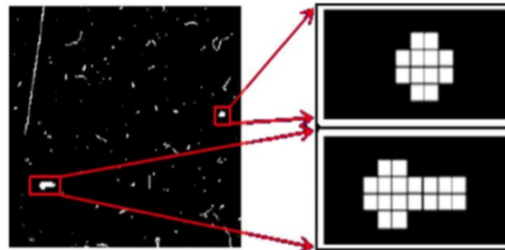
Atlas MPX[4][1] je předchůdcem detektorové sítě Atlas TPX, kterou v současné době je plně nahrazena. Skládala se z 16 Medipix2 detektorů, které byly instalovány na různé pozice Atlas detektoru - viz obr. 4.1. Hlavním cílem této sítě bylo měření vlastností radiačního pole atlasu, jeho složení, spektroskopických charakteristik a částečně také přispěla k měření neutronů.



Obrázek 4.1: Atlas MPX s přehledem rozmístění detektorů

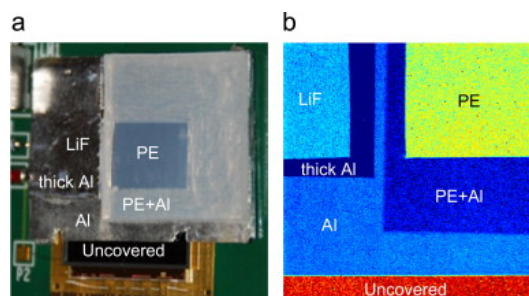
Všechny detektory operovaly v tzv. Medipix módu, který se vyznačuje tím, že v rámci jedné akvizice počítá počet částic, které interagovaly pixelovou maticí detektoru a jejichž

deponovaná energie byla vyšší, než prahová. Na obrázku 4.2 je znázorněn snímek z jednoho detektoru s detailem zachycených částic. Na obrázku vpravo nahoře je částice typu **heavy blob** (těžce nabitá částice, jejíž trajektorie byla kolmá s povrchem detektoru), vpravo dole je pak zachycena částice typu **heavy track** (také těžce nabitá částice, která ale přiletěla pod větším a proto zanechala větší stopu) - více klasifikaci částic se dočtete v podkapitole 2.4.5.



Obrázek 4.2: Snímek z Atlas MPX detektoru s výřezem zachycených částic (převzato z [1])

Každý z těchto detektorů byl osazen $300\ \mu\text{m}$ tlustým křemíkovým senzorem, který byl pokryt konvertory pro lepší detekční účinnost neutronů (obr. 4.3).

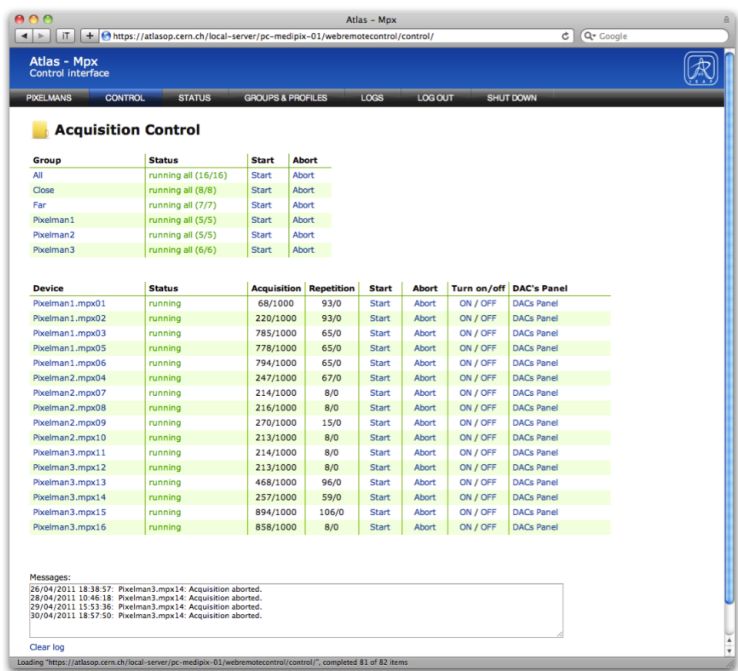


Obrázek 4.3: Fotografie znázorňující Medipix2 detektor s neutronovými konvertory (převzato z [4])

4.1.1 Hardwarová a softwarová architektura

Tato síť se skládala z 16 Medipix2 2.4.3 detektorů, které byly pomocí USB vyčítacího rozhraní FITPix 2.4.6 připojeny ke třem počítačům (z důvodu distribuce toku dat a výkonu). Na každém počítači se o komunikaci s detektory staral software Pixelman 2.4.7, který řídil akvizici dat, nastavování parametrů detektorů apod.

Pro vzdálené ovládání každého byl vyvinut plugin pro Pixelman, který umožňoval jeho rozšíření o TCP/IP ovládací vrstvu. Pomocí jednoduchého textového protokolu bylo tedy možné řídit každý ze třech uzlů. Pro tyto účely byla vyvinuta centrální řídicí aplikace [2], pomocí které bylo možné řídit akvizici všech detektorů a nastavovat jejich parametry. Tato aplikace poskytovala webové rozhraní (obr. 4.4), které díky tou dobou méně striktní CERNské politice síťové bezpečnosti bylo možné tento experiment ovládat z internetu.



Obrázek 4.4: Atlas MPX - řídicí aplikace (převzato z [3])

Kapitola 5

Závěr

Literatura

- [1] BOUCHAMI, J. et al. Estimate of the neutron fields in ATLAS based on ATLAS-MPX detectors data. *Journal of Instrumentation*. 2011, 6, 01, s. C01042. Dostupné z: <http://stacks.iop.org/1748-0221/6/i=01/a=C01042>.
- [2] TURECEK, D. et al. Remote control of ATLAS-MPX Network and Data Visualization. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*. 2011, 633, Supplement 1, s. S45 – S47. ISSN 0168-9002. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.nima.2010.06.117>. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168900210013070>. 11th International Workshop on Radiation Imaging Detectors (IWORID).
- [3] TURECEK, D. Software for Radiation Detectors Medipix. Master's thesis, Czech Technical University in Prague, Czech Republic, 2011.
- [4] VYKYDAL, Z. et al. The Medipix2-based network for measurement of spectral characteristics and composition of radiation in {ATLAS} detector. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*. 2009, 607, 1, s. 35 – 37. ISSN 0168-9002. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.nima.2009.03.104>. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168900209005956>. Radiation Imaging Detectors 2008 Proceedings of the 10th International Workshop on Radiation Imaging Detectors.

Příloha A

Obsah přiloženého CD

Tato příloha je povinná pro každou práci. Každá práce musí totiž obsahovat přiložené CD. Viz dále.

Může vypadat například takto. Váš seznam samozřejmě bude odpovídat typu vaší práce...
[3] fasfassaafsaf



Obrázek A.1: Seznam přiloženého CD — příklad

Na GNU/Linuxu si strukturu přiloženého CD můžete snadno vyrobit příkazem:

```
$ tree . >tree.txt
```

Ve vzniklém souboru pak stačí pouze doplnit komentáře.

Z **README.TXT** (případně index.html apod.) musí být rovněž zřejmé, jak programy instalovat, spouštět a jaké požadavky mají tyto programy na hardware.

Adresář **text** musí obsahovat soubor s vlastním textem práce v PDF nebo PS formátu, který bude později použit pro prezentaci diplomové práce na WWW.