

Σταμάτης Τζάνος
Μεταπτυχιακή Εργασία

Συστήματα ελέγχου ανιχνευτικών διατάξεων για την πρώτη φάση αναβάθμισης του New Small Wheel στο πείραμα ATLAS

Επιβλέπων:
Θεόδωρος Αλεξόπουλος

Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
Φυσική και Τεχνολογικές Εφαρμογές

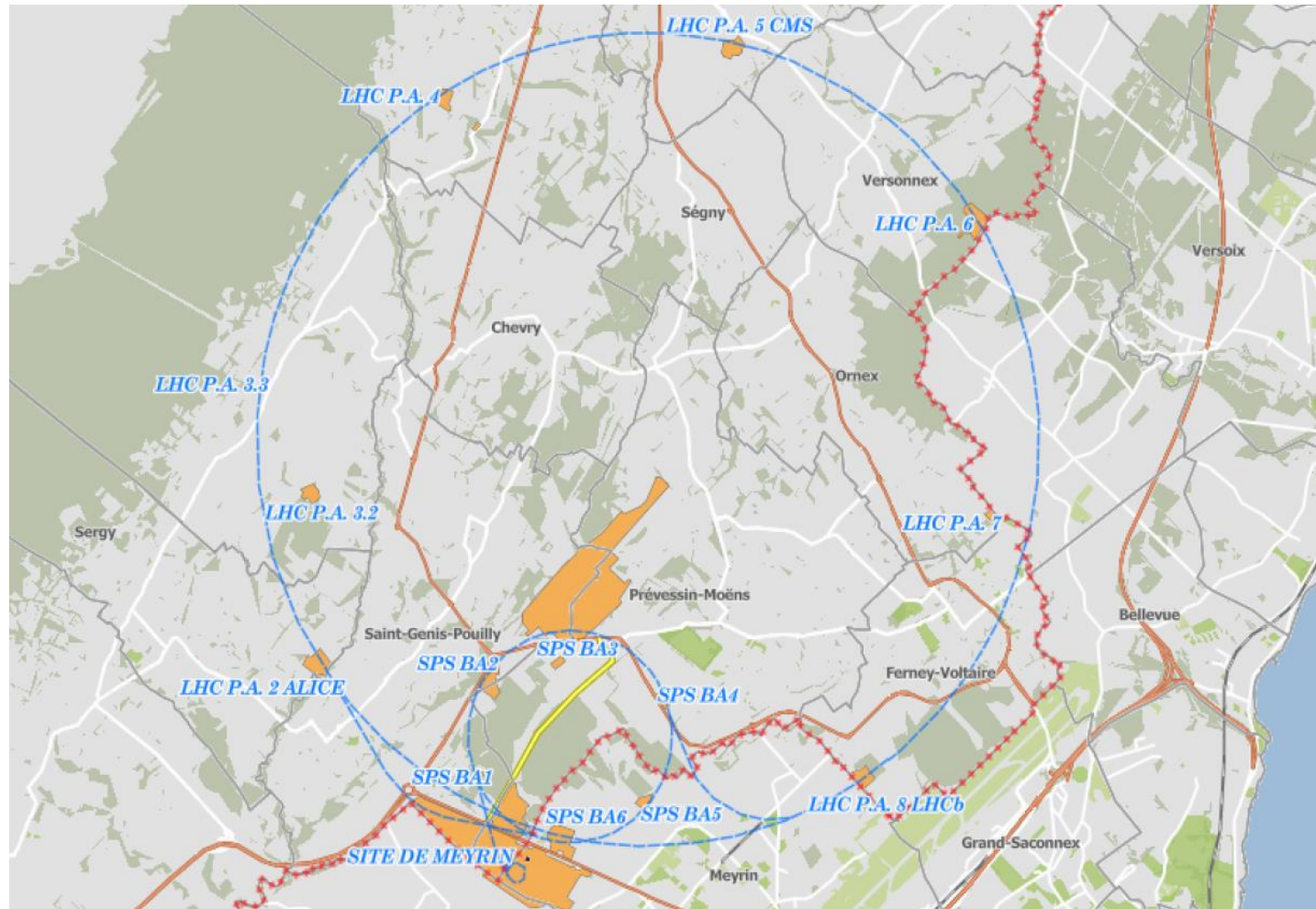
Οκτώβριος, 2022

Περιεχόμενα

1. Το CERN και ο Μεγάλος Αδρονικός Επιταχυντής
2. Ανίχνευση σωματιδίων στο CERN
3. Βιομηχανικός αυτοματισμός και συστήματα ελέγχου στο CERN
4. Το σύστημα ελέγχου για το σύστημα αερίου του ανιχνευτή Micromegas
5. Το σύστημα ελέγχου για την παρακολούθηση του μαγνητικού πεδίου στο New Small Wheel

Το CERN και ο Μεγάλος Αδρονικός Επιταχυντής

Το Εθνικό Κέντρο Πυρηνικών Ερευνών (CERN) γεννήθηκε στις 29 Σεπτεμβρίου 1954 από 12 κράτη μέλη και λειτουργούσε υπό την διεύθυνση του Niels Bohr στο Πανεπιστήμιο της Κοπεγχάγης.



Μερικά ιστορικά αξιοσημείωτα επιτεύγματα:

- Ανακάλυψη των σωματιδίων Z και W, φορείς της ασθενούς αλληλεπίδρασης (1983).
- Γέννηση του παγκόσμιου ιστού (www) που χρησιμοποιούμε ως σήμερα (1989).
- ...
- Ανάκλυψη του σωματιδίου Higgs (2012).

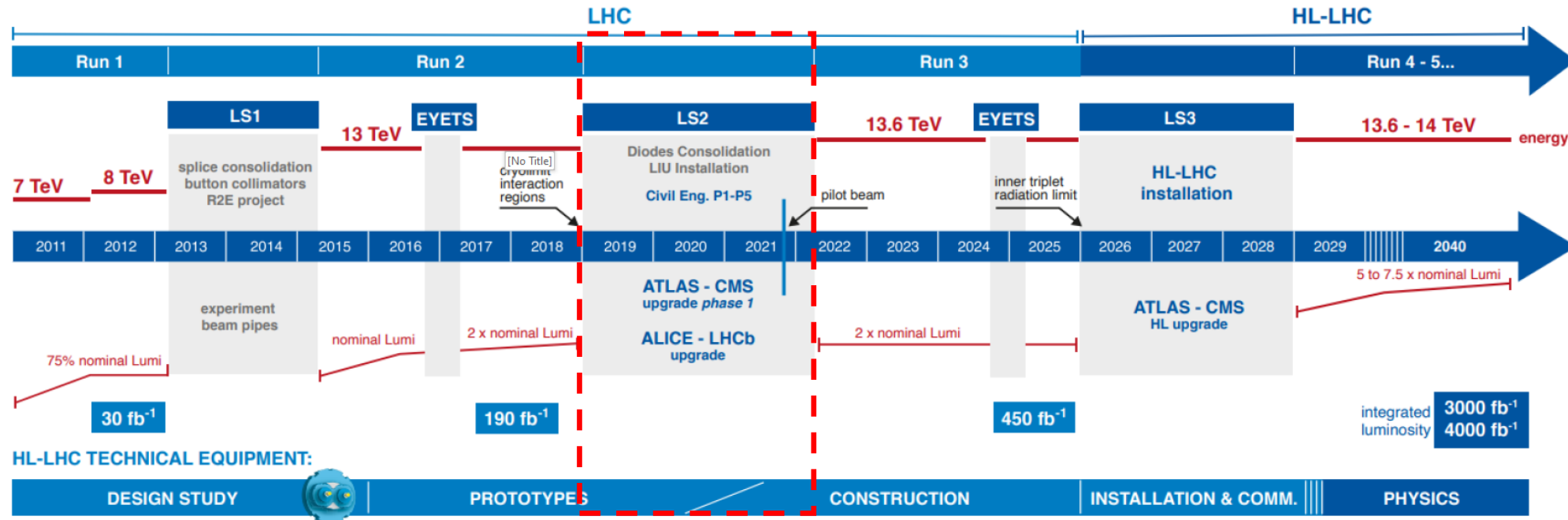
Ο LHC επιταχύνει δέσμες φορτισμένων σωματιδίων (πρωτονίων-πρωτονίων ή ιόντων Σιδήρου) σε ενέργειες που πλέον φτάνουν τα 13.6 TeV.

Ο LHC είναι ο κύριος επιταχυντής του CERN και αποτελείται από:

- Σύστημα έγχυσης της δέσμης (μικρότερους επιταχυντές)
- Υπεραγωγίμους μαγνήτες (καμπύλωση δέσμης)
- Κοιλότητες ραδιοσυχνότητας (επιτάχυνση δέσμης)
- 4 σημεία σύγκρουσης με πειράματα ανίχνευσης σωματιδίων: ATLAS, CMS, ALICE, LHCb



Η αναβάθμιση του επιταχυντή σε High Luminosity LHC



Χαρακτηρισμός επίδοσης επιταχυντή: Φωτεινότητα (Luminosity)

$$L = \frac{1}{\sigma} \frac{dN}{dt}$$

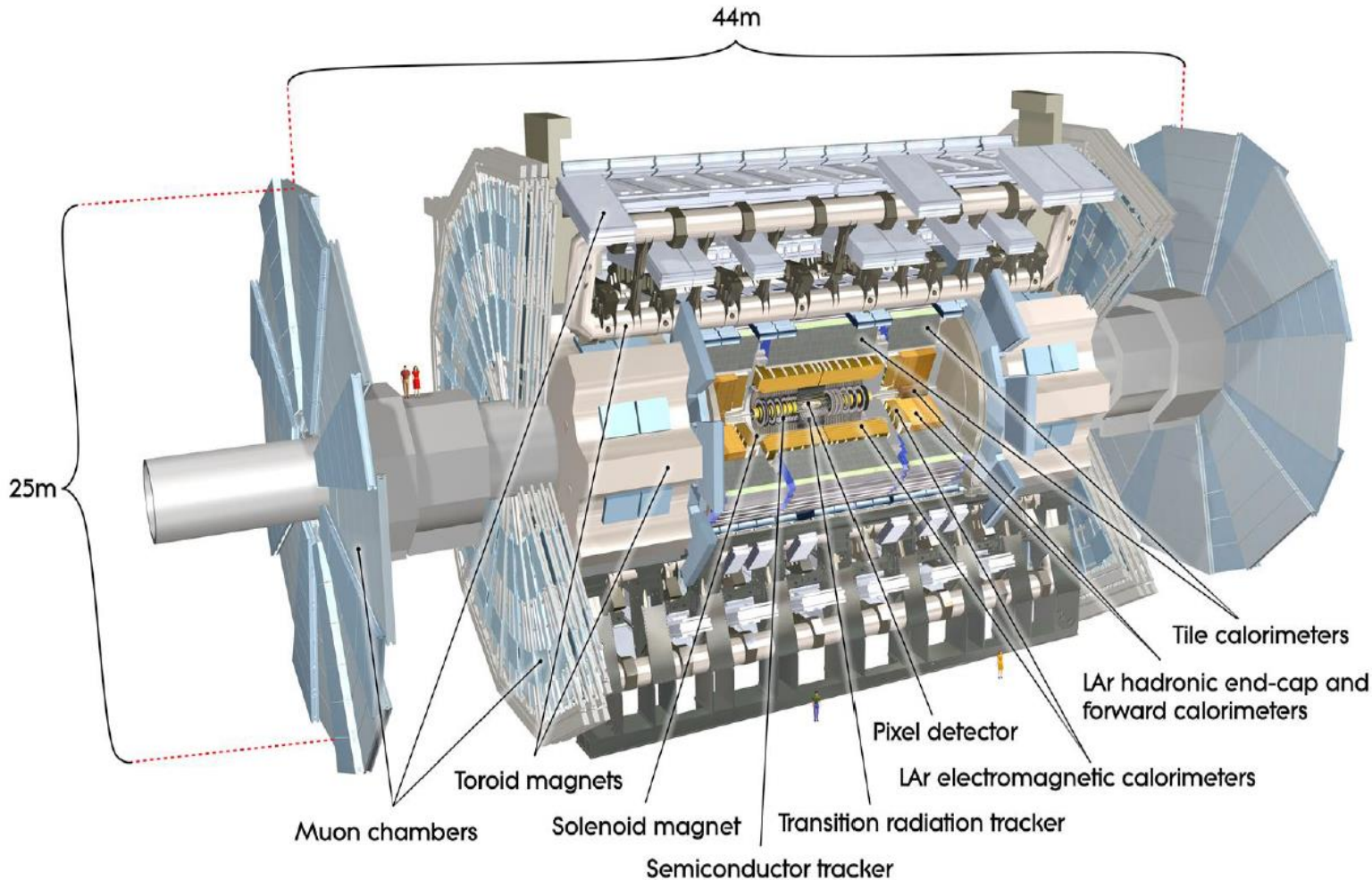
Αναβάθμιση του επιταχυντή σε ενέργεια και φωτεινότητα: HL-LHC

- Περισσότερες αλληλεπιδράσεις πρωτονίων πρωτονίων
- Περισσότερες δευτερεύουσες αλληλεπιδράσεις παραγόμενων σωματιδίων
- Μεγαλύτερος «ενεργειακός χώρος» για καινούριες παρατηρήσεις
- Καλύτερη στατιστική μετρήσεων

Ανίχνευση σωματιδίων στο CERN

Οι ανιχνευτικές διατάξεις ATLAS, CMS, ALICE, LHCb στο CERN αποτελούνται από δύο κύριες τεχνολογίες:

1. **Calorimeters** - μέτρηση ενέργειας σωματιδίου
2. **Trackers** - ανακατασκευή τροχιάς σωματιδίου



Φυσικά χαρακτηριστικά του ανιχνευτή ATLAS:

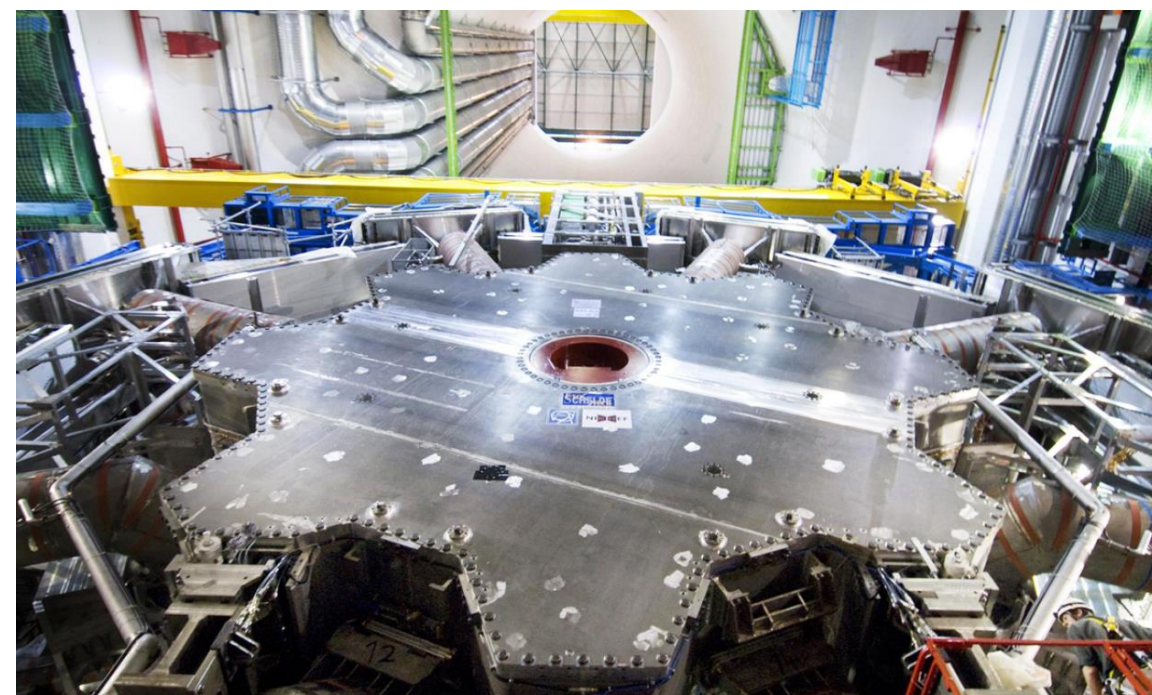
- Διαστάσεις: 25 x 44m κυλινδρικού γεωμετρίας
- Βρίσκεται 100m κάτω από το έδαφος
- Ζυγίζει 7000t
- Αποτελείται από πολλές διαφορετικές υποανιχνευτικές τεχνολογίες
- Εμπεριέχει το μεγαλύτερο και ισχυρότερο σύστημα μαγνητών στον κόσμο

- Χρησιμοποιούν συνολικά 69km υπεραγωγίων καλωδίων Νιοβίου-Τιτανίου τα οποία σε βασική λειτουργία διαρρέονται από ρεύμα 20.5kA
- Παράγουν μαγνητικό πεδίο έως 4T (στους 4.7K)



Barrel Toroid Magnet

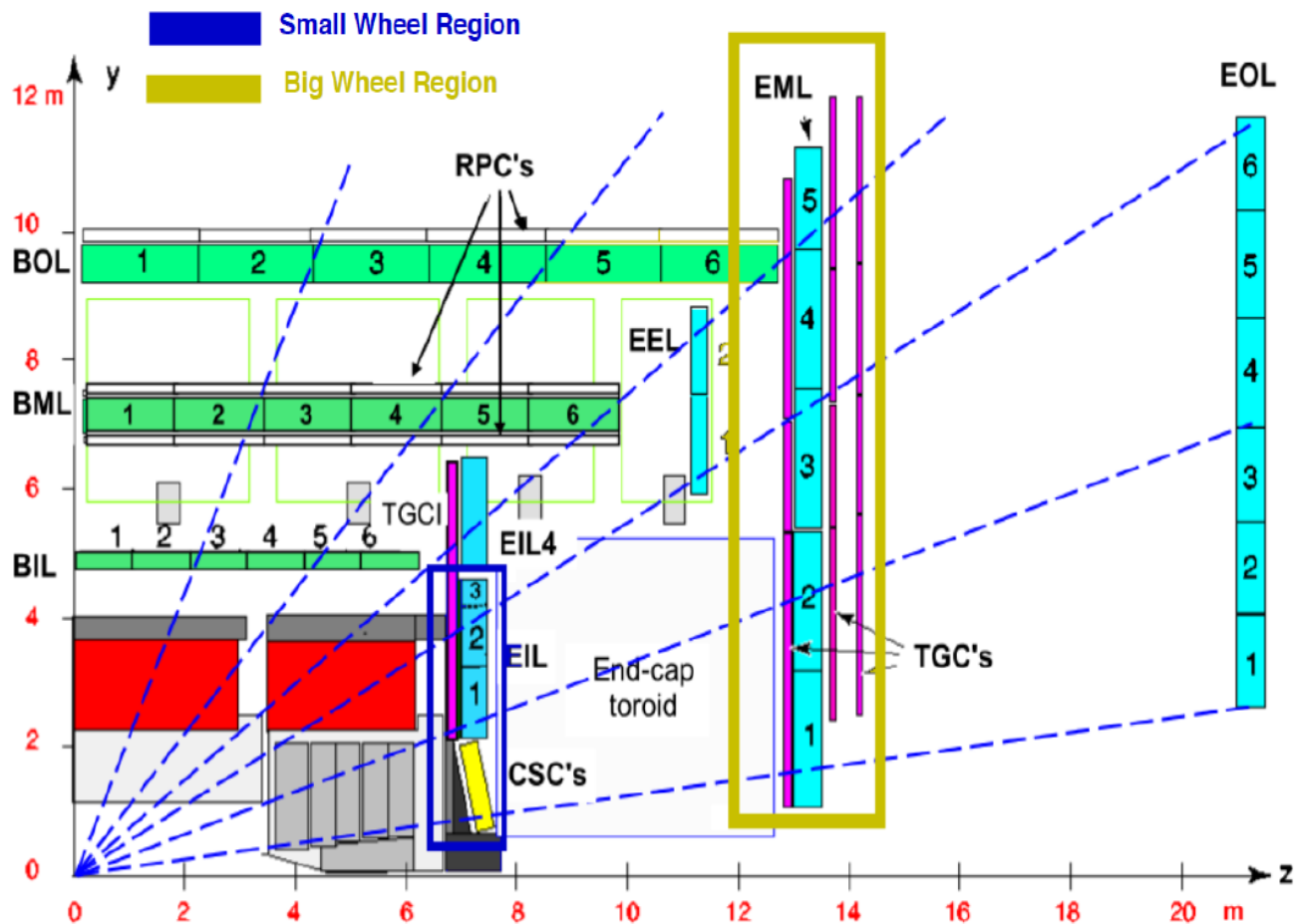
- Περικυκλώνει την περιοχή *Barrel* και αποτελείται από 8 τόρους μήκους 25m
- Βάρος: 830t



End-Cap Toroid Magnets

- Βρίσκονται στις περιοχές *Endcap* και αποτελούνται από 8 τόρους μήκους 5m
- Βάρος: 240t

Το μιονικό φασματόμετρο του ATLAS ανιχνεύει και μετρά την ορμή-ενέργεια των μιονίων



Επιλογή γεγονότων από συγκρούσεις:

- Level-1 Trigger: Επιλογή γεγονότων ενδιαφέροντος σε κάτω από 2.5μs (hardware)
- Level-2 Trigger: Λεπτομερής ανάλυση όλων των Level-1 Triggers και δεδομένων σύγκρουσης (software)

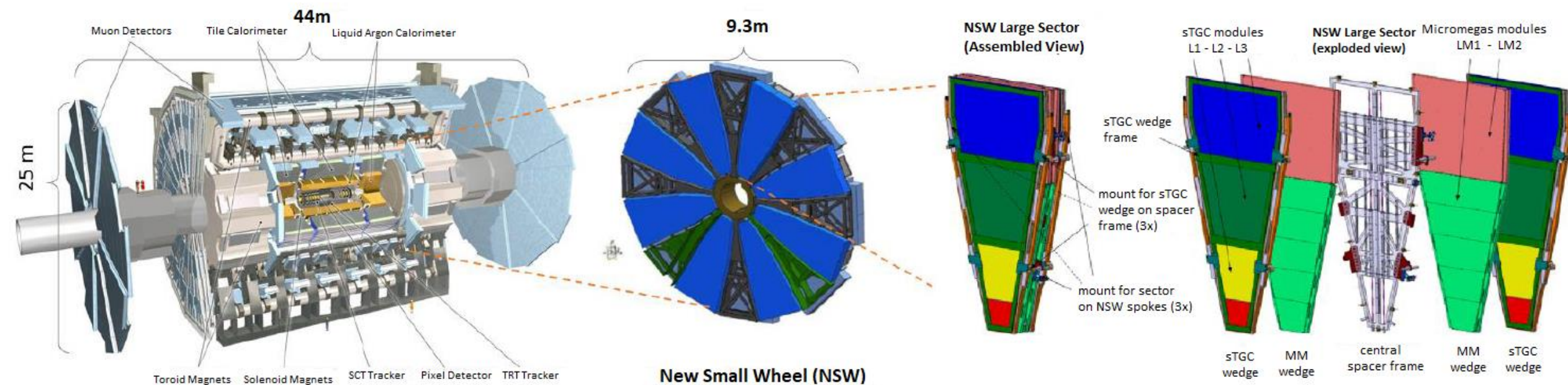
Λόγοι αναβάθμισης:

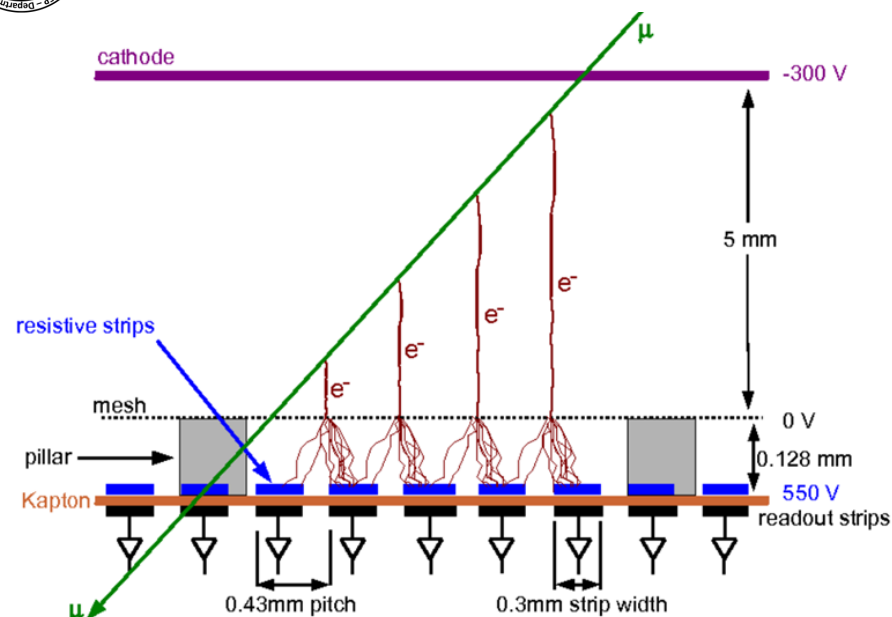
1. Μείωση απόδοσης των ανιχνευτών μιονίων με την αύξηση των συγκρούσεων υποβάθρου.
2. Μη αποδεκτή τιμή ψευδών Level-1 Triggers (~90%)

Η αναβάθμιση του Small Wheel: New Small Wheel

Το NSW θα μπορεί να ανταπεξέλθει στη ροή δεδομένων του HL-LHC. Τα χαρακτηριστικά του είναι:

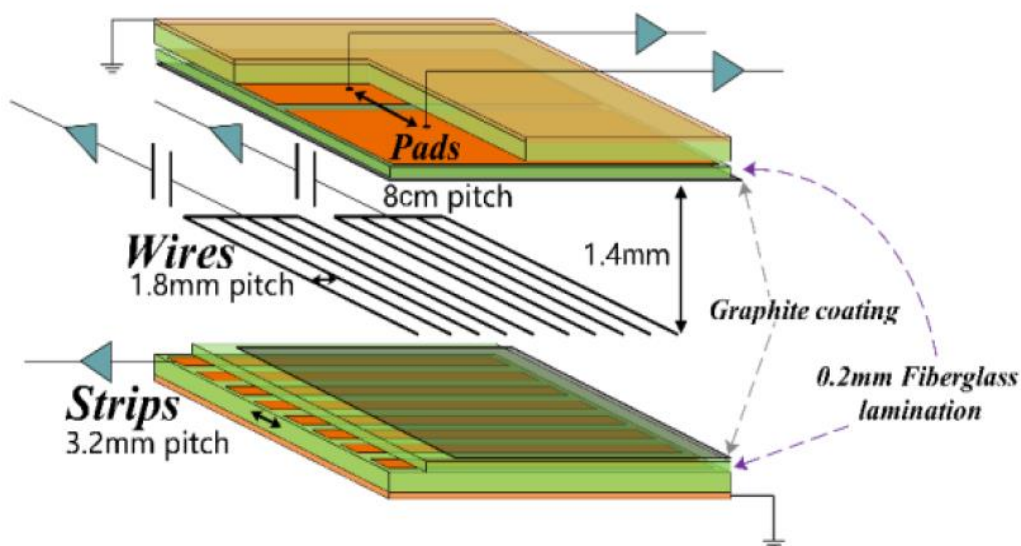
- Περιοχή κάλυψης (pseudorapidity) $1.3 < |\eta| < 2.7$
- Γωνιακή διακριτική ικανότητα **1mrad ή καλύτερη**
- Ανακατασκευή τροχιάς μιονίου με διακριτική ικανότητα κοντά στα **100 μ m**
- Απόδοση ανακασκευής τροχιάς μεγαλύτερη από **95%**





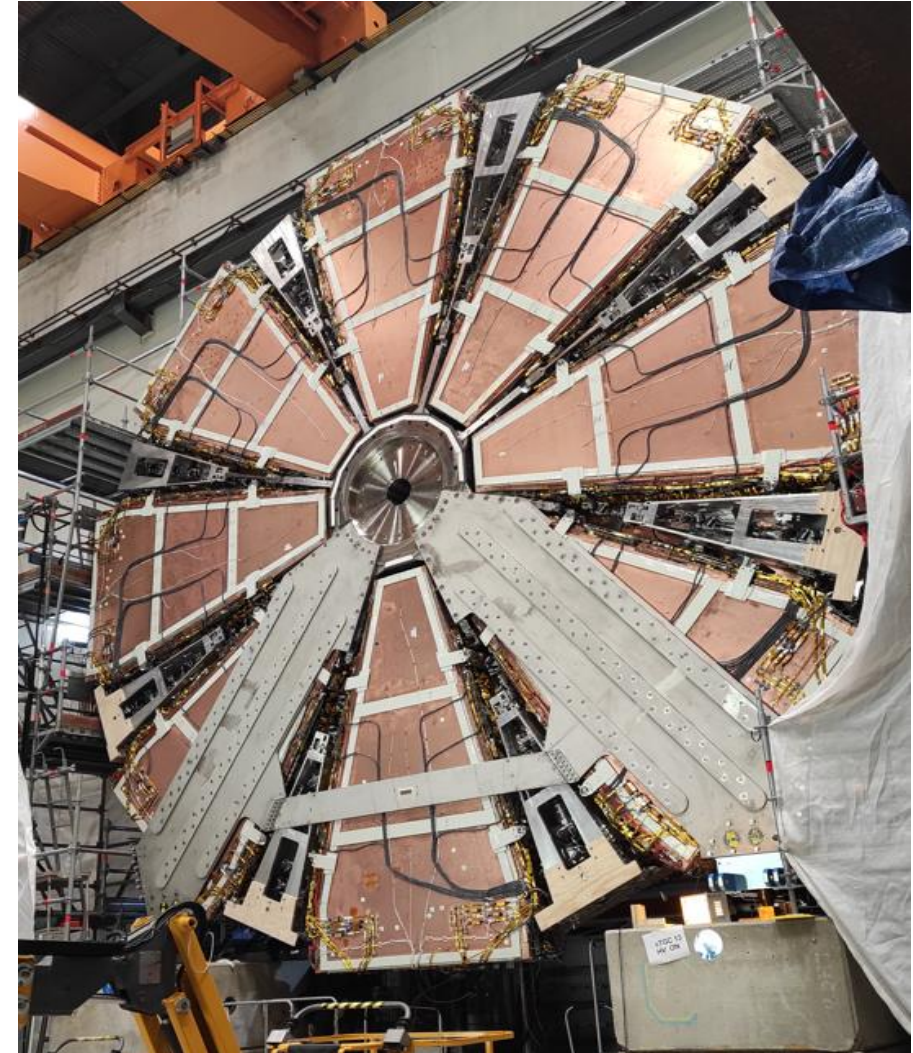
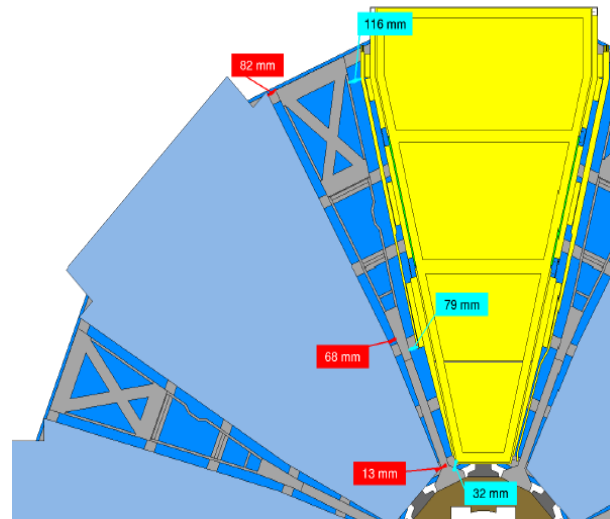
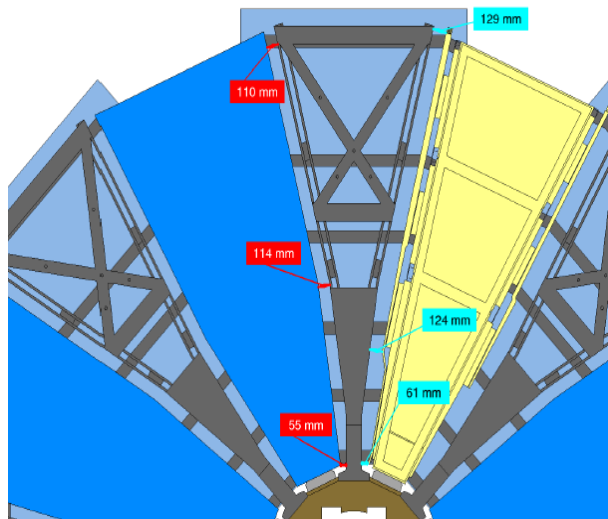
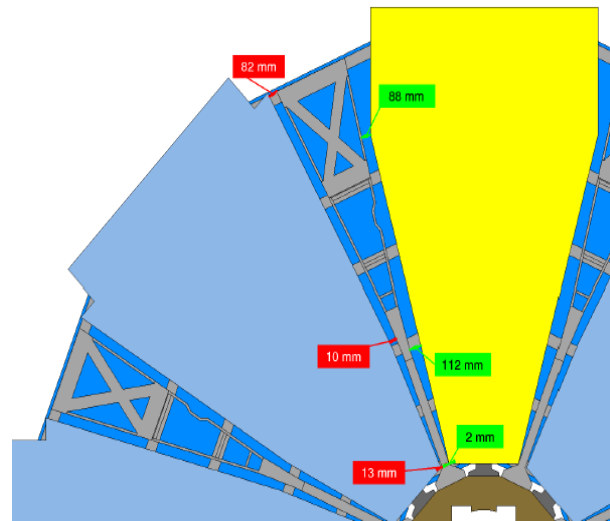
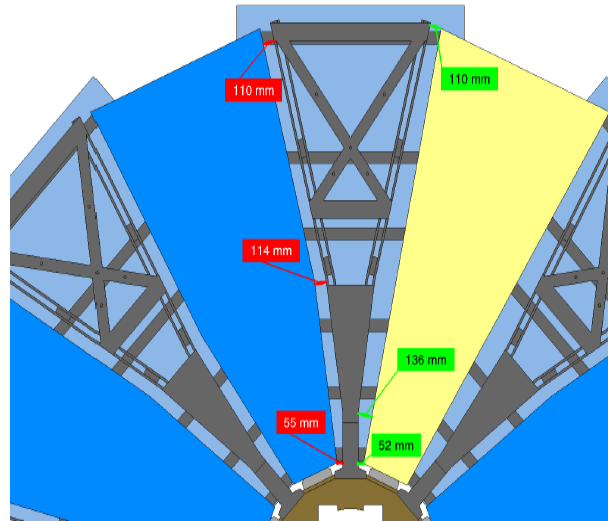
Micromesh Gaseous Structure (**Micromegas**):

- Χρησιμοποιεί τον μηχανισμό ανιχνευτή αερίου με άνοδο τα **readout strips** για ανάγνωση λεπτομερούς χωρικής πληροφορίας
- Λήψη δεδομένων μέσω των Micromegas Front End Boards (latency 50ns, resolution < 100μm)

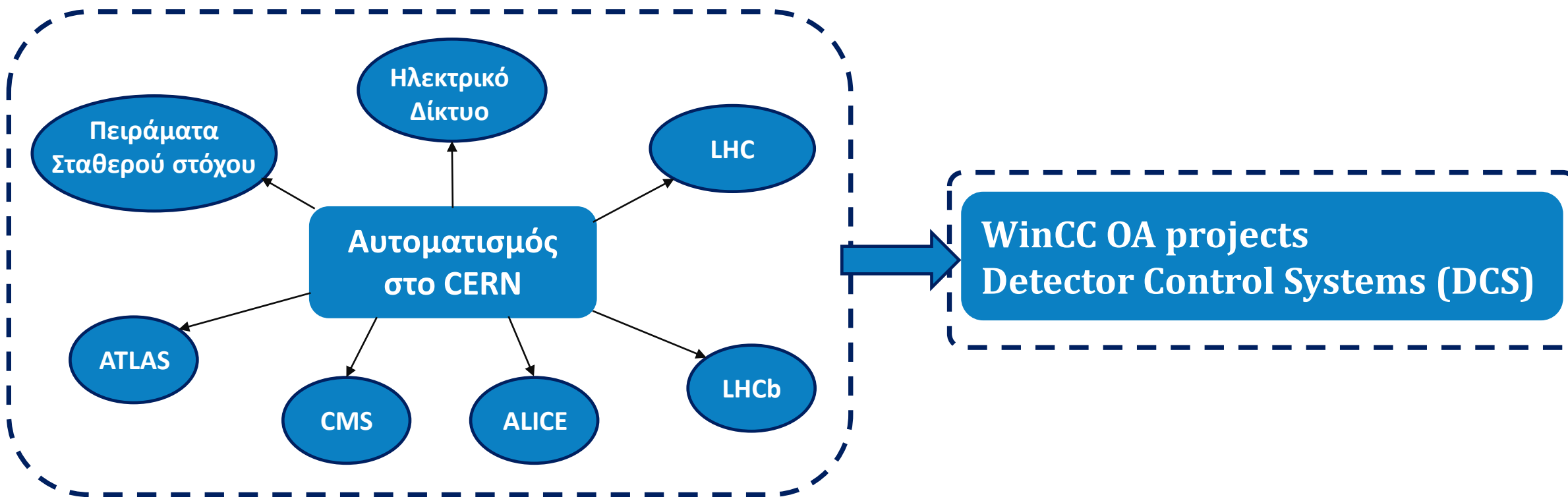


small Thin Gap Chambers (**sTGC**):

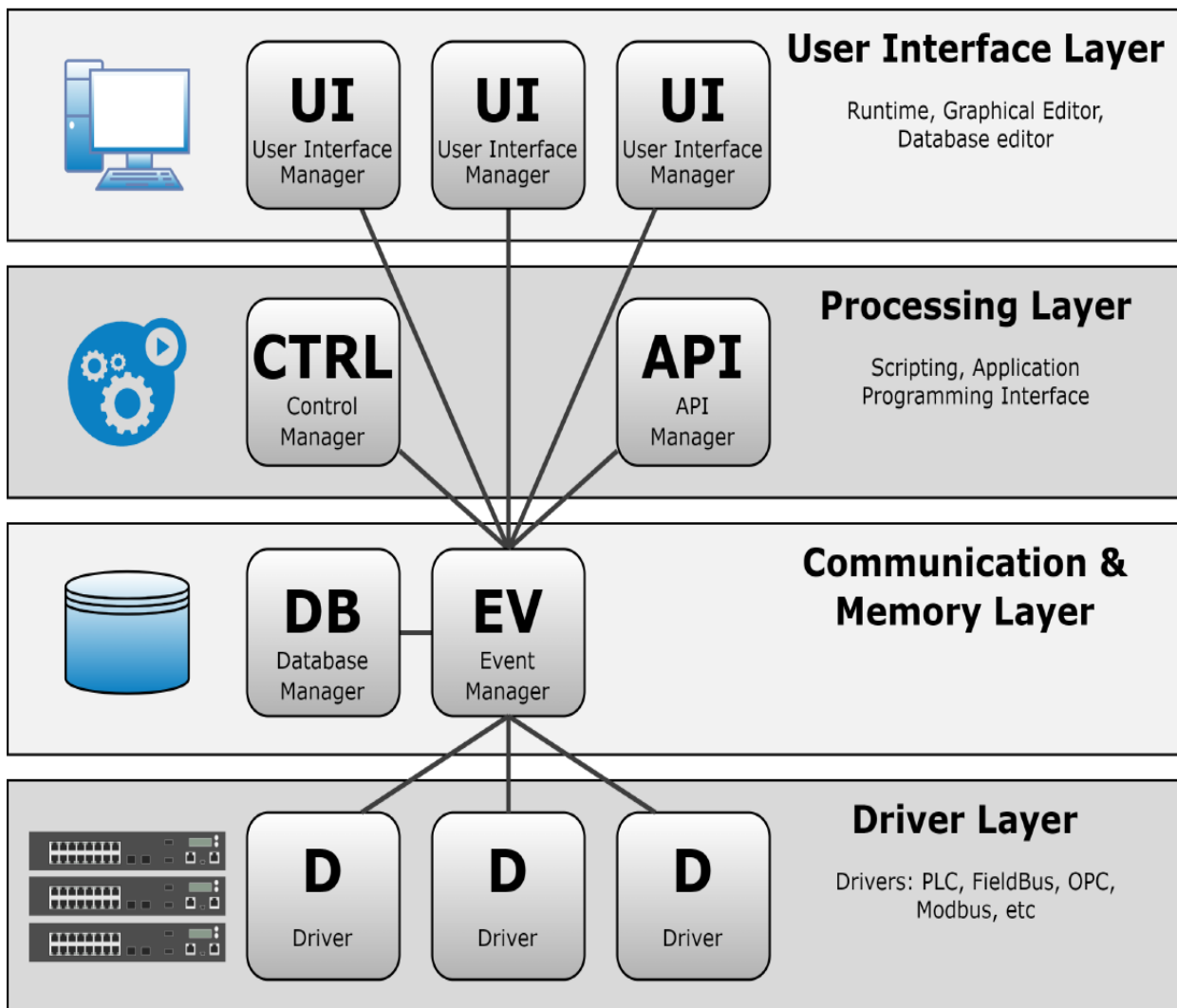
- Χρησιμοποιεί τον μηχανισμό ανιχνευτή αερίου με άνοδο τα **wires** και δύο καθόδους: μία με **pads** αντίθετα της τροχιάς (χονδροειδής χωρική πληροφορία) και **strips** (λεπτομερής χωρική πληροφορία)
- Λήψη δεδομένων μέσω των sTGC Front End Boards (latency 50ns, resolution ~ 100μm)



Βιομηχανικός αυτοματισμός και συστήματα
ελέγχου στο CERN



Κάθε WinCC OA project αποτελείται **managers**:



Διεπαφή με το χρήστη:

- Διαχωρισμένη από τις υπόλοιπες διεργασίες του WinCC OA
- **PARA**: Περιβάλλον της βάσης δεδομένων που περιέχει “datapoints”
- **GEDI**: Προγραμματιστικό περιβάλλον του συστήματος ελέγχου
- **VISION**: Περιβάλλον δοκιμής/εκτέλεσης των εφαρμογών

Επεξεργασία:

- Μεταγλώττιση και εκτέλεση Control scripts
- Σχεδιασμός των API

Επικοινωνία και μνήμη:

- **Event manager**: Το κέντρο της αρχιτεκτονικής. Επικοινωνεί με όλα τα μπλοκ λογισμικού μέσω TCP/IP και διανέμει πληροφορίες και δεδομένα
- **Database manager**: Βάση δεδομένων του WinCC OA

Drivers:

- Επικοινωνία του συστήματος ελέγχου με τις συσκευές πεδίου
- Χρήση πρωτοκόλλων επικοινωνίας όπως: Profibus, Modbus, Ethernet, OPC UA/DA, ...



Προγραμματισμός στην Control:

- Αντικειμενοστραφής C-like γλώσσα
- Απόκριση των αντικειμένων του WinCC OA σε events
- Scripting των αντικειμένων (panels, graphical objects)

```
main () {  
    datapoint-A          datapoint-B  
    dpConnect("add", "A::_online::_value", "B::_online::_value");  
}  
  
void add(string dp1, int a, string dp2, int b) {  
    datapoint-C  
    dpSet("C::_original::_value", a + b);  
}
```

Παθητικά χαρακτηριστικά:

- Γραφικά χαρακτηριστικά: χρώμα, κείμενο, κτλ

Ενεργά χαρακτηριστικά:

- Απόκριση του αντικειμένου ή του panel σε είσοδο του χρήστη:
 - "initialize"
 - "clicked"
 - "doubleclicked"
 - κλπ
- Μπορούν να επηρεάσουν τα παθητικά χαρακτηριστικά

PARA: Περιβάλλον Database Editor

VISION: Εκτέλεση του ενεργού panel

Graphical Objects του WinCC OA

Project View: Όλα τα αρχεία και panel του project

Event Editor: Λίστα από ενεργά χαρακτηριστικά του graphical object

The screenshot displays the GEDI software interface with several key components highlighted by callouts:

- Project View:** A tree view on the left showing the project structure, including folders for 'Scripts', 'Libraries', 'Message Catalogs', 'Pictures', 'Color Databases', 'Panels', and 'vision'.
- Property Editor:** A central panel showing a list of properties for the selected graphical object, such as 'Name', 'Typename', 'Ref.point', 'Size', and 'Layout'.
- Event Editor:** A panel at the bottom showing a list of events and their associated scripts, including 'Initialize', 'Clicked', 'Close', 'DoubleClick', 'DragDrop', 'DragEnter', 'GestureTriggered', 'LangChanged', 'RightMousePre...', 'ScopeLib', 'Terminate', and 'Zoom'.
- Graphical Objects:** A central workspace showing a process diagram with various graphical objects like tanks, pipes, and valves, some with warning icons.
- Buttons:** A set of control buttons on the right, including 'Shut down', 'Auto Mode', and 'Simulation'.
- Software Update Installation:** A notification box at the bottom right indicating that new software updates are available and will be installed automatically.

Datapoint Types και **Datapoints**: παρόμοια λογική με C STRUCTs

Datapoint Types: Καθορίζουν τη δομή των δεδομένων ίδιου τύπου (ρόλος κλάσης)

Datapoints: Είναι αναφορές των Datapoint Types τους και περιέχουν τα δεδομένα σε Datapoint Elements

Datapoint Elements: Το χαμηλότερο επίπεδο αποθήκευσης δεδομένων. Τα Datapoint Elements μπορούν να είναι: int, uint, double, float, long, string, boolean, ...

Ενέργειες και παραμετροποιήσεις: **Datapoint configs**

- `_address`
- `_alert_hdl`
- `_archive`
- `_smooth`

Finite State Machine στην επιστήμη υπολογιστών

- Το σύστημα περιγράφεται από **καταστάσεις**
- **Γεγονότα** μπορούν να πυροδοτήσουν μία ενέργεια οπότε και την αλλαγή κατάστασης του συστήματος
- Το σύστημα έχει **αρχική κατάσταση**

Ιεραρχία FSM στο CERN σε δενδροειδή μορφή

Χρήση των **STATUS** και **STATE** για την περιγραφή οποιουδήποτε συστήματος:

- **Device Unit:** Χαμηλό επίπεδο, κρίσιμοι παράμετροι συστήματος
- **Control Unit:** Μοντελοποίηση και έλεγχος των Device και Logical Unit
- **Logical Unit:** Περιέχει Device Units αλλά όχι Control Units

SMI++

Ορισμός των States, Status και Commands των Unit

Status	State	
OK	GREEN	<i>Final</i>
WARNING	BLUE	<i>Not final</i>
ERROR	DARK BLUE	<i>Low operational</i>
FATAL	TURQUOISE	<i>Standby</i>
	LIGHT BLUE	<i>Transient</i>
	ORANGE	<i>Error</i>
	RED	<i>Severe Error</i>

MUON SYSTEMS

MDT	READY	OK	✓
RPC	READY	OK	✓
TGC	READY	OK	✓
MMG	READY	WARNING	⚠
STG	READY	OK	✓
MUON	READY	OK	✓

MUON SYSTEMS

MMG	W
MMG-A	W
MMG-C	OK
INF	OK
STG	OK
STG-A	OK
STG-C	OK
INF	OK
MUON	W
MDT	OK
RPC	OK
TGC	OK
Caen	OK

MUON Overview Status

ATLAS	W
LHC	OK
MuonBG	OK
DCS BE	OK

ATLAS-LHC

- StableBeamOff
- dump
- adjust
- injection

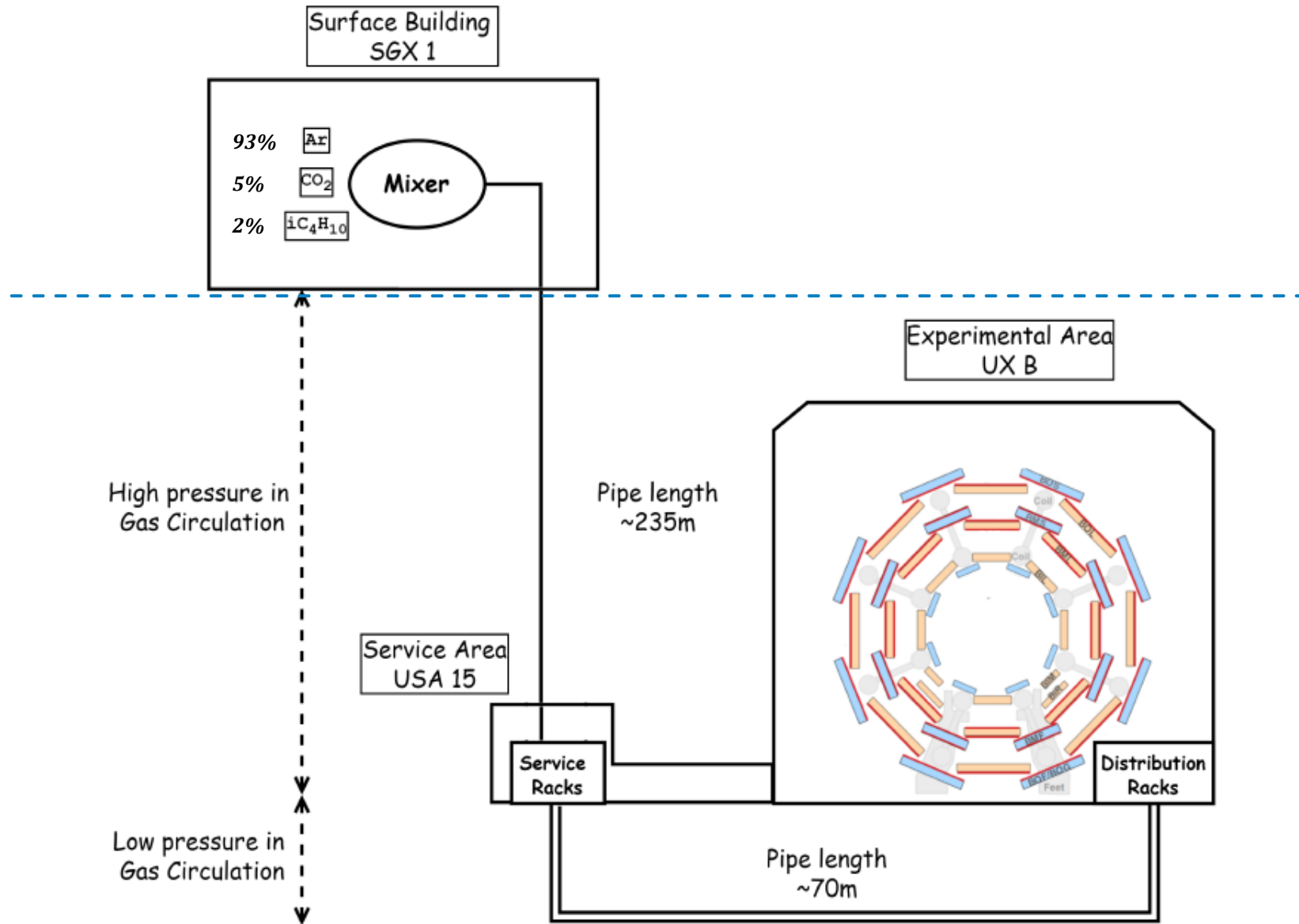
MDT

Κύρια στοιχεία της FSM του ATLAS:

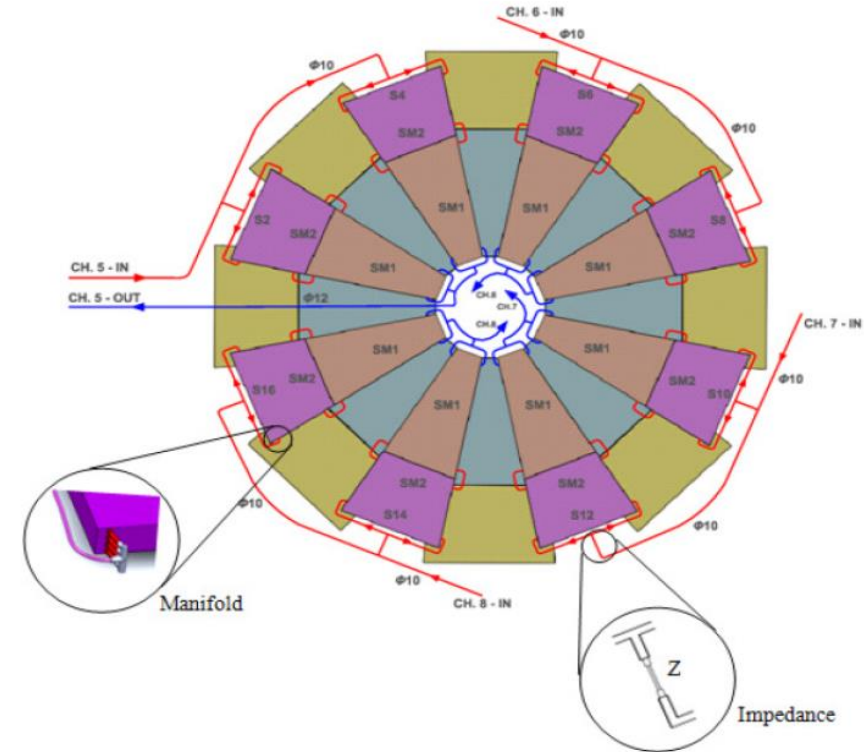
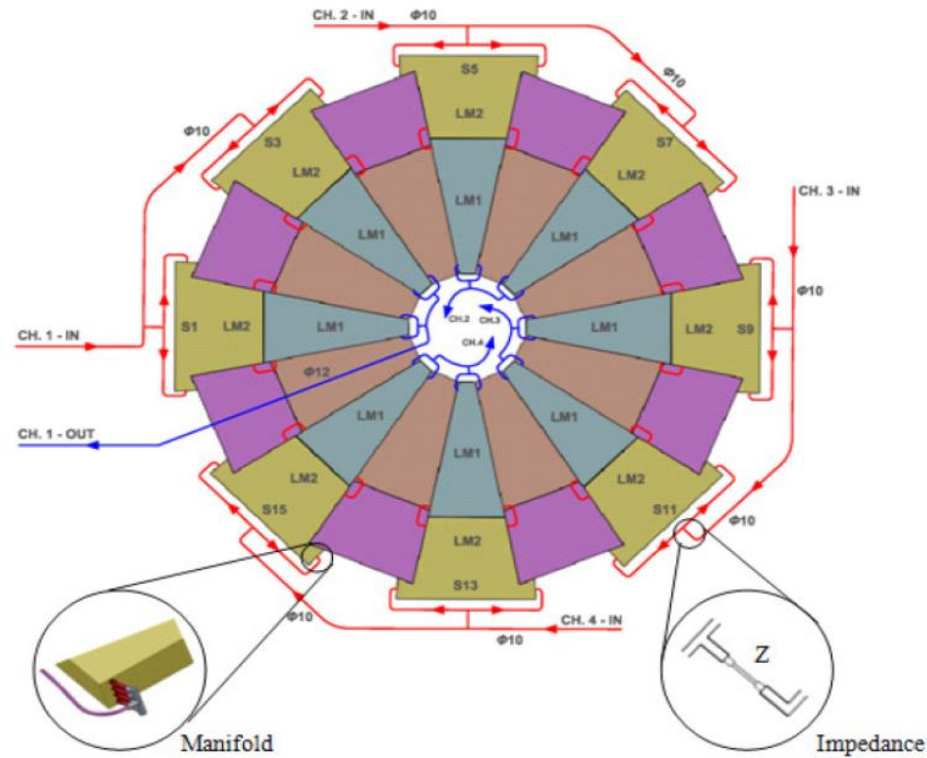
- Χρήση WinCC OA main panels και secondary panels για κάθε επίπεδο
- Αναπαράσταση της ιεραρχίας
- Αναπαράσταση της φυσικής δομής των διατάξεων
- Χρήση της fwFsmAtlas.ct1 για την εμφάνιση των Status και States

TGC

Το σύστημα ελέγχου για το σύστημα αερίου του
ανιχνευτή Micromegas



Η παροχή αερίου στις ανιχνευτικές διατάξεις



Παροχή Αερίου (ανά Wheel)

8 κανάλια **εισόδου** (4 για Large + 4 για Small)

8 κανάλια **εξόδου** (4 για Large + 4 για Small)

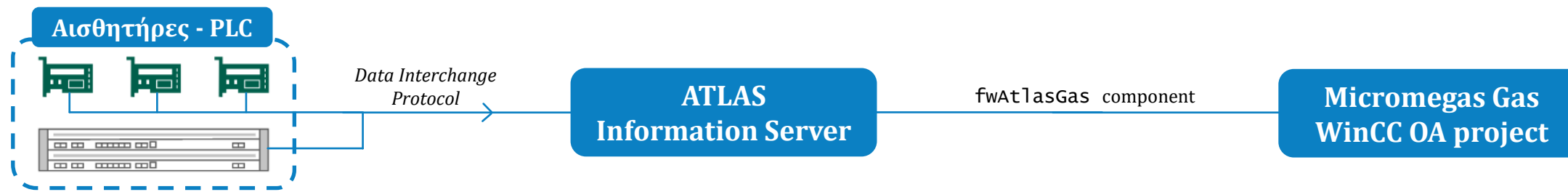
Ρυθμιστές πίεσης εισόδου για το κάθε rack

Παρακολούθηση παραμέτρων (ανά Wheel)

16 **Mass Flow Controllers** μέτρησης ροής στην κάθε **είσοδο**

16 **Mass Flow Controllers** μέτρησης ροής στην κάθε **έξοδο**

Αισθητήρες πίεσης εισόδου



Data Interchange Protocol - DIP

- Οργάνωση δεδομένων σε key-value publications με χρονοσήμανση
- Quality-flag δεδομένων

Χρήση του DIP:

- Κεντρικός nameserver με όλα τα publications
- Επέκταση WinCC OA για χρήση στα datapoints

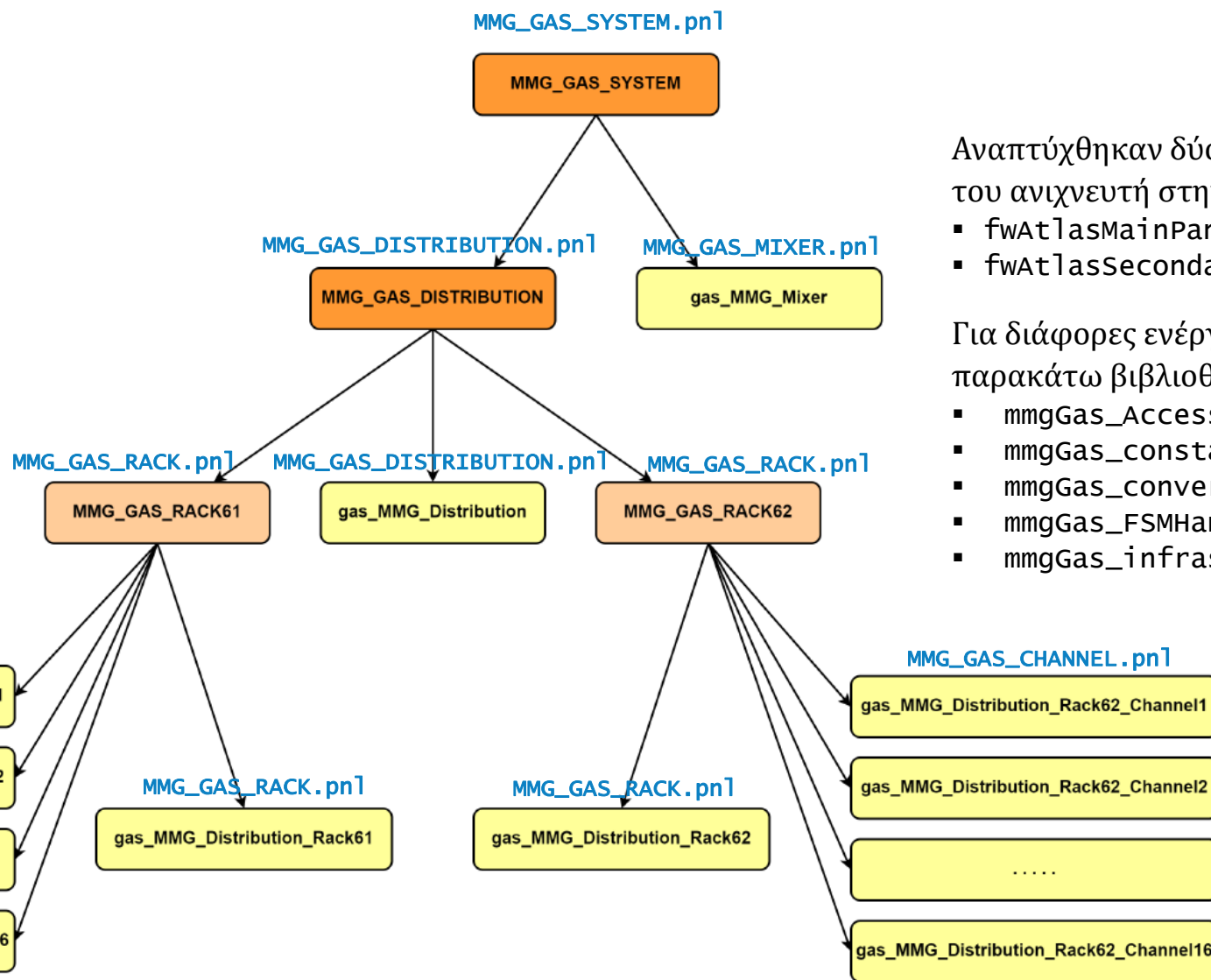
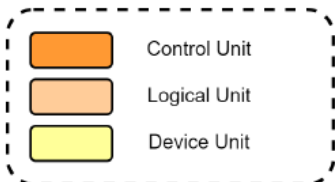
ATLAS Information Server

WinCC OA project:

- DIP publications των δεδομένων όλων των συστημάτων αερίου σε datapoints
- Διάταξη δεδομένων:
 - Datapoint Type: Data type
 - Datapoint: DIP key
 - Datapoint Element: DIP value
- Μη πρακτική αποθήκευση για την χρήση στη διάταξη του συστήματος ελέγχου

fwAtlasGas component

- Βιβλιοθήκες και εργαλεία για το χτίσιμο WinCC OA projects αερίου
- Διάταξη δεδομένων:
 - Datapoint Type: Μέρος συστήματος αερίου
 - Datapoint: Μέρος συστήματος αερίου για συγκεκριμένη τεχνολογία
 - Datapoint Element: DIP value
- Χρήση αλγορίθμου αντιγραφής των δεδομένων στην νέα, πιο πρακτική μορφή



Αναπτύχθηκαν δύο ομάδες panel για το σύστημα αερίου του ανιχνευτή στην FSM του ATLAS:

- fwAtlasMainPanels/mmgGas/*.pn1
- fwAtlasSecondaryPanels/mmgGas/*_info.pn1

Για διάφορες ενέργειες, αναπτύχθηκαν επίσης και οι παρακάτω βιβλιοθήκες:

- mmgGas_AccessControl.ct1
- mmgGas_constants.ct1
- mmgGas_conversions.ct1
- mmgGas_FSMHandling.ct1
- mmgGas_infrastructure.ct1

The screenshot displays the ATLAS MMG Infrastructure control interface. At the top, it shows the LHC status as 'READY OK' and the MMG status as 'READY OK'. A table lists various sectors and their states, such as 'STG: SECTOR 15: LAYER 1-P' and 'MMG: SECTOR 03: LAYER 8-HO'. The main interface is divided into several panels:

- Control/GCS:** MMG PLC is set to 'ON'.
- Mixer Module:** State is 'RUNNING', Status is 'OK', and Interlock is 'FALSE'. Gas levels are shown as Ar: 93.00%, CO2: 5.00%, and iC4H10: 2.00%.
- MICROMEGAS GAS SYSTEM:** Overall state is 'READY OK'.
- Copy Mechanism:** State is 'RUNNING'.
- Distribution Module:** State is 'RUN_READY', Status is 'OK'.
- Side A module (Rack 62):** State is 'RUN_READY', Status is 'OK'.
- Side C module (Rack 61):** State is 'RUN_READY', Status is 'OK'.

At the bottom, there are two circular diagrams representing the 'Gas Distribution UX15' for Side A (Rack 62) and Side C (Rack 61). Each diagram shows a central hub with 13 channels radiating outwards. The channels are color-coded: green for 'OPEN', yellow for 'UNKNOWN', and blue for 'CLOSED'. A legend at the bottom right explains these color codes.

FSM TREE GAS SYSTEM NODE

mmgLargeSector.xml

mmgSmallSector.xml

mmgStatus.xml

Mixer Module

Ar: 1.88 bar, 1175.0 Nl/h
 N₂: 1.76 bar, 63.2 Nl/h
 CO₂: 1.73 bar, 25.3 Nl/h
 iC₄H₁₀: 0.43 bar, 1262.8 L/h

Mixer info

Module State: **RUNNING**
 Module Status: **OK**
 Interlock: **FALSE**

Ar: 93.00 %
 CO₂: 5.00 %
 iC₄H₁₀: 2.00 %

Flow History

Ar Flow [Nl/h]: 1174.96
 CO₂ Flow [Nl/h]: 63.1641
 iC₄H₁₀ Flow [Nl/h]: 25.266

Concentration History

Ar (%): 92.9985
 CO₂ (%): 4.99957
 iC₄H₁₀ (%): 2.00135

FSM TREE MIXER NODE

Για την ανάπτυξη του panel:

- Ανάπτυξη των συναρτήσεων:
 - draw_mixer_schematics()
 - draw_mixer_alerts()
 - remove_mixer_schematics()
 - remove_mixer_alerts()

Παρακολούθηση δεδομένων

- Πίεση στην κάθε γραμμή παροχής
- Ροή αερίου στην κάθε γραμμή παροχής
- Εξωτερική πίεση
- Συνολική ροή παροχής αερίου
- Ποσοστιαία σύσταση κάθε αερίου
- Ιστορικά χρονοδιαγράμματα για:
 - Τη ροή σε κάθε γραμμή παροχής
 - Την σύσταση του αερίου σε κάθε γραμμή παροχής

05-09-2022
13:19:59

LHC READY OK

No Beam

Energy: 7864.2 GeV

Injection Permit: N

ATLAS is beam-safe: N

Stable beams flag: N

Go to Handshake: [] [] []

S Object Time n/A

W
R
D
U

MMG INFRASTRUCTURE GAS

MIXER RUNNING OK

Zoom: 100

3D View All connected

MIXER

Mixer Module

RUNNING OK

Ar 1175.0 NI/h 93.00 % 1.88 bar

CO₂ 63.2 NI/h 5.00 % 1.76 bar

iC₄H₁₀ 25.3 NI/h 2.00 % 1.73 bar

Interlock: FALSE

Alert Configuration: Mixer Module

Alert Settings Schematics

Enable All Disable All Save

	Fatal <	Error <	Warning <	OK	Warn >=	Error >=	Fatal >=	Current	
ArContent(%)								93.00	<input checked="" type="checkbox"/> enable <input type="checkbox"/>
CO2 Content (%)								5.00	<input checked="" type="checkbox"/> enable <input type="checkbox"/>
iC4H10 Content (%)								2.00	<input checked="" type="checkbox"/> enable <input type="checkbox"/>
Ar Pressure (bar)								1.84	<input checked="" type="checkbox"/> enable <input type="checkbox"/>
CO2 Pressure (bar)								1.74	<input checked="" type="checkbox"/> enable <input type="checkbox"/>
iC4H10 Pressure (bar)								1.73	<input checked="" type="checkbox"/> enable <input type="checkbox"/>
Out Pressure (bar)								0.43	<input checked="" type="checkbox"/> enable <input type="checkbox"/>
Ar Flow (NI/h)								1174.57	<input checked="" type="checkbox"/> enable <input type="checkbox"/>
CO2 Flow (NI/h)								63.14	<input checked="" type="checkbox"/> enable <input type="checkbox"/>
iC4H10 Flow (NI/h)								25.25	<input checked="" type="checkbox"/> enable <input type="checkbox"/>
Total Fresh Flow (NI/h)								1263.30	<input checked="" type="checkbox"/> enable <input type="checkbox"/>

	OK	Warning	Error	Fatal	Current	
Mixer Module State	RUNNING				12	<input checked="" type="checkbox"/> enable <input type="checkbox"/>
External Interlock	RUNNING				TRUE	<input checked="" type="checkbox"/> enable <input type="checkbox"/>
DataStatus Unknown	NO				FALSE	<input checked="" type="checkbox"/> enable <input type="checkbox"/>
Dip Invalid Flag	NO				FALSE	<input checked="" type="checkbox"/> enable <input type="checkbox"/>
Dip Bad Flag	NO				FALSE	<input checked="" type="checkbox"/> enable <input type="checkbox"/>
Dip Uncertain Flag	NO				FALSE	<input checked="" type="checkbox"/> enable <input type="checkbox"/>

FSM TREE MIXER NODE (alert config.)

Για την ανάπτυξη του panel:

- Ανακύκλωση παρόμοιων panel για μίκτες αερίου στο ATLAS
- Ο χειριστής (με κατάλληλα access rights) μπορεί να αλλάξει τα alert ranges

The screenshot displays the ATLAS MMG GAS control interface. At the top, it shows the LHC status as 'READY OK' and the energy level as 7864.2 GeV. A table on the right lists various sectors and their states. The main panel is titled 'Distribution Module' and shows the 'Gas Distribution UX15' module with a state of 'RUN_READY' and a total inflow of 1149.900 NI/h. Below this, two circular diagrams represent the gas distribution for Side A (Rack 62) and Side C (Rack 61). Each diagram shows a central circle with 5 channels, surrounded by 9 large sectors and 13 small sectors. The status for each side is 'READY OK'. A legend at the bottom right indicates channel states: UNKNOWN (yellow), OPEN (green), and CLOSED (blue). The interface also includes a 3D view of the detector and various navigation and zoom controls.

FSM TREE DISTRIBUTION NODE

Για την ανάπτυξη του panel:

- Χρήση της συνάρτησης `draw_nsw_sides()`

Παρακολούθηση δεδομένων

- Συνολική ροή αερίου

- `mmgLargeSector.xml`
- `mmgSmallSector.xml`
- `mmgStatus.xml`

ATLAS MMG GAS DISTRIBUTION

RACK 61 READY OK ✓

Channel	Status	OK	✓
CHANNEL 1	OPEN	OK	✓
CHANNEL 2	OPEN	OK	✓
CHANNEL 3	OPEN	OK	✓
CHANNEL 4	OPEN	OK	✓
CHANNEL 5	OPEN	OK	✓
CHANNEL 6	OPEN	OK	✓
CHANNEL 7	OPEN	OK	✓
CHANNEL 8	OPEN	OK	✓
CHANNEL 9	OPEN	OK	✓
CHANNEL 10	OPEN	OK	✓
CHANNEL 11	OPEN	OK	✓
CHANNEL 12	OPEN	OK	✓
CHANNEL 13	OPEN	OK	✓
CHANNEL 14	OPEN	OK	✓
CHANNEL 15	OPEN	OK	✓
CHANNEL 16	OPEN	OK	✓

Distribution Rack 61 READY OK

Module State: RUN_READY
Module Status: OK
Input Pressure: 44.689 bar

Channel	Volume	Flow In (N/h)	Flow Out (N/h)	Gas Loss (N/h)
Channel 1	80 m3	28.5	34.5	-5.980
Channel 2	50 m3	-	-	-
Channel 3	80 m3	29.2	28.4	0.797
Channel 4	50 m3	-	-	-
Channel 5	80 m3	33.5	39.9	-6.379
Channel 6	50 m3	-	-	-
Channel 7	80 m3	28.5	33.0	-4.485
Channel 8	50 m3	-	-	-
Channel 9	80 m3	31.7	46.6	-14.950
Channel 10	50 m3	-	-	-
Channel 11	80 m3	40.2	67.9	-27.708
Channel 12	50 m3	-	-	-
Channel 13	80 m3	28.7	32.1	-3.389
Channel 14	50 m3	-	-	-
Channel 15	80 m3	44.3	43.6	0.698
Channel 16	50 m3	-	-	-

Data Integrity menu items:
DataStatus Unknown
DIP Invalid Flag
DIP Bad Flag
DIP Uncertain Flag

Distribution Rack 62 READY OK

Ch	Status	OK
Ch 1	OPEN	OK
Ch 2	OPEN	OK
Ch 3	OPEN	OK
Ch 4	OPEN	OK
Ch 5	OPEN	OK
Ch 6	OPEN	OK
Ch 7	OPEN	OK
Ch 8	OPEN	OK
Ch 9	OPEN	OK
Ch 10	OPEN	OK
Ch 11	OPEN	OK
Ch 12	OPEN	OK
Ch 13	OPEN	OK
Ch 14	OPEN	OK
Ch 15	OPEN	OK
Ch 16	OPEN	OK

mmgGasChannel1_schematic.xml

FSM TREE RACK NODE

- Για την ανάπτυξη του panel:
- Ανάπτυξη των συναρτήσεων:
 - draw Rack schematics()
 - draw Rack alerts()
 - remove Rack schematics()
 - remove Rack alerts()

Παρακολούθηση δεδομένων

- Πίεση εισόδου στο rack
- Ροή εισόδου και εξόδου για κάθε κανάλι
- Διαρροή αερίου από κάθε κανάλι

Rack 61 READY OK ✓

Channel	Status	Alert	Checkmark
Rack Control	RUN_READY	OK	✓
CHANNEL 1	OPEN	OK	✓
CHANNEL 2	OPEN	OK	✓
CHANNEL 3	OPEN	OK	✓
CHANNEL 4	OPEN	OK	✓
CHANNEL 5	OPEN	OK	✓
CHANNEL 6	OPEN	OK	✓
CHANNEL 7	OPEN	OK	✓
CHANNEL 8	OPEN	OK	✓
CHANNEL 9	OPEN	OK	✓
CHANNEL 10	OPEN	OK	✓
CHANNEL 11	OPEN	OK	✓
CHANNEL 12	OPEN	OK	✓
CHANNEL 13	OPEN	OK	✓
CHANNEL 14	OPEN	OK	✓
CHANNEL 15	OPEN	OK	✓
CHANNEL 16	OPEN	OK	✓

Alert Configuration: Rack

Set All Chans

Alert Settings Schematics

Enable All Disable All Save

Rack Module State: RUNNING OTHER

Channel	Fatal <	Error <	Warning <	OK	Warn >=	Error >=	Fatal >=	Current	enable
Chan 1 Gas Loss (NI/h)	-10.00	-5.00		5.00	10.00			-5.98	<input type="checkbox"/>
Chan 2 Gas Loss (NI/h)	-10.00	-5.00		5.00	10.00			-0.80	<input type="checkbox"/>
Chan 3 Gas Loss (NI/h)	-10.00	-5.00		5.00	10.00			0.80	<input type="checkbox"/>
Chan 4 Gas Loss (NI/h)	-10.00	-5.00		5.00	10.00			3.59	<input type="checkbox"/>
Chan 5 Gas Loss (NI/h)	-10.00	-5.00		5.00	10.00			-6.38	<input type="checkbox"/>
Chan 6 Gas Loss (NI/h)	-10.00	-5.00		5.00	10.00			8.37	<input type="checkbox"/>
Chan 7 Gas Loss (NI/h)	-10.00	-5.00		5.00	10.00			-4.49	<input type="checkbox"/>
Chan 8 Gas Loss (NI/h)	-10.00	-5.00		5.00	10.00			2.79	<input type="checkbox"/>
Chan 9 Gas Loss (NI/h)	-10.00	-5.00		5.00	10.00			-14.95	<input type="checkbox"/>
Chan 10 Gas Loss (NI/h)	-10.00	-5.00		5.00	10.00			1.40	<input type="checkbox"/>
Chan 11 Gas Loss (NI/h)	-10.00	-5.00		5.00	10.00			-27.71	<input type="checkbox"/>
Chan 12 Gas Loss (NI/h)	-10.00	-5.00		5.00	10.00			-12.06	<input type="checkbox"/>
Chan 13 Gas Loss (NI/h)	-10.00	-5.00		5.00	10.00			-3.39	<input type="checkbox"/>
Chan 14 Gas Loss (NI/h)	-10.00	-5.00		5.00	10.00			11.86	<input type="checkbox"/>
Chan 15 Gas Loss (NI/h)	-10.00	-5.00		5.00	10.00			1.10	<input type="checkbox"/>
Chan 16 Gas Loss (NI/h)	-10.00	-5.00		5.00	10.00			6.58	<input type="checkbox"/>

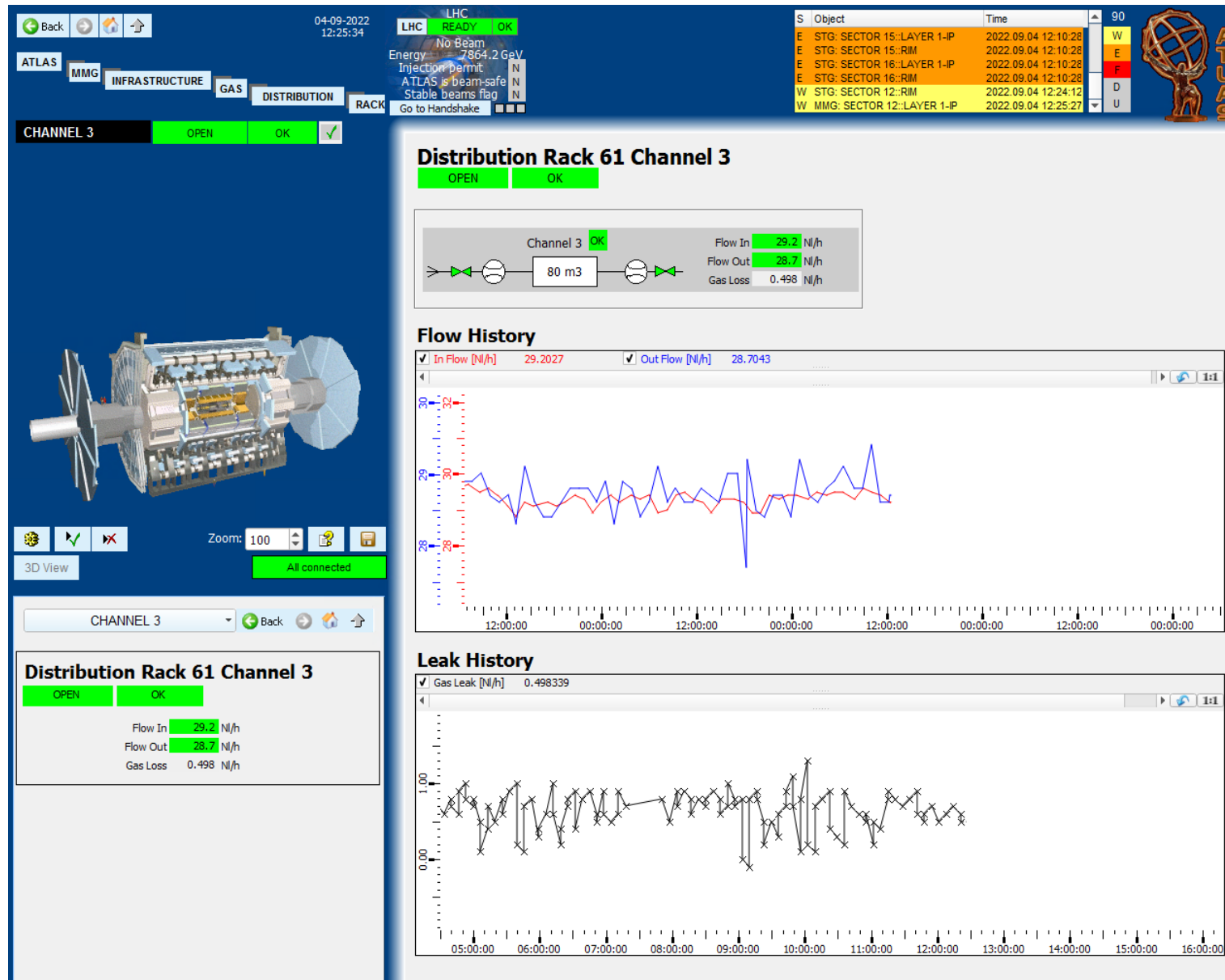
Distribution Rack 61 READY OK

Ch 1	OPEN	OK	Ch 2	OPEN	OK
Ch 3	OPEN	OK	Ch 4	OPEN	OK
Ch 5	OPEN	OK	Ch 6	OPEN	OK
Ch 7	OPEN	OK	Ch 8	OPEN	OK
Ch 9	OPEN	OK	Ch 10	OPEN	OK
Ch 11	OPEN	OK	Ch 12	OPEN	OK
Ch 13	OPEN	OK	Ch 14	OPEN	OK
Ch 15	OPEN	OK	Ch 16	OPEN	OK

FSM TREE RACK NODE (alert config.)

Για την ανάπτυξη του panel:

- Ανακύκλωση παρόμοιων panel για μίκτες αερίου στο ATLAS
- Ο χειριστής (με κατάλληλα access rights) μπορεί να αλλάξει τα alert ranges



Παρακολούθηση δεδομένων

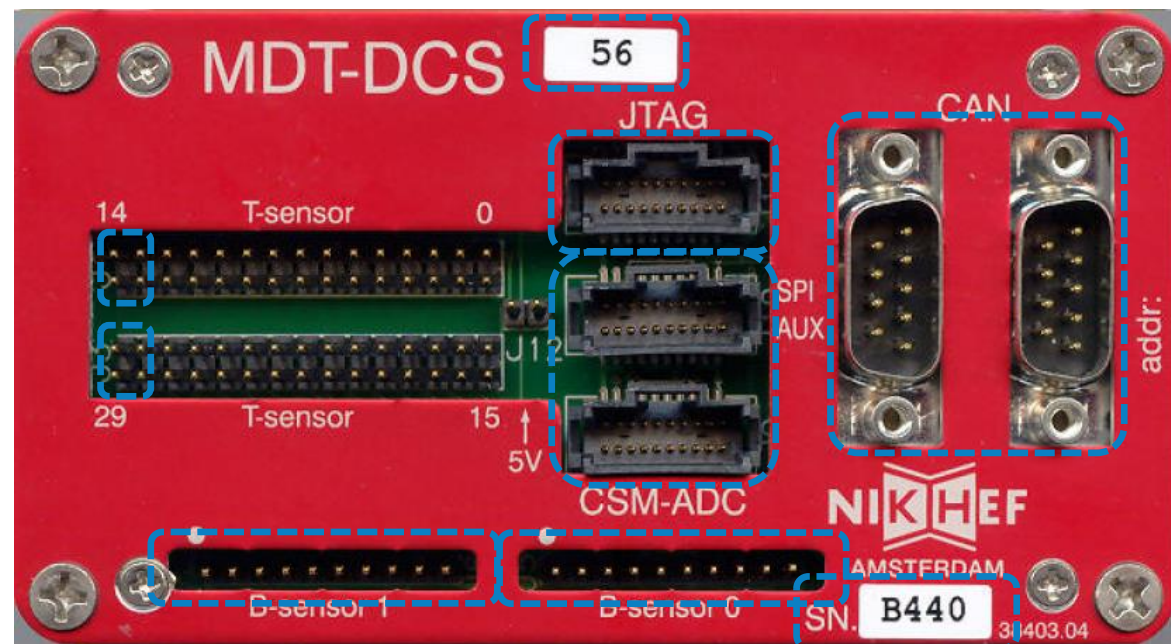
- Ροή εισόδου και εξόδου για κάθε κανάλι
- Διαρροή αερίου από κάθε κανάλι
- Ιστορικά χρονοδιαγράμματα για
 - Την ροή εισόδου και εξόδου στο κανάλι
 - Την διαρροή του αερίου στον ανιχνευτή

Το σύστημα ελέγχου για την παρακολούθηση
του μαγνητικού πεδίου στο New Small Wheel

Λήψη των δεδομένων με το MDM (MDT-DCS Module):

- Προγραμματιζόμενος μικροελεγκτής
- Αναλογικές/Ψηφιακές εισοδοι/έξοδοι
 - **B-Field sensors** (αισθητήρες μαγνητικού πεδίου)
 - T-sensors (αισθητήρες θερμοκρασίας)
 - Διεπαφή SPI
 - Διεπαφή JTAG
 - Διεπαφή CANbus

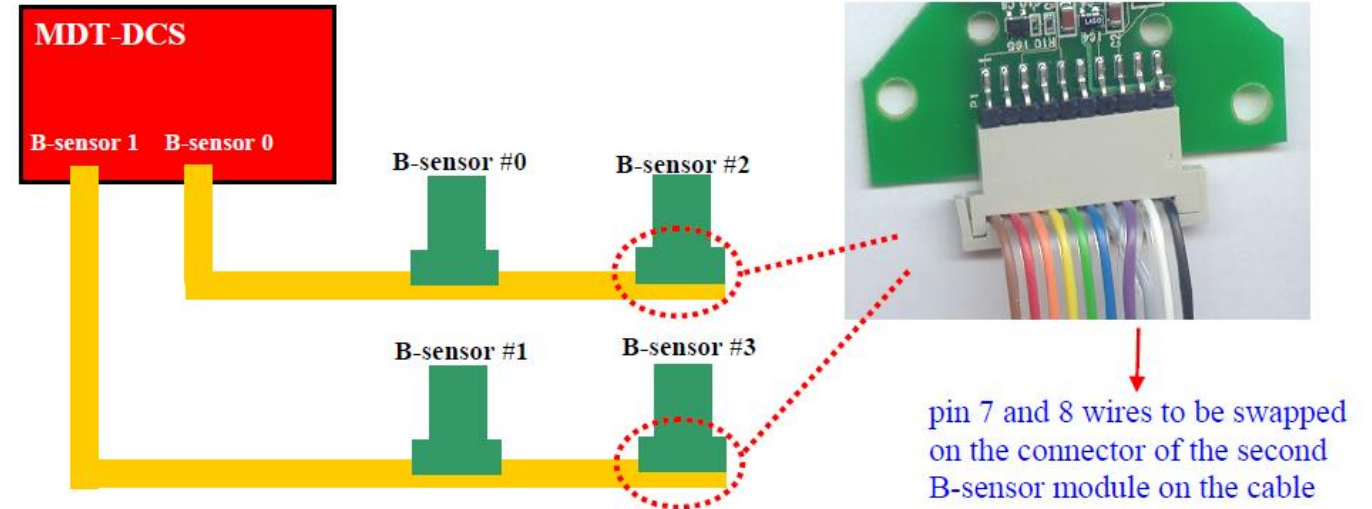
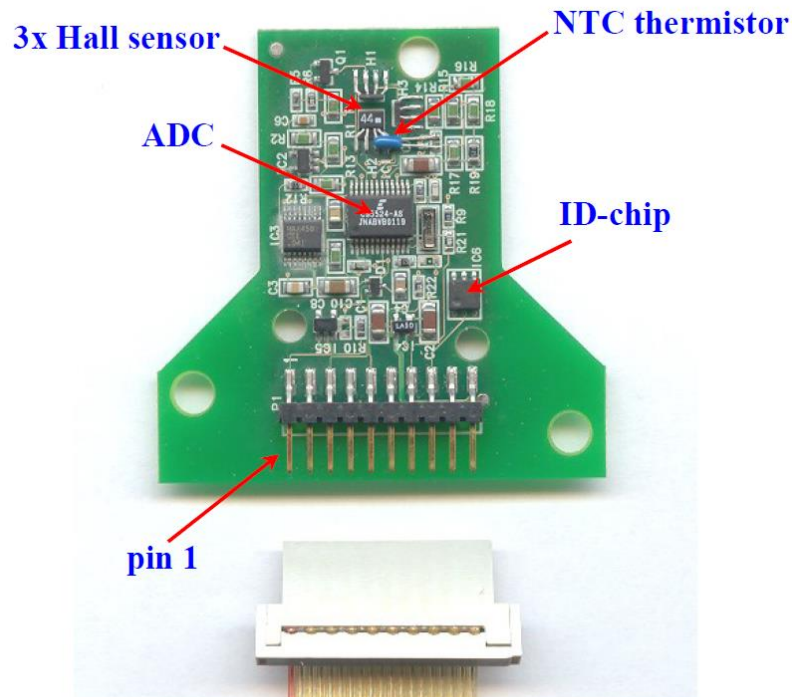
Τα MDM διακρίνονται από το ID και το Serial Number τους



B-Field sensor

Κάθε B-Field sensor αποτελείται από:

- 3 Hall effect αισθητήρες και έναν αισθητήρα θερμοκρασίας NTC
- 24-bit ADC
- Μοναδικό ID-chip
- Είσοδος για 10-pin IDC flat cable

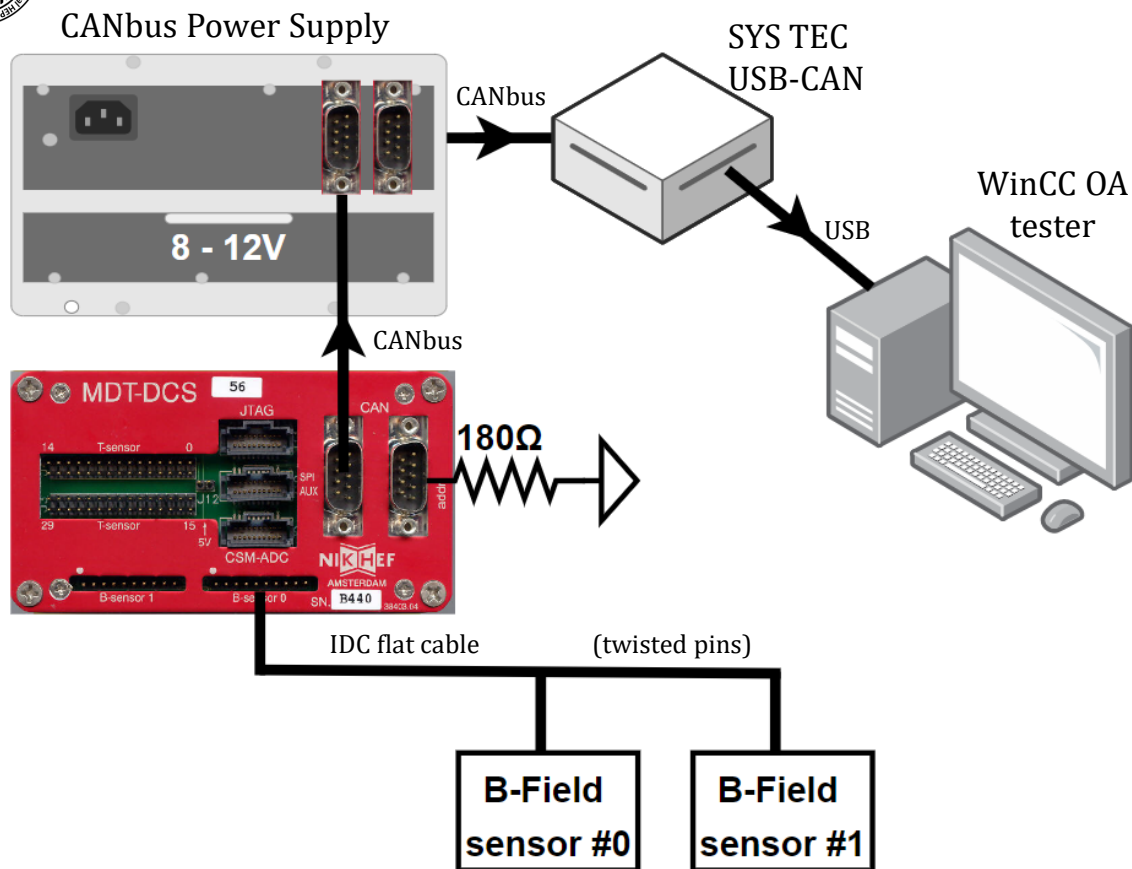


Λήψη δεδομένων μέσω της διεπαφής SPI

- Εγγραφή του **bfMask** με τη χρήση του CANOpen πρωτοκόλλου
- **Κανένας** ή **έως 4** B-Field sensors μπορούν να παρακολουθούνται ταυτόχρονα από ένα MDM
- Το MDM δίνει την τιμή του μαγνητικού πεδίου:

MDT-DCS module → Host

COB-ID	Data Byte 0	Data Byte 1	Data Byte 2-4
480h + <i>NodeID</i>	Channel number	ADC-config	24-bit ADC value



WinCC OA tester

- Ανάπτυξη κατάλληλης βιβλιοθήκης για τα graphical objects και το panel
- Ανάπτυξη του `stgBmonSensorTester.pnl`

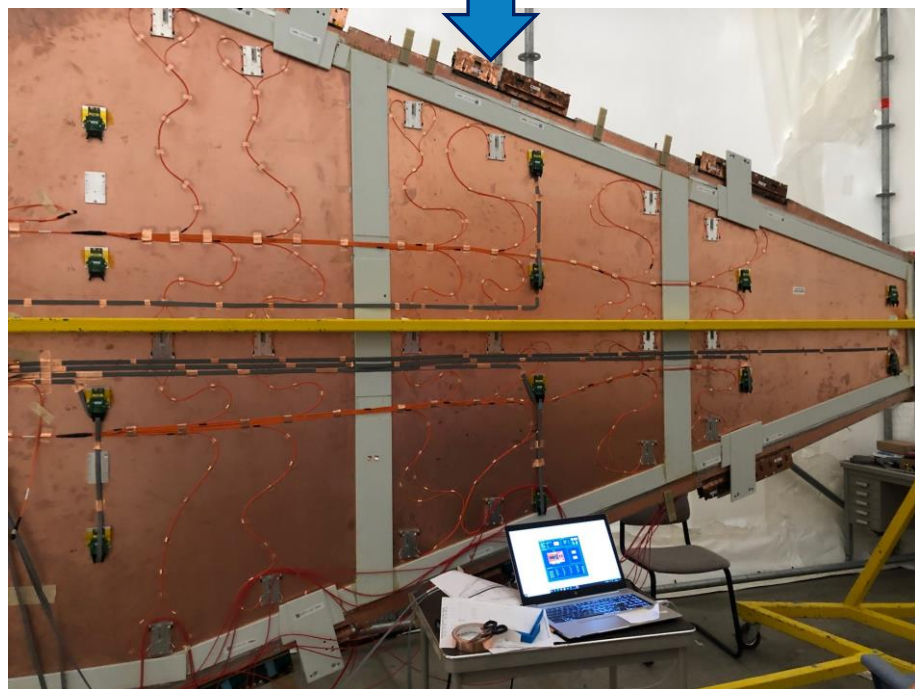
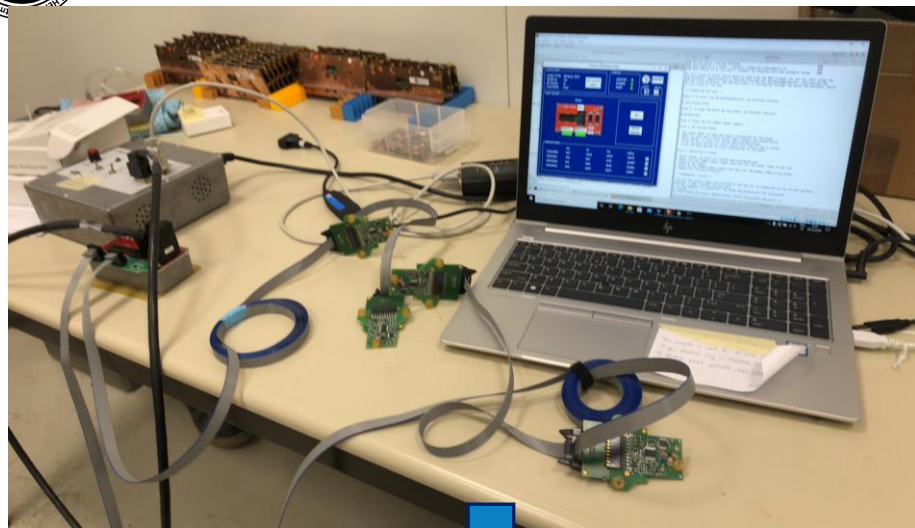
The screenshot shows the WinCC OA tester software interface. The interface is divided into several sections:

- LOCAL INFO:** NODE TYPE: BFIELD_TEST, NODE ID: 119, BF-MASK: 16, CAN PORT: can0. A 'GET LOCAL INFO' button is present.
- STATUS:** SERVER, POWER, and PORT status indicators (all green). 'EXIT' and 'HELP' buttons are also present.
- TEST SETUP:** A 'Done!' message is displayed above a sensor board image. A 'TEST' button is visible.
- SENSOR DATA:** A table showing sensor readings for four sensors (SENSOR0, SENSOR1, SENSOR2, SENSOR3) across four channels (H0, H1, H2, mDeg).

	H0	H1	H2	mDeg	
SENSOR0:	-125	1929	2210	22152	
SENSOR1:	0	0	0	0	
SENSOR2:	741	1088	1604	22525	
SENSOR3:	0	0	0	0	

Λογισμικό

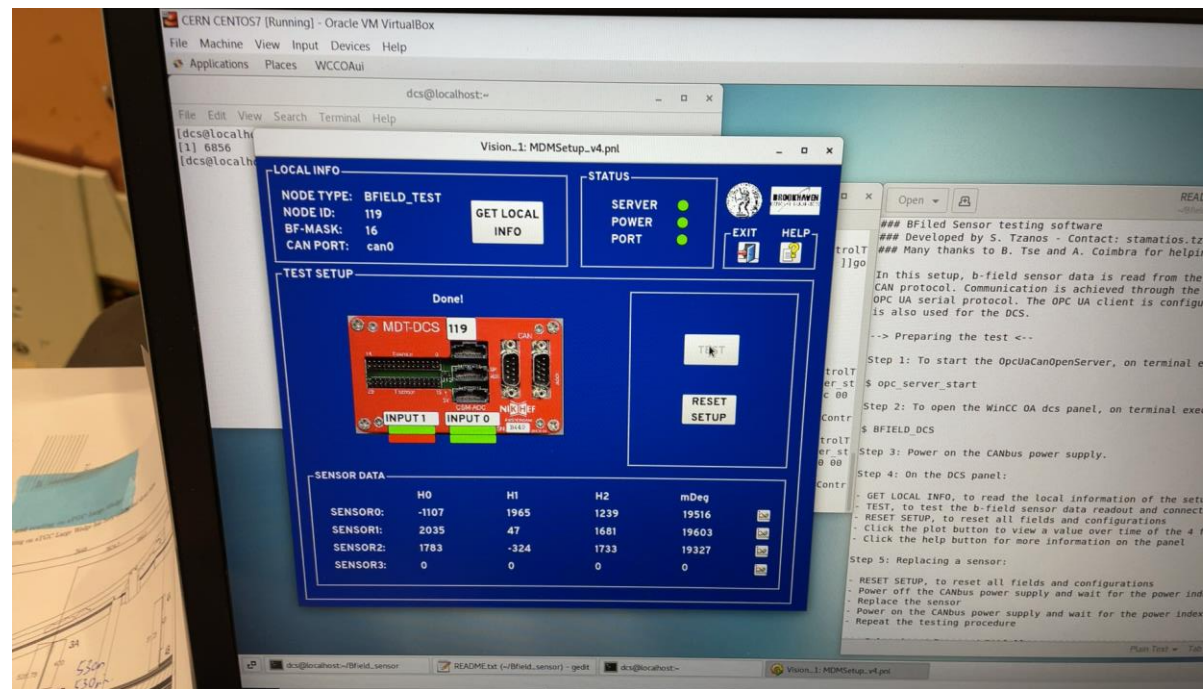
- Εγκατάσταση του WinCC OA σε ένα laptop
- Εγκατάσταση των SYS TEC drivers
- Στήσιμο ενός OPC UA CAN Open server στο laptop
- Σύνδεση του WinCC OA OPC UA client στο server
- Λήψη δεδομένων από τον WinCC OA driver



Ο δοκιμαστικός σταθμός χρησιμοποιήθηκε στο κτήριο 180 του CERN για:

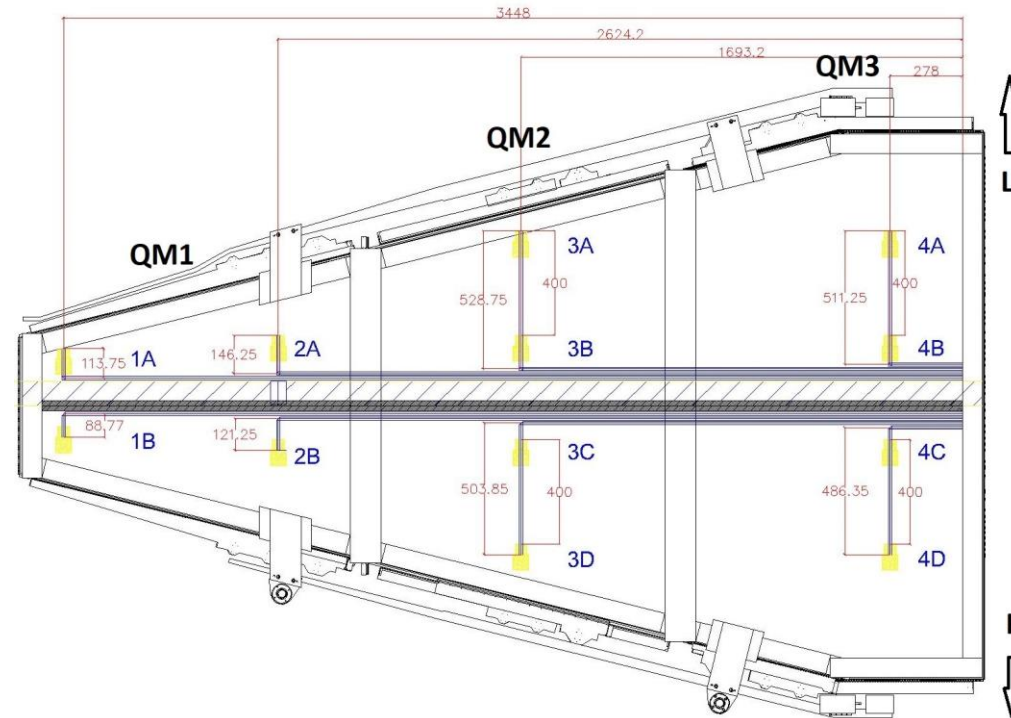
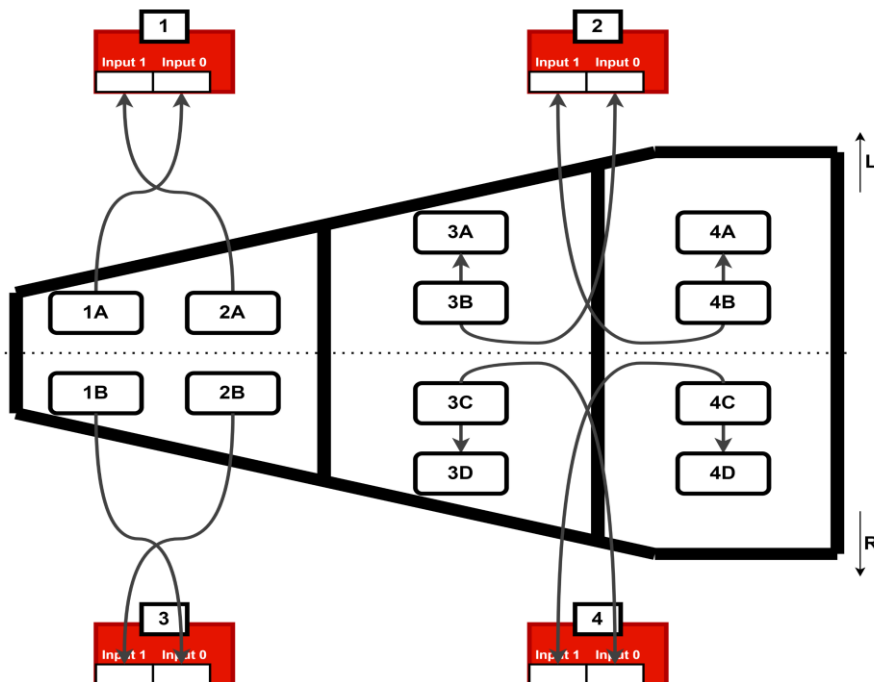
- Την δοκιμή όλων των αισθητήρων πριν την εγκατάσταση
- Την δοκιμή των αισθητήρων μετά την εγκατάσταση

Συνολικά, η δοκιμή ήταν επιτυχής για **191/192** αισθητήρες για το πείραμα



Πόσοι αισθητήρες στο NSW;

- 12 B-Field sensor ανά Large sTGC
96 B-Field sensors ανά wheel
→ 192 B-Field sensors σύνολο
- 4 MDMs ανά Large sTGC Double Wedge
32 MDMs ανά wheel
→ 64 MDMs σύνολο



Συνδεσμολογία και mapping;

- Τα MDM τοποθετούνται με βάση την παράμετρο "side on spoke"
- Οι B-Field sensors συνδέονται με βάση το label τους και την τοποθεσία τους



Εγκατάση και φυσική θέση των MDM

- Παρακολούθηση σε τεταρτοκύκλια – 8 MDM ανά αλυσίδα CANbus
- 2 SYS TEC CAN-USB με διπλές εισόδους ανά wheel
- 2 CANbus Power Supply ανά wheel
- 2 OPC UA Server ανά wheel
- Προγραμματισμός της bfMask για όλα τα MDM



Vision_1: BsensorMonitor191.xml

NSW - Side A

REFRESH EXIT HELP

NTU Athens
BROOKHAVEN
X 100K.41 1.4.2004.02.01

NSW - Side A - Sector 7

NODE 1
bfMask: 0x3

bfData	H0	H1	H2	mDeg
B0	16776105	926	2041	26517
B1	1287	723	1420	26352
B2	0	0	0	0
B3	0	0	0	0

NODE 2
bfMask: 0xF

bfData	H0	H1	H2	mDeg
B0	824	1376	16776793	26740
B1	0	0	0	0
B2	255	1905	1011	27357
B3	0	0	0	0

NODE 3
bfMask: 0x3

bfData	H0	H1	H2	mDeg
B0	51	301	2538	26105
B1	16775936	3020	545	7767
B2	0	0	0	0
B3	0	0	0	0

NODE 4
bfMask: 0xF

bfData	H0	H1	H2	mDeg
B0	1050	16776702	1004	26360
B1	16777134	2361	537	27619
B2	16777028	922	16776619	26159
B3	16775055	2040	224	27519

Σχεδιασμός του συστήματος παρακολούθησης

- Ανάπτυξη βιβλιοθήκης με συναρτήσεις αυτοματισμού
- Ανάπτυξη γραφικών αντικειμένων και των panel παρακολούθησης

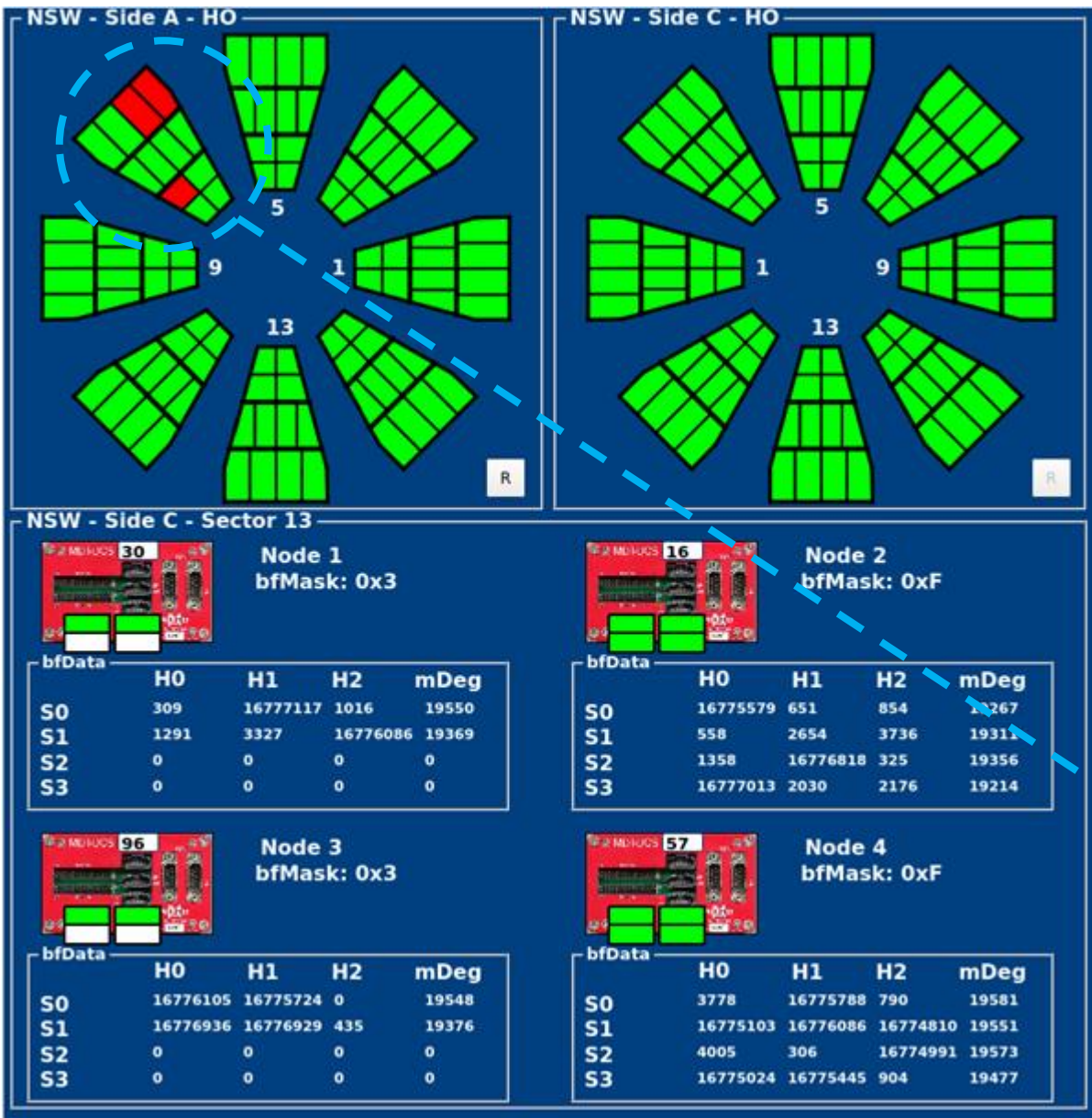
Commissioning των B-Field sensors

- Αναγνώριση των αισθητήρων με ελαττωματική συμπεριφορά
- Δοκιμές επαναφοράς:
 - Με χρήση του CANopen πρωτοκόλλου
 - Με παρέμβαση στις θέσεις εγκατάστασης

Συνολικά, επιτυχές commissioning για **189/192** αισθητήρες για το πείραμα

Περίπτωση βραχυκυκλωμένου IDC Cable

Περίπτωση ελαττωματικού αισθητήρα



Μετά την εγκατάσταση των Wheel:

- Χρήση των OPC UA Server για την λήψη των δεδομένων στο project
- Σύνδεση των αλυσίδων CANbus με multihost SYS TEC CAN-USB συσκευή

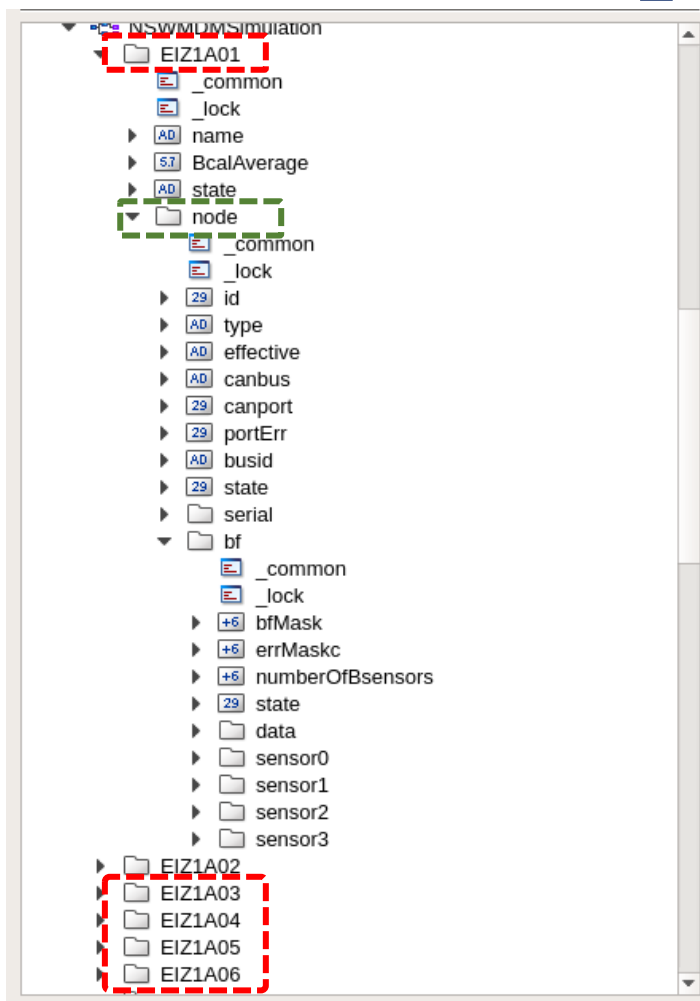
Σχεδιασμός του συστήματος παρακολούθησης

- Βελτίωση της ήδη υπάρχουσας βιβλιοθήκης με τις συναρτήσεις αυτοματισμού
- Αναβάθμιση των γραφικών αντικειμένων και των panel παρακολούθησης για περισσότερη λεπτομέρεια

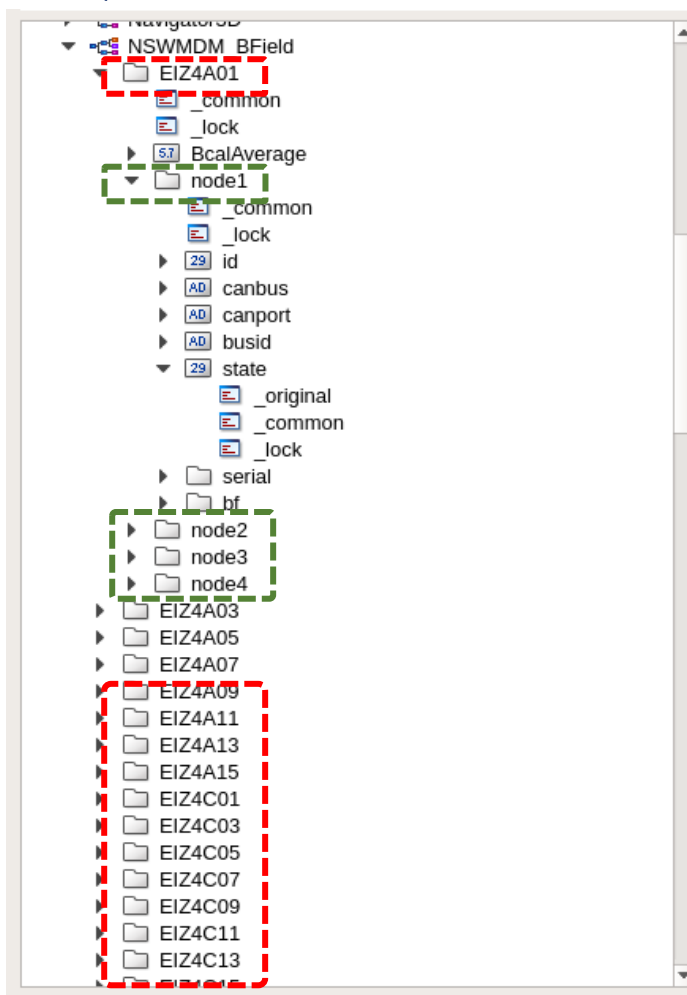
Ίδιοι ελαττωματικοί αισθητήρες από το 191

bfCopycat_<side>.ctl

MDT Format



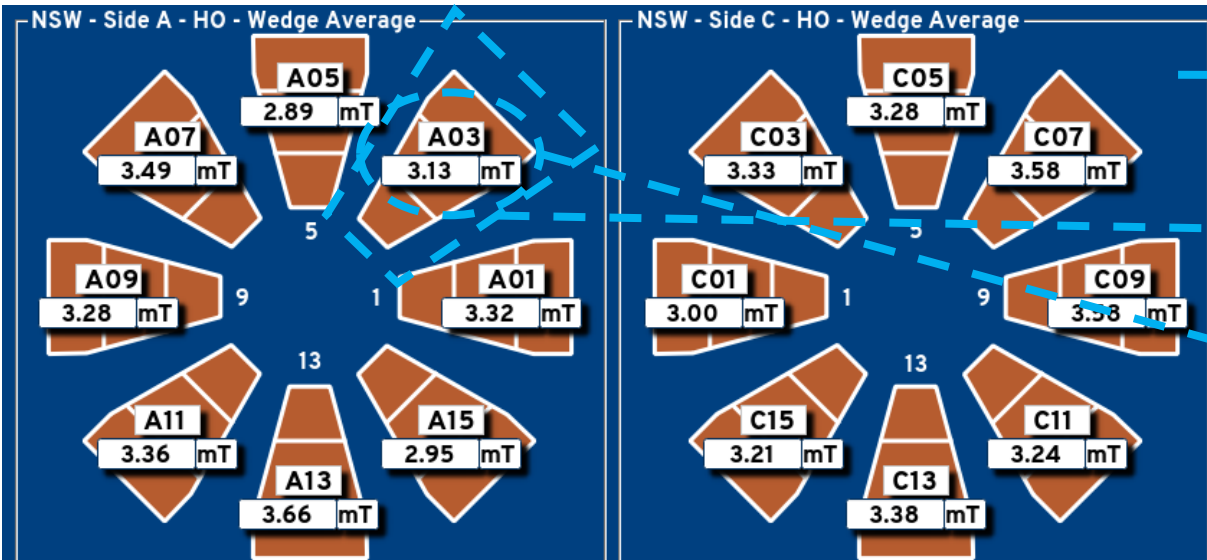
NSW Format



Προσομοίωση μηχανισμού αντιγραφής πριν το release

- Ανάπτυξη βιβλιοθήκης για το χτίσιμο, το archiving και τις συναρτήσεις των datapoint
- Ανάπτυξη του script προσομοίωσης των τιμών του MDT Format
- Ανάπτυξη των bfCopycat_<side>.ctl scripts για την αντιγραφή των δεδομένων

Παρακολούθηση του μαγνητικού πεδίου γύρω από το New Small Wheel



stgBmon.xml

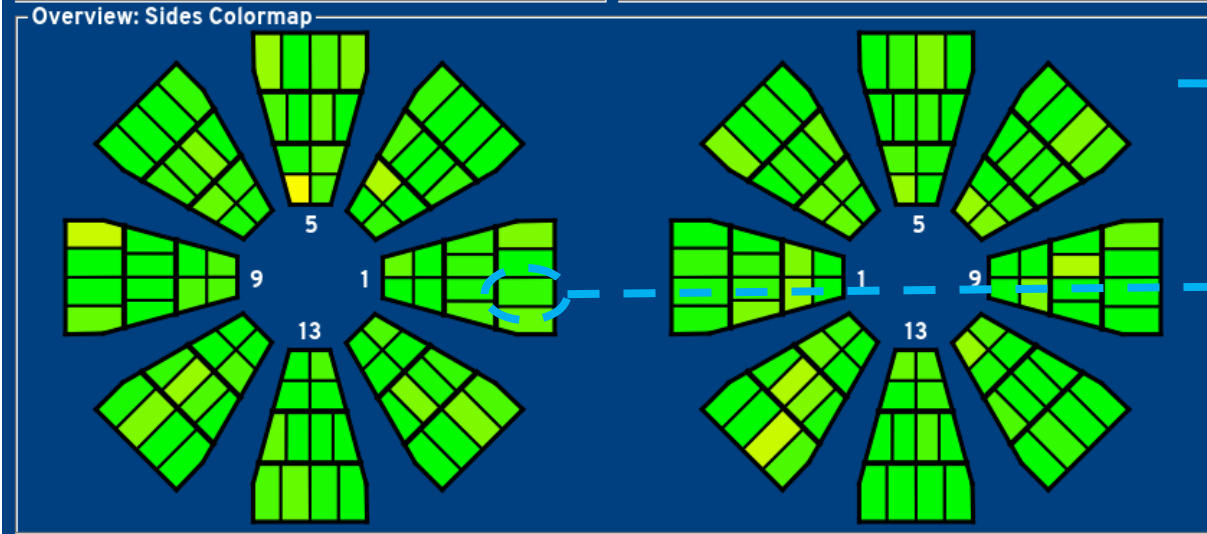
sector view του A03 (clicked)

Μέση τιμή μαγνητικού πεδίου στον ανιχνευτή stgBmon_AvgCalculator.c1

colormap view

sensor view του αισθητήρα 4C στον A01 (clicked)
Αρμυρικός κωδικός για τα εύρη τιμών (αόριστα εύρη)

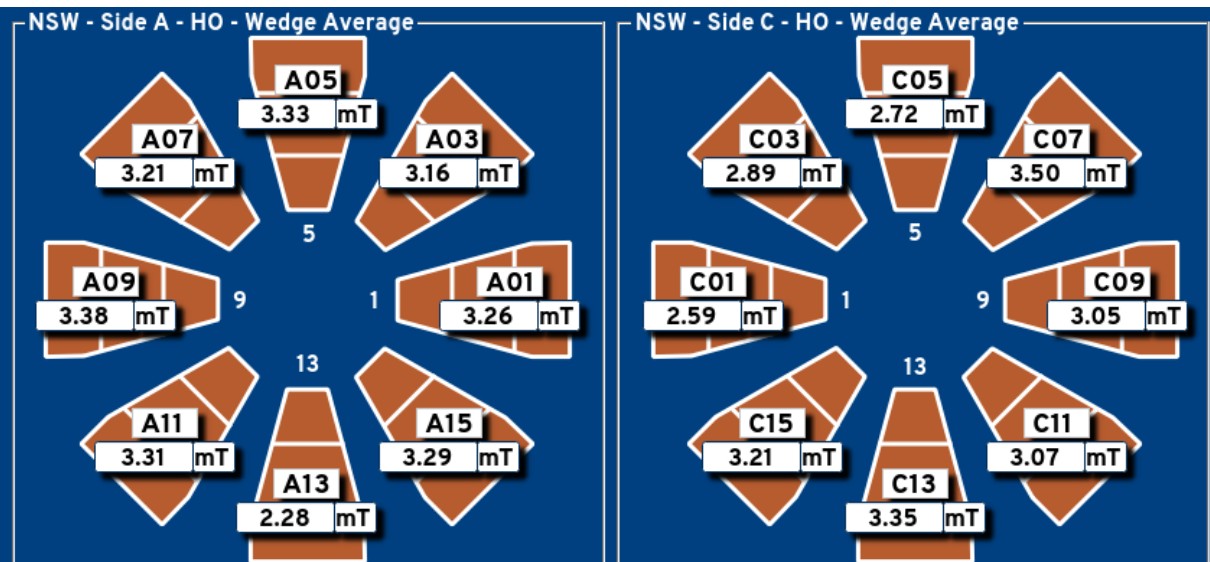
mdm_map view (clicked)



View: Colormap, MDM Map

Color scheme (mT): 3.25, 3.75, 4.25, 4.75, 5.25, > 5.75, Fatal, Masked

Παρακολούθηση του μαγνητικού πεδίου γύρω από το New Small Wheel



Overview: Sides MDM Map - Select Row from Table and click Monitor

SIDE A

Sector	MDM ID	Spoke	Side	Serial Num.
A01	113	1		C753
A01	39	2		C807
A01	116	3		D756
A01	40	4		C808
A03	43	1		C683
A03	46	2		C812
A03	39	3		C679
A03	28	4		C796
A05	126	1		C638
A05	24	2		C792
A05	102	3		D102
A05	45	4		D044
A07	115	1		C243
A07	121	2		C889
A07	107	3		C747
A07	66	4		C706
A09	37	1		D165

SIDE C

Sector	MDM ID	Spoke	Side	Serial Num.
C07	21	4		C917
C09	108	1		C748
C09	50	2		C690
C09	113	3		C625
C09	21	4		C789
C11	27	1		C795
C11	54	2		D182
C11	92	3		C732
C11	3	4		C711
C13	30	1		C670
C13	16	2		C704
C13	96	3		C608
C13	109	4		D621
C15	12	1		C524
C15	44	2		C172
C15	23	3		C663
C15	56	4		C824

Monitor MDM A Monitor MDM C

mdm_map view

Επιλογή ενός MDM και μετάβαση σε mdm view (clicked)



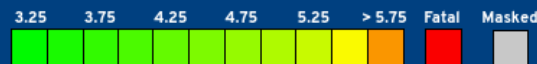
BROOKHAVEN
NATIONAL LABORATORY

View

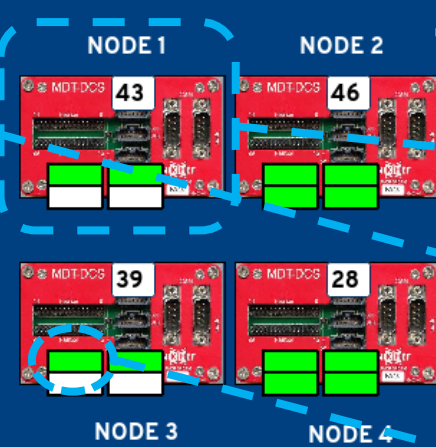
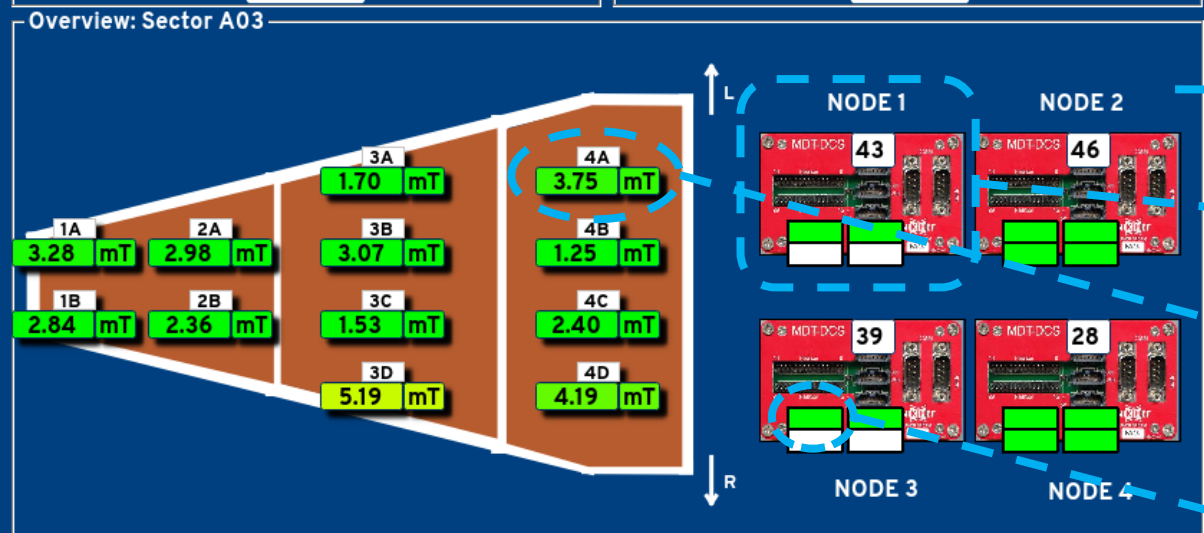
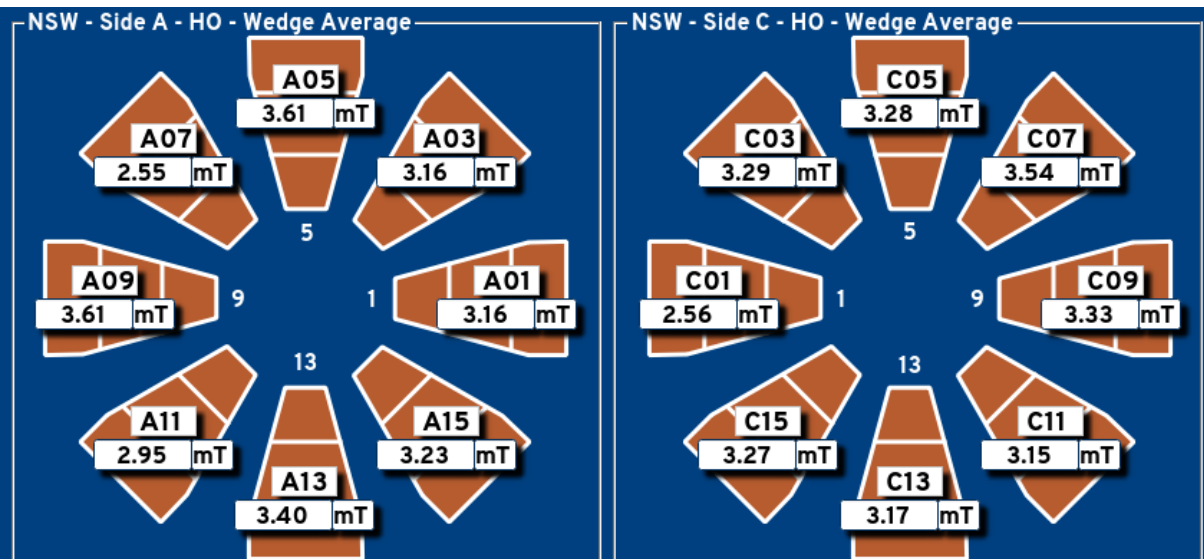
Colormap

MDM Map

Color scheme (mT)



Παρακολούθηση του μαγνητικού πεδίου γύρω από το New Small Wheel



sector view

Μετάβαση σε mdm view (clicked)

Τιμή μαγνητικού πεδίου και επιλογή sensor view (clicked)

Συνδεσιμότητα αισθητήρα

- Πράσινο: συνδεδεμένος
- Κόκκινο: μη συνδεδεμένος
- Λευκό: masked

View

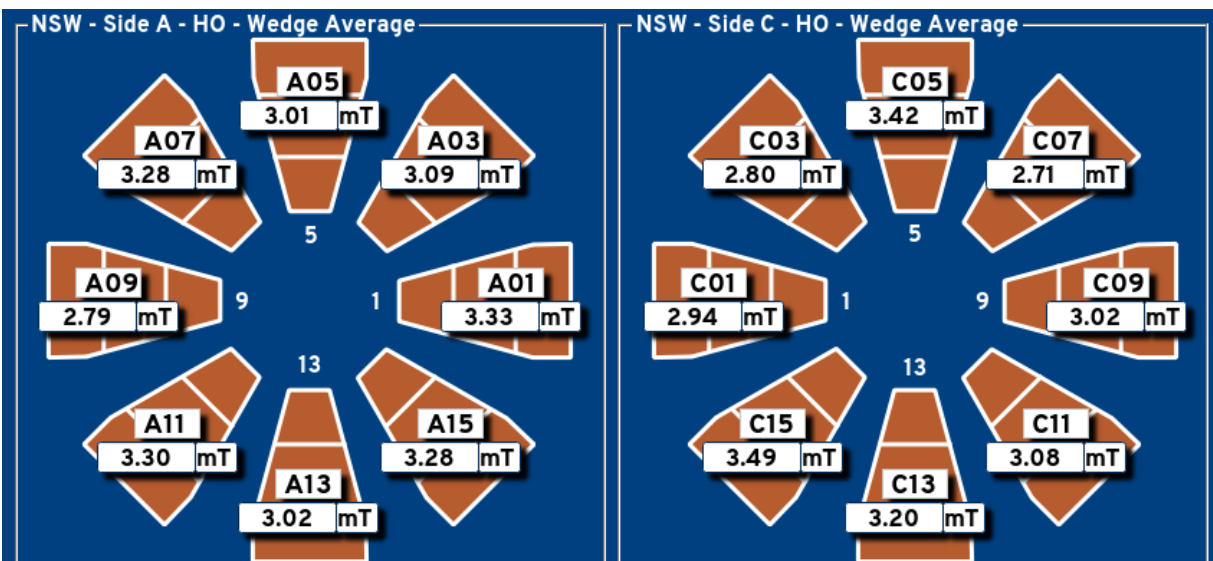
Colormap
MDM Map

Color scheme (mT)

3.25	3.75	4.25	4.75	5.25	> 5.75	Fatal	Masked
Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Red	Red	Grey



Παρακολούθηση του μαγνητικού πεδίου γύρω από το New Small Wheel



Overview: Node4 - Sector A01

Bcal Data

Sensor	Value (mT)
Sensor0: 3C	1.39
Sensor1: 4C	2.37
Sensor2: 3D	3.13
Sensor3: 4D	4.42

MDM Info

NODE ID: 40
 BF MASK: 0xF
 BUS: 0
 SER. NUMBER: C808
 CAN PORT: 0

Sensor Bcal Data

Sensor	Bcal
Sensor 0 Bcal	1.39275
Sensor 1 Bcal	2.37479
Sensor 2 Bcal	3.13475
Sensor 3 Bcal	4.42424

View

Colormap
MDM Map

Color scheme (mT)

Value (mT)	Color
3.25	Green
3.75	Light Green
4.25	Yellow
4.75	Orange
5.25	Red
> 5.75	Fatal
	Masked

mdm view

Τιμή μαγνητικού πεδίου και Μετάβαση σε sensor view (clicked)

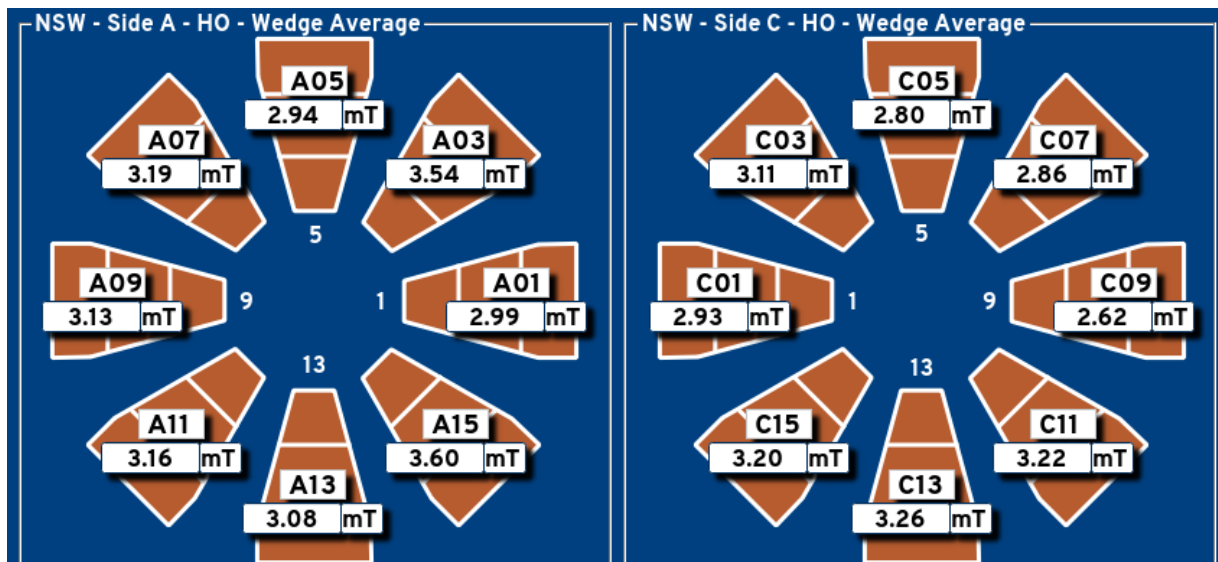
Ιστορικό trend των τιμών από τους αισθητήρες του MDM



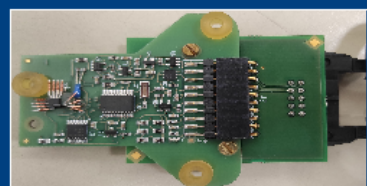
BROOKHAVEN
NATIONAL LABORATORY



Παρακολούθηση του μαγνητικού πεδίου γύρω από το New Small Wheel



Overview: Sensor



General Info

SECTOR: A01
 NODE ID: 40
 SENSOR LABEL: 4C
 SENSOR NAME:
 SENSOR ID:
 STATE: OK

Data

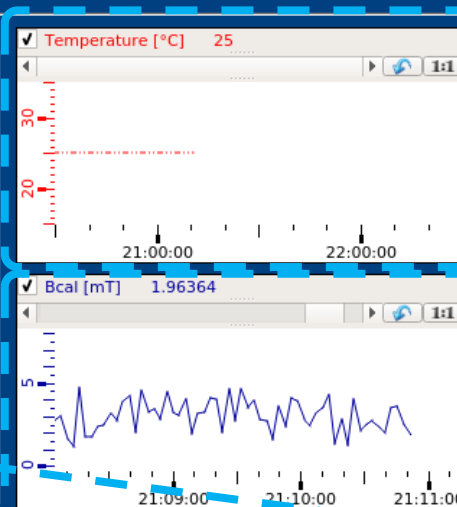
Hall Sensor 1
 Bx -0.30 mT

Hall Sensor 2
 By -1.00 mT

Hall Sensor 3
 Bz 1.67 mT

B field calibrated
 B 1.96 mT

NTC Sensor
 T 25.00 °C



sensor view

Ιστορικό trend της θερμοκρασίας του αισθητήρα

Ιστορικό trend της τιμής του μαγνητικού πεδίου

Δεδομένα από την STG database

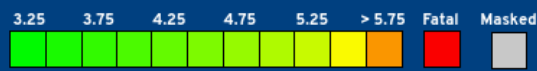


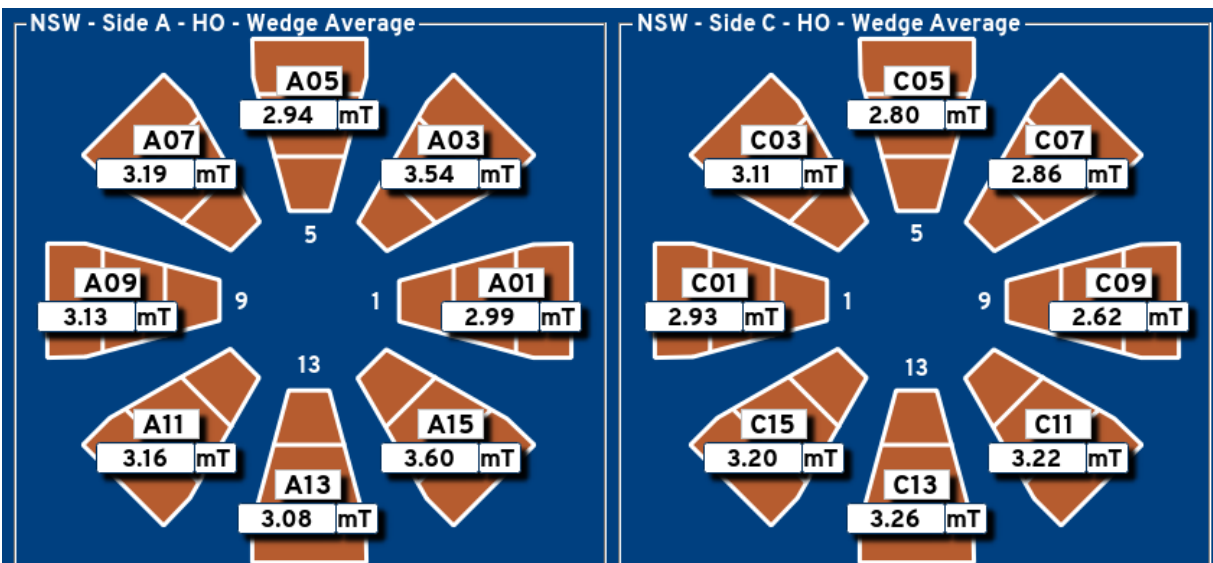
BROOKHAVEN
NATIONAL LABORATORY

View

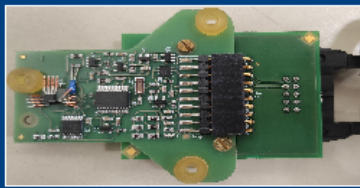
Colormap
MDM Map

Color scheme (mT)





Overview: Sensor



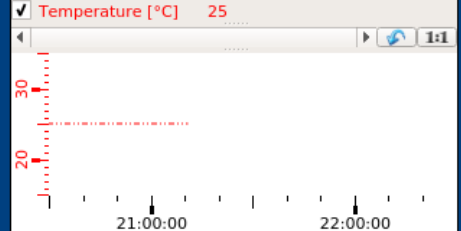
General Info

SECTOR:	A01
NODE ID:	40
SENSOR LABEL:	4C
SENSOR NAME:	
SENSOR ID:	
STATE:	OK

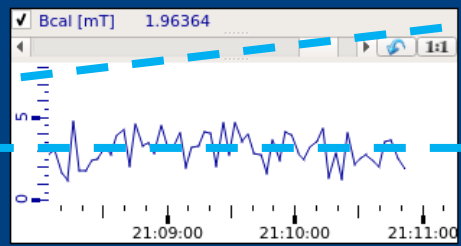
Data

Hall Sensor 1	Bx	-0.30	mT
Hall Sensor 2	By	-1.00	mT
Hall Sensor 3	Bz	1.67	mT
B field calibrated	B	1.96	mT
NTC Sensor	T	25.00	°C

Temperature [°C] 25



Bcal [mT] 1.96364



View

Colormap
MDM Map

Color scheme (mT)

3.25	3.75	4.25	4.75	5.25	> 5.75	Fatal	Masked
------	------	------	------	------	--------	-------	--------

Ολοκλήρωση του project από το NIKHEF

- Δημιουργία της δομής των Datapoints όπως έχει προσομοιωθεί
- Χρήση των σταθερών βαθμονόμησης για την μετατροπή των ADC fields σε μαγνητικό πεδίο
- Λήψη των sensor ID και sensor name από την database
- Τροποποίηση της βιβλιοθήκης με τις σταθερές για τα εύρη τιμών του μαγνητικού πεδίου

Ευχαριστώ για την προσοχή!

... ερωτήσεις;

BACKUP

BACKUP MMG GAS



DIP Quality Flags



Quality Flag	Description
<code><dp_name>.quality.invalid</code>	Indicates that all values of this datapoint are invalid either because of the server data or because of communication failure
<code><dp_name>.quality.uncertain</code>	Indicates that the server has flagged the data as <i>uncertain</i>
<code><dp_name>.quality.bad</code>	Indicates that the server has flagged the data as <i>bad</i>



Micromegas Gas System Datapoint Types



Datapoint Type	Description
fwAtlasGasChain	Contains datapoints with information about the analysis chains of the gas system.
fwAtlasGasChannel	Contains a datapoint for every gas channel that is being monitored in the gas system.
fwAtlasGasDistribution	Contains a datapoint with information about the distribution module.
fwAtlasGasGasSystem	Contains a datapoint with information about the whole gas system.
fwAtlasGasMixer	Contains a datapoint that monitors all parameters of the gas mixer module.
fwAtlasGasPlcCounter	Contains a datapoint with information about the counter of the Micromegas PLC.
fwAtlasGasRack	Contains datapoints with information about the gas racks of the Micromegas distribution.
fwAtlasGasSource	Contains datapoints with information about the gas sources used for each analysis chain of the distribution.
fwAtlasGasProjectMonitor	Contains a datapoint with general information about the monitoring of the gas system.

Variable Name	Type	Description
InFlow	FLOAT	Gas input flow of the channel.
OutFlow	FLOAT	Gas output flow of the channel.
quality.uncertain	BOOL	DIP uncertain quality bit.
quality.bad	BOOL	DIP bad quality bit.
quality.invalid	BOOL	DIP invalid quality bit.
UserDefined.GasLoss	FLOAT	Gas loss of the detector: $ \text{InFlow} - \text{OutFlow} $.

Table A.4: Datapoint Elements under `<pre>_Distribution_Rack<x>_Channel<i>` of the datapoint type `fwAtlasGasChannel`.

Variable Name	Type	Description
State	INT	State code of the mixer module.
Interlock	BOOL	Interlock flag of the mixer module.
OutPressure	FLOAT	Output pressure of the mixer module.
TotalFlow	FLOAT	Total gas flow from the mixer module.
TotalVol	FLOAT	Total volume of the mixing buffer.
Line<i>InputPressure	FLOAT	Input pressure of line <i>.
Line<i>LFmfcFeedback	FLOAT	Low gas flow measured by the mass flow controller on the feedback valve of line <i>.
Line<i>Ratio	FLOAT	Composition ratio of the line <i> input gas.
quality.uncertain	BOOL	DIP uncertain quality bit.
quality.bad	BOOL	DIP bad quality bit.
quality.invalid	BOOL	DIP invalid quality bit.

Table A.6: Datapoint Elements under `<pre>_Mixer_` of the datapoint type `fwAtlasGasMixer`.



Micromegas Gas System State Examples



State	Actions
UNKNOWN	REFRESH, MASK_BAD, UNMASK_BAD
OPEN	REFRESH, MASK_BAD, UNMASK_BAD, DECLARE_CLOSED
CLOSED	REFRESH, MASK_BAD, UNMASK_BAD, DECLARE_OPEN

Table B.3: States and actions of fwAtlasGasChannelDU FSM node.

State	Actions
UNKNOWN	REFRESH
STARTING	REFRESH
READY	REFRESH
ON_PART	REFRESH
OFF	REFRESH
SHUTDOWN	REFRESH
NOT_READY	REFRESH

Table B.4: States and actions of ATLAS_GAS_RACK Logical Unit FSM node.



State/Status calculation for ExampleDeviceMixed

```
xyzAtlasExampleDeviceMixedDuFsm_callback(string nodeName, string tnode,  
                                         string dpe1, float value1, string dpe2, float value2,  
                                         string flagDPE, bool flag, string pingDPE, bool ping)  
{  
    string domain, device;  
    fwFsmAtlas_getNodeNameComponents(nodeName, domain, device);  
  
    // determine State  
    string state = "impossible"; // should be impossible  
    if (!ping) state = "UNKNOWN";  
    else if (flag) state = "TRIPPED";  
    else if (value1 <= 0.) state = "OFF";  
    else if (value1 < 10.) state = "RAMPING";  
    else state = "ON";  
  
    fwFsmAtlas_setDUState(domain, device, state);  
  
    // determine Status  
    string targetStatus = "OK";  
    if (value2 > 2.) targetStatus = "FATAL";  
    else if (value2 > 1.) targetStatus = "ERROR";  
    else if (value2 > 0.5) targetStatus = "WARNING";  
  
    fwFsmAtlas_setStatus(domain, device, targetStatus);  
}
```



NOT_READY state of the Gas Rack Device Unit

```
<other states>
state: NOT_READY
!color: FwStateOKNotPhysics
  when(($ANY $FwCHILDREN in_state UNKNOWN) or
    ($ANY $FwCHILDREN in_state DEAD)) move_to UNKNOWN
  when($ANY $FwCHILDREN in_state STARTING) move_to STARTING
  when(($ALL $fwAtlasGasRackDU in_state RUN_READY) and
    ($ALL $fwAtlasGasChannelDU in_state OPEN)) move_to READY
<other transitions>
<other states>
```



Βελτιστοποιήσεις

- Τα alert της διαρροής είναι απενεργοποιημένα καθώς το εύρος διαρροής που μετράται χρειάζεται βαθμονόμηση
- Στην βιβλιοθήκη `mmgGas_constants.ct1` πρέπει να γίνει αλλαγή του όγκου του ανιχνευτή σε 20L για τους Small Sectors και 26L για τους Large Sectors
- Κάποια textfields πρέπει να μετακινηθούν για να μην υπάρχει επικάλυψη

Source Code

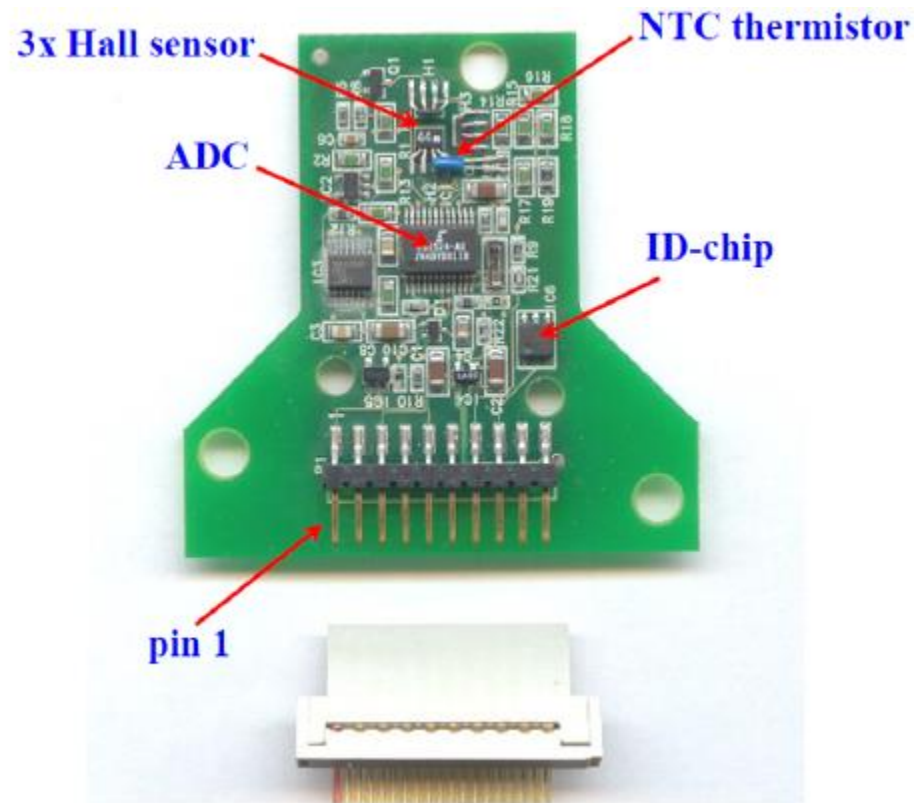
- Για το σύστημα αερίου του ανιχνευτή Micromegas γράφτηκαν ~3000 γραμμές κώδικα
- Το development project βρίσκεται στο `pcat1muondev2` και λέγεται ATLMMGGAS2
- Το production project βρίσκεται στο `PCATLMU003` είναι το ATLMUONSWINF1
- Βρίσκεται επίσης στο GitLab του CERN στην τοποθεσία [mmg-gas-nsw-dcs](https://gitlab.cern.ch/mmg-gas-nsw-dcs)

BACKUP STG BFIELD



Bit form	Hex form	Description
0000	0x0	No sensors connected
0001	0x1	1 sensor at input 0
0010	0x2	1 sensor at input 1
0011	0x3	2 sensors, 1 at input 0 and 1 at input 1
0100	0x4	<i>Not possible</i>
0101	0x5	2 sensors at input 0
0110	0x6	<i>Not possible</i>
0111	0x7	3 sensors, 2 at input 0 and 1 at input 1
1000	0x8	<i>Not possible</i>
1001	0x9	<i>Not possible</i>
1010	0xA	2 sensors at input 1
1011	0xB	3 sensors, 1 at input 0 and 2 at input 1
1100	0xC	<i>Not possible</i>
1101	0xD	<i>Not possible</i>
1110	0xE	<i>Not possible</i>
1111	0xF	4 sensors, 2 at input 0 and 2 at input 1

Table D.1: B-sensor masks in bit and hex forms



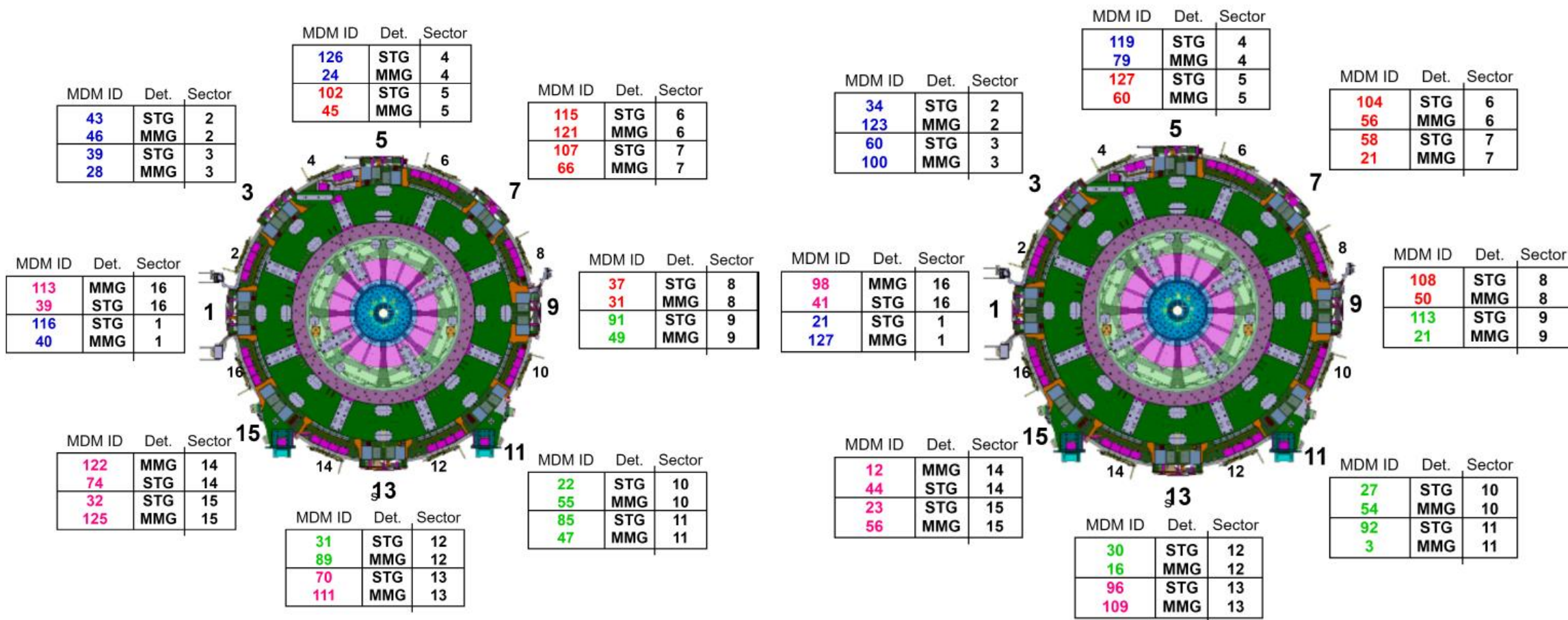
pin 1

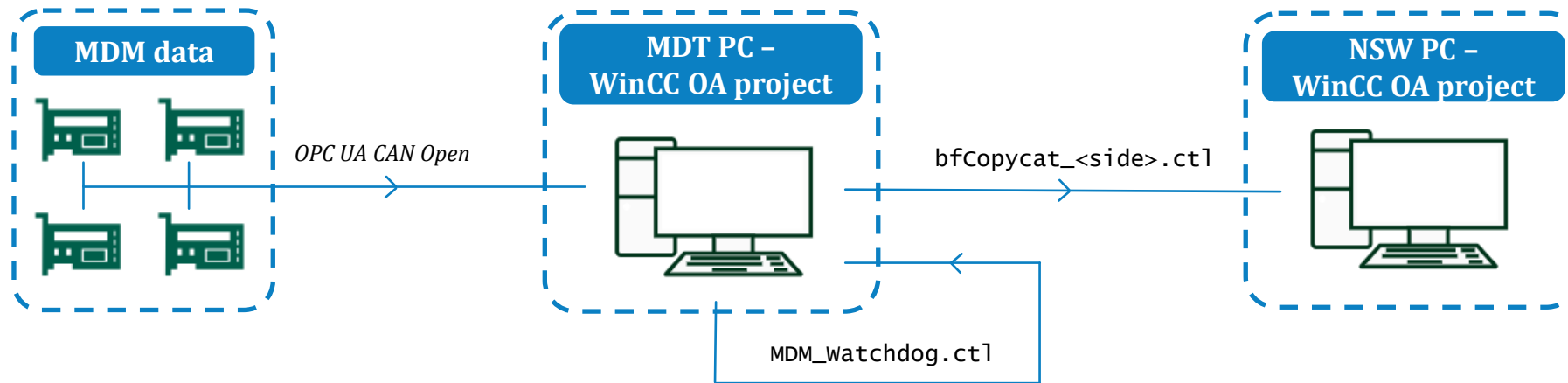
10

Pin	Function	Description
1	SCLK	SPI Serial Clock (to ADC)
2	GND	
3	SDI	SPI Serial Data In (to ADC)
4	GND	
5	SDO	SPI Serial Data Out (from ADC)
6	GND	
7	CS	Chip Select (to ADC)
8	ID	1-Wire interface (to ID-chip)
9	-	
10	V+	from CAN-connector (pin 8)

Side A

Side C





Datapoints στο MDT PC

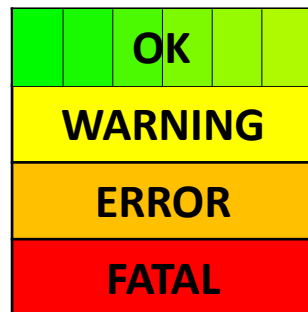
- Άμεση λήψη δεδομένων από OPC UA Server στο MDT format:
 - `<detector i>` (1,2,...,16 - MMG, STG)
 - `<mdm node>`
 - `<bfield data>`
 - `<bfield info>`
- Χρήση του MDT_Watchdog.ct1 για την εύρεση errors και καθορισμό των state του MDM και των B-Field sensors

Datapoints στο NSW PC

- Ανάπτυξη των bfCopycat_<side>.ctl για λήψη των δεδομένων σε NSW format:
 - `<detector i>` (1,3,...,15 - STG)
 - `<node 1>`
 - `<bfield data>`
 - `<bfield info>`
 - `<node 2>`
 - `<node 3>`
 - `<node 4>`

Data colormap

- Παρακολούθηση μαγνητικού πεδίου: όχι μέρος της FSM του NSW
- Εναλλακτικά: Ανάπτυξη της βιβλιοθήκης `stgBmon_constants.ct1` με σταθερές για τα εύρη τιμών και την κατάσταση των αισθητήρων



User Interface

- Εναλλαγή διαφορετικών **view** στο ίδιο panel για την παρακολούθηση διαφορετικής κλίμακας:
 - `colormap`
 - `mdm_map`
 - `sector`
 - `mdm`
 - `sensor`
- Ανάπτυξη της βιβλιοθήκης `stgBmon_panel_graphics.ct1` για την τοποθέτηση και τον χειρισμό όλων των graphical objects



Βελτιστοποιήσεις

- Αλλαγή στα εύρη τιμών για τους χρωματικούς κωδικούς με βάση πραγματικές τιμές στην βιβλιοθήκη `stgBmon_constants.ct1`
- Αλλαγή του project name στα `stgCopycat_<side>.ct1` με το πραγματικό για χρήση στο πείραμα
- Αλλαγή της μονάδας μέτρησης του μαγνητικού πεδίου

Source Code

- Για την παρακολούθηση του μαγνητικού πεδίο γύρω από το New Small Wheel γράφτηκαν ~10000 γραμμές κώδικα
- Το development project βρίσκεται στο `pcat1muondev2` και λέγεται `ATLSTGBFIELD2`
- Το production project βρίσκεται στο `PCATLMU003` είναι το `ATLMUONSWMDM`
- Βρίσκεται επίσης στο GitLab του CERN στην τοποθεσία [stg-bfield-nsw-dcs](#)