

Οι ανιχνευτες σωματιδιων στο CERN

...και ισως μερικες πιθανες ιδεες για τους μαθητες
σας

Τι νομίζω ότι είναι απαραίτητο να συζητηθεί πριν από οποιαδήποτε εισαγωγή στο CERN, τους επιταχυντές και τους ανιχνευτές.

(Απαραίτητα) θέματα που εξαρτώνται από την ηλικία των μαθητών

- Στοιχεία Σωματιδιακής Φυσικής (πυρηνική, ατομική)-είναι το αντικείμενο μας
- Βασικές γνώσεις ηλεκτρομαγνητισμού-είναι ο μόνος τρόπος να καταλάβουμε τον επιταχυντή και τους ανιχνευτές
- Βασικές δυνατότητες κατανόησης μαθηματικών τύπων-είναι η γλώσσα όλων των επιστημών και μετρήσεων (αβεβαιότητα και σφάλμα μέτρησης)-απλές γραφικές παραστάσεις

Γενικές γνώσεις για όλες τις ηλικίες

Τι είναι η επιστήμη; Γιατί είναι τόσο σημαντικό μέρος της ζωής μας;

Σημασία για την επιβίωση μας έχουν διάφορες επιστήμες αλλά η πιο σημαντική έχει να κάνει με την ορθή περιγραφή της φύσης.

Τι είναι μια επιστημονική θεωρία; Τι σημαίνει «αποδεδειγμένη» επιστημονική θεωρία; Τι σημαίνει απορριψη επιστημονικής θεωρίας; Τι σημασία έχει η μέτρηση σε όλα αυτά;

Τι είναι η μέτρηση; Τι είναι το σφάλμα σε μια μέτρηση;

Μια επιστημονική θεωρία γίνεται δεκτή με βάση μετρήσιμες ποσοότητες το μέγεθος των οποίων πρέπει να προβλέπει και να εξηγεί · οι μετρήσεις αυτές αποτελούν τμήμα της αποδοχής ή της απορριψής της θεωρίας.

Σαν σύνολο θα ελέγα ότι χρειάζονται ~10 ώρες συζήτησης αλλά και μερικές εργασίες για να ετοιμαστεί μια επίσκεψη στο CERN virtual ή κανονική.

Τα σωματίδια που συγκροτούν την ύλη τα βλέπουμε πειραματικά γιατί **δεν** μπορούμε να τα δούμε με το «ματι»-καλο παραδειγμα το μικροσκοπιο.

Τα ψαχνουμε πειραματικά γιατί εχουμε μια η περισσοτερες θεωριες που μας τα περιγραφουν.

Λιγη ιστορια για το CERN-εκτος απο τις χρονολογιες που μπορειτε να βρειτε οπουδηποτε (λ.χ. <https://timeline.web.cern.ch/timelines/The-history-of-CERN>) εχει μεγαλη σημασια να τονισουμε τι ειναι και ηταν το CERN για την Ευρωπη του 1950-για την επιστημη της Ευρωπης και για την συμφιλιωση της Ευρωπης του 1950. Θα πρεπει επισης να τονισουμε οτι το CERN προσπαθει να γινει το ιδιο κεντρο αναπτυξης αλλων συνεργασιων σε παγκοσμιο πια επιπεδο. Για παραδειγμα το Sesame, συγχροτρο πηγη φωτος (<https://home.cern/about/updates/2017/05/pioneering-sesame-light-source-officially-opened>). Επισης οι [χωρες-μελη του CERN](#) καθώς και η προελευση των ανθρωπων που δουλευουν [εδω](#).



State members are: [Austria](#), [Belgium](#), [Bulgaria](#), the [Czech Republic](#), [Denmark](#), [Finland](#), [France](#), [Germany](#), [Greece](#), [Hungary](#), [Israel](#), [Italy](#), the [Netherlands](#), [Norway](#), [Poland](#), [Portugal](#), the [Slovak Republic](#), [Spain](#), [Sweden](#), [Switzerland](#), the [United Kingdom](#) and [Romania](#).

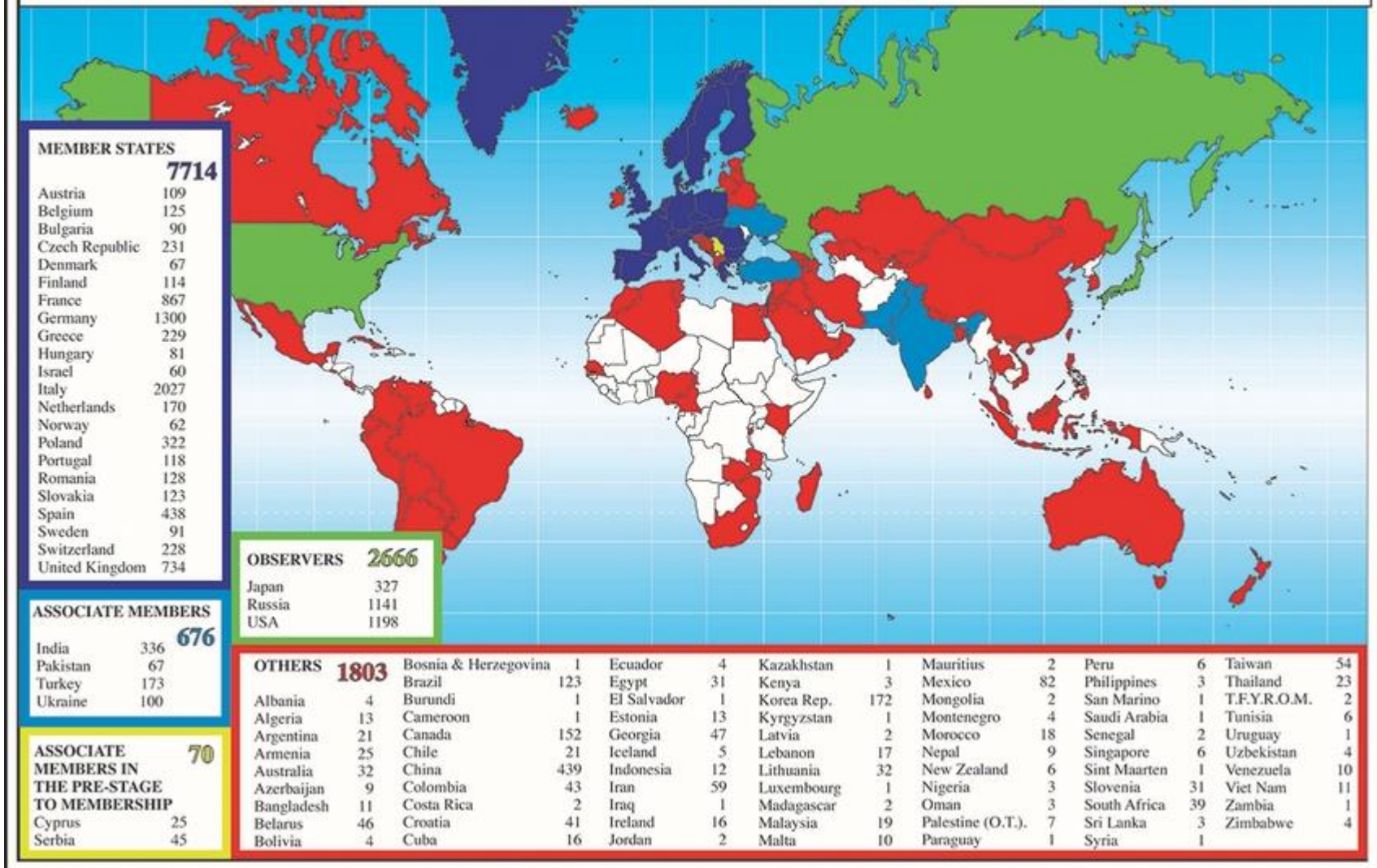
[Serbia](#), [Cyprus](#) and [Slovenia](#) are associate members in the pre-stage to membership, and [Turkey](#), [Pakistan](#), [Ukraine](#) and [India](#) are associate members.

Observer states and organizations currently involved in CERN programmes include the [European Commission](#), [Japan](#), the [Russian Federation](#), [UNESCO](#) and the [USA](#).

Non-member states with co-operation agreements with CERN include [Albania](#), [Algeria](#), [Argentina](#), [Armenia](#), [Australia](#), [Azerbaijan](#), [Bangladesh](#), [Belarus](#), [Bolivia](#), [Brazil](#), [Canada](#), [Chile](#), [China](#), [Colombia](#), [Costa Rica](#), [Croatia](#), [Ecuador](#), [Egypt](#), [Estonia](#), [Former Yugoslav Republic of Macedonia \(FYROM\)](#), [Georgia](#), [Iceland](#), [Iran](#), [Jordan](#), [Korea](#), [Lithuania](#), [Malta](#), [Mexico](#), [Mongolia](#), [Montenegro](#), [Morocco](#), [New Zealand](#), [Peru](#), [Saudi Arabia](#), [South Africa](#), [United Arab Emirates](#) and [Vietnam](#).

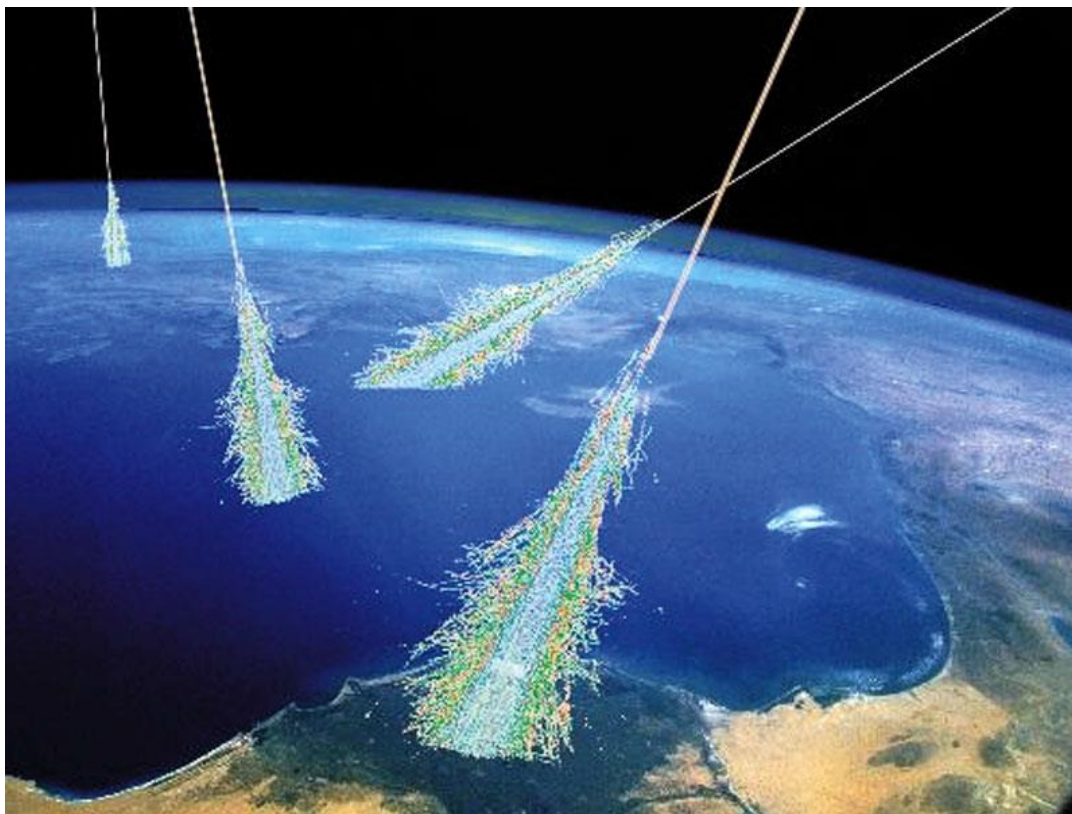
CERN also has scientific contacts with [Cuba](#), [Ghana](#), [Ireland](#), [Latvia](#), [Lebanon](#), [Madagascar](#), [Malaysia](#), [Mozambique](#), [Palestinian Authority](#), [Philippines](#), [Qatar](#), [Rwanda](#), [Singapore](#), [Sri Lanka](#), [Taiwan](#), [Thailand](#), [Tunisia](#), [Uzbekistan](#).

Distribution of All CERN Users by Nationality on 20 January 2017



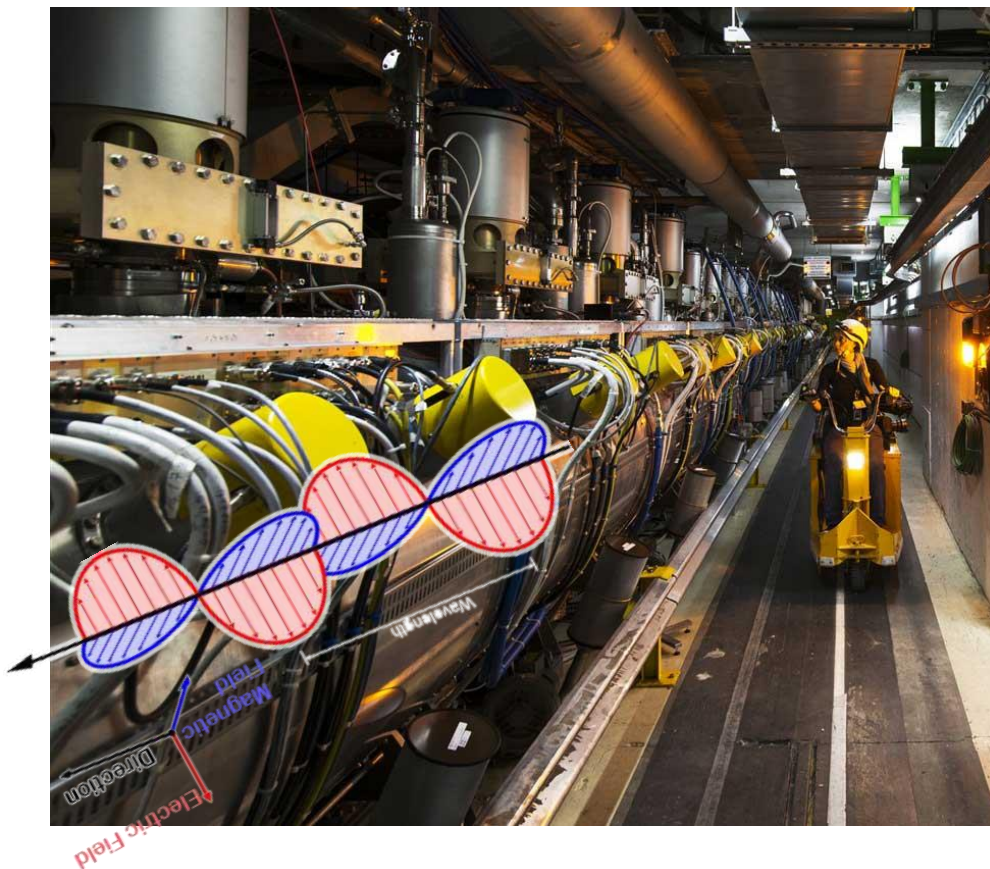
Σχεδον ολοι!

Η ιδέα του ότι ο κόσμος γύρω μας αποτελείται από μικρότερα σωματίδια είναι πολύ παλιά και έχει αποκρυσταλλωθεί και επιβεβαιωθεί πειραματικά τον τελευταίο αιώνα. Τα τελευταία 50 χρόνια έχει κατασκευαστεί με συνεργασία ανάμεσα στις θεωρητικές υποθέσεις και τις εργαστηριακές μετρήσεις ένα «μοντέλλο» (standard model-καθιερωμένο πρότυπο) που περιγράφει πολλά κομμάτια του κόσμου που μας περικλείει, μα όχι όλα. Για να μελετήσουμε σε βάθος τα προτεινόμενα πρότυπα του κόσμου μας πρέπει ή να δημιουργήσουμε πολλά σωματίδια που θα μελετήσουμε για να δούμε αν οι ιδιότητές τους είναι αυτές που προβλέπει το μοντέλλο μας ή να βρούμε μια πηγή σωματιδίων



Πρωτος και μονιμος παραγωγος σωματιδιων είναι το συμπαν όπου οι SN (υπερκαινοφανεις αστερες!) είναι ισχυρες πηγες κοσμικων ακτινων δηλαδη σωματιδιων με φορτιο που μπαινουν στην ατμοσφαιρα Ο αλλος τροπος είναι να παραγουμε μονοι μας τα σωματιδια που μελεταμε..αυτο κανουμε με τους επιταχυντες.

Τι μπορεί να μαθει ένας μαθητής από μια παρουσίαση επιταχυντών
Αιτιολογία δημιουργίας και εξέλιξης της τεχνολογίας – η ιδέα του «σπάμε» πράγματα για να
δούμε από τι αποτελούνται, η ιδέα της δημιουργίας μιας σταθερής και ελεγχόμενης πηγής
σωματιδίων που μας επιτρέπουν να «ξεκλειδώσουμε» τη δομή της ύλης δίνοντας στα
σωματίδια που είναι κρυμμένα αρκετή ενέργεια για να «λυθούν» και να «υπαρξουν» ελεύθερα.
Ηλεκτρομαγνητικό πεδίο – ηλεκτρομαγνητικά κύματα-ηλεκτρομαγνητισμός



!!Κοιλοτητες ραδιοσυχνοτητων!!
Οι κοιλοτητες ραδιοσυχνοτητων είναι
σαν μεταλλικά κουτιά που εμπεριέχουν
ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο. Οι
κοιλοτητες μοιάζουν σαν χαντρες
κομπολογιου που τον ρολο της κλωστης
παιζει η δεσμη των φορτισμενων
σωματιδιων. Οι κοιλοτητες έχουν το
καταλληλο σχημα και μεγεθος ουτως
ωστε το ΗΜ κύμα να συντονιστει και να
ενισχυθει η ενεργεια του μεσα στην
κοιλοτητα. Τα φορτισμενα σωματια που
περνουν μεσα απο τις κοιλοτητες
δεχονται την μεταφορα ενεργειας και
επιταχυνονται διαρκως και περισσοτερο

Απο την φοιτητική εργασία του Anders Mikkelsen (Bergen, CERN, March 2014, CERN Thesis 2014-033, δουλειά σε ηλεκτρονικά)
 16 υπεραγωγιμες κοιλωτητες ραδιοσυχνοτητων-καθεμια τροφοδοτειται απο ενα ενισχυτη klystron 400MHz/300kW

2. LHC RF power systems overview

2.1 LHC accelerating system overview

To accelerate charged particles, electric fields are used. In the LHC, these fields are generated inside superconducting RF cavities. There are eight cavities per beam, separated into a pair of cryomodules with four cavities in each. One of these modules is shown during assembly in Figure 2.1 and installed in the machine tunnel in Figure 2.2. Figure 2.3 shows an overview of the power RF systems in the LHC. Each cavity is powered from one klystron RF amplifier, which provides up to 330 kW of RF power at 400.8 MHz [5]. Waveguides transfer the RF power from the klystrons to the accelerating cavities. Reflected power from the cavities passes back through the waveguides, and is diverted into water-cooled ferrite loads by the circulators.

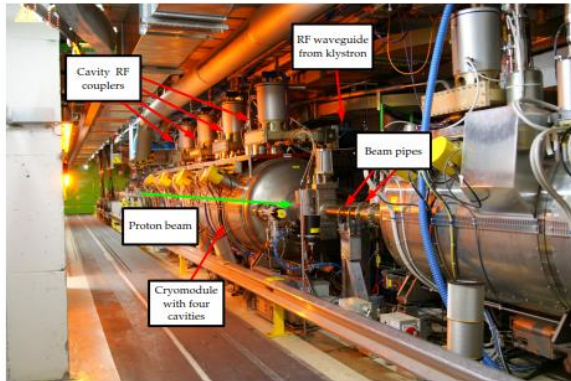


Figure 2.2: LHC cavity module in machine tunnel [2]

The RF drive signal for the klystron amplifier is generated by the Low Level RF system, based on feedback loops to keep the field in the cavities synchronized to the particles circling in the machine.

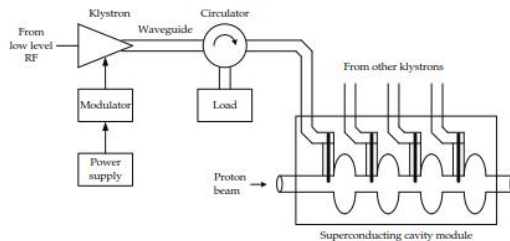


Figure 2.3: The acceleration RF systems in the LHC



Figure 2.1: LHC cavity module being assembled in a clean-room [1]

Ταχυτητα φωτος, ηλεκτρικο πεδιο, μαγνητικο πεδιο, (εξισωσεις Maxwell), υπερ-αγωγιμοτητα.

<https://cds.cern.ch/journal/CERNBulletin/2015/32/News%20Articles/2038160?ln=en>

η

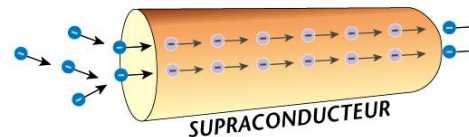
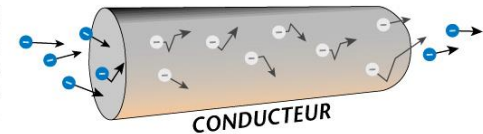
<http://www.sr2s.eu/>

La supraconductivité



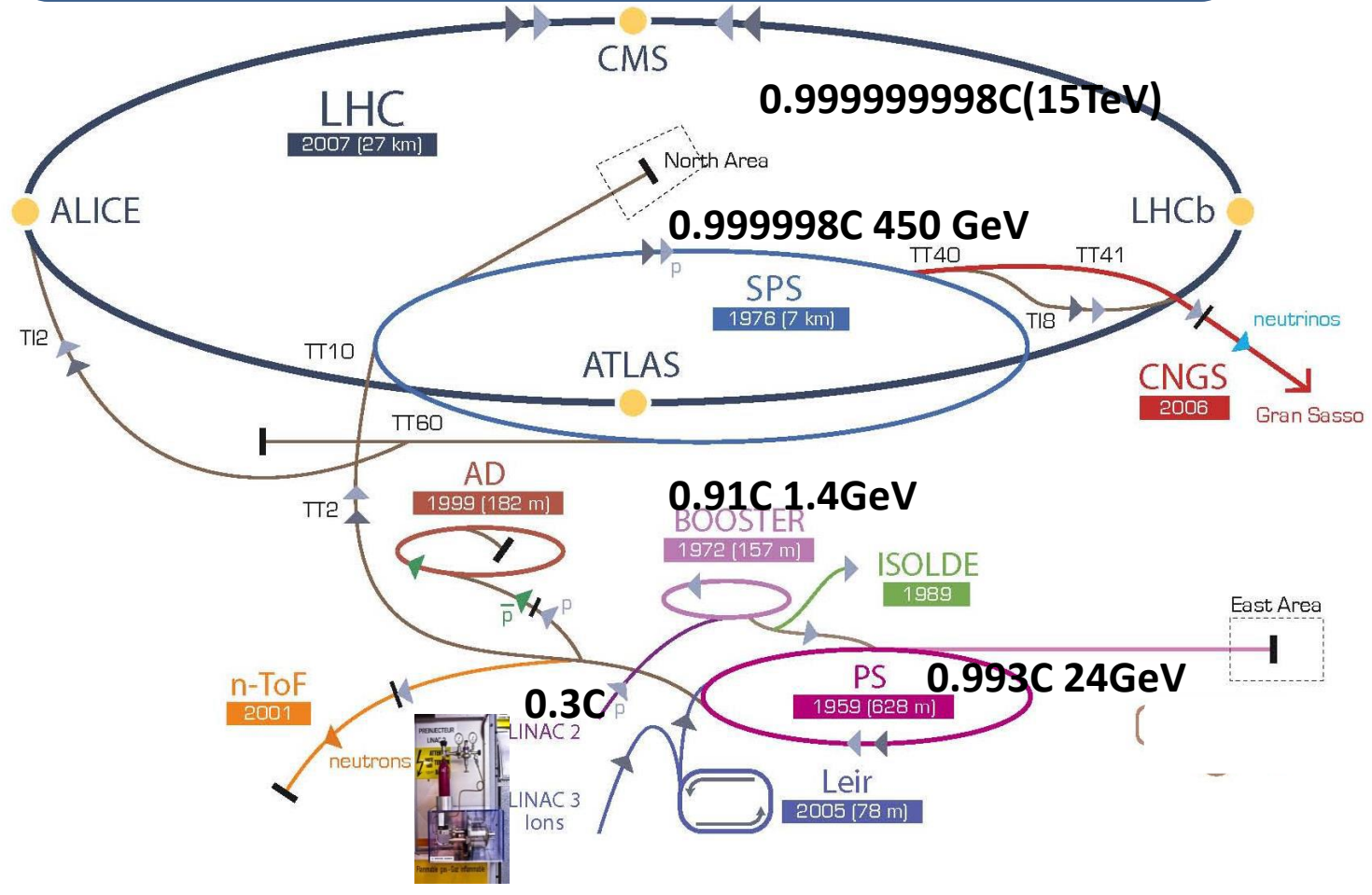
Dans les isolants, la résistance électrique est extrêmement élevée. Les électrons sont solidaires des atomes et ne peuvent être libérés pour créer un courant électrique.

Dans les conducteurs, la résistance électrique est faible, certains électrons sont libres et laissent passer un courant électrique lorsqu'on applique une tension. La résistance est une mesure de l'énergie perdue sous forme de chaleur, suite aux collisions entre électrons.



Lorsqu'un matériel devient supraconducteur, toute résistance électrique disparaît. Les électrons progressent par paires, il n'y a plus de collisions entre les électrons. Le courant circule alors sans perte d'énergie.

Οι επιταχυντές στο CERN: αναπαραγουν σε **καθωρισμένο** χωρο την μορφη που ειχε η υλη ενα δισεκατομμυριοστο του sec μετα το Big Bang-οι ανιχνευτες την φωτογραφιζουν!

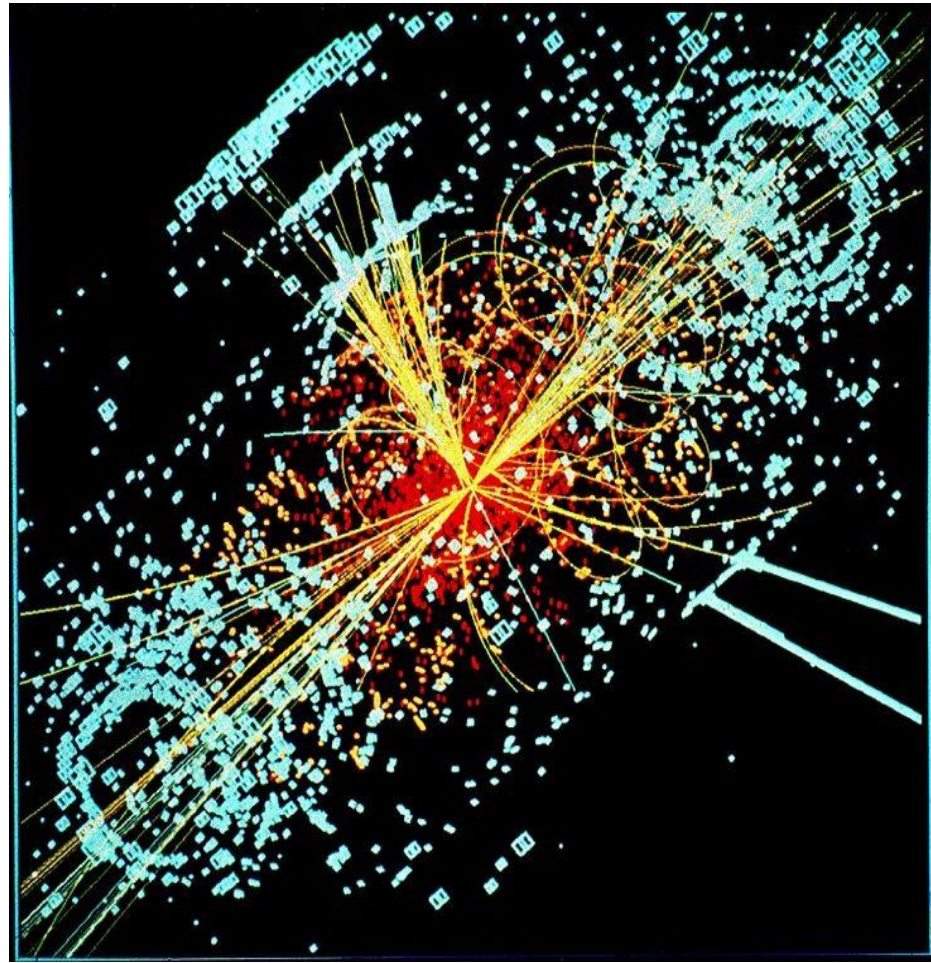
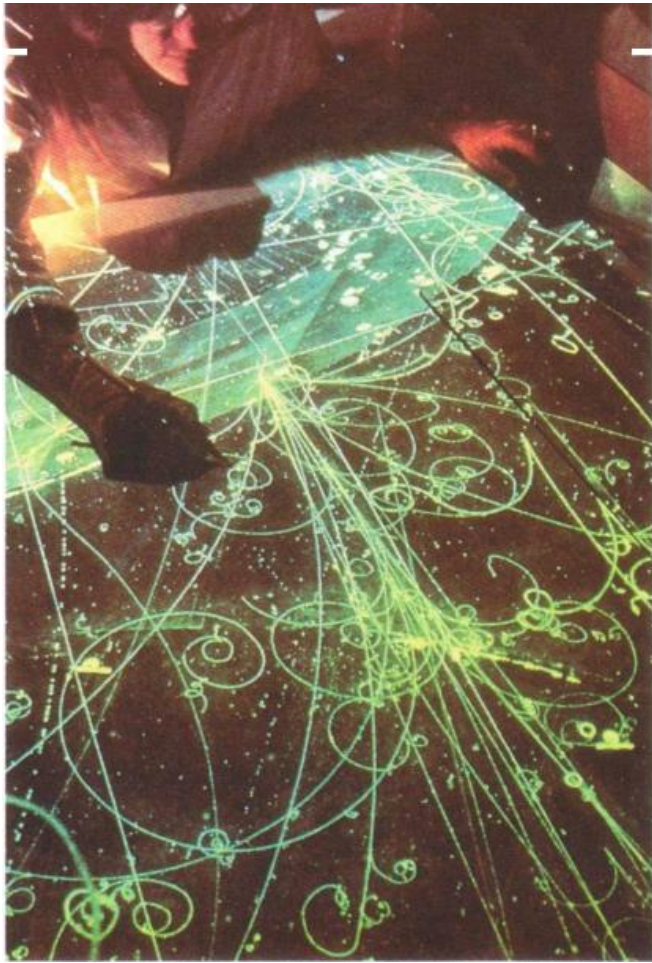


▶ p [proton] ▶ ion ▶ neutrons ▶ \bar{p} [antiproton] ↔ proton/antiproton conversion ▶ neutrinos ▶ electron

LHC Large Hadron Collider SPS Super Proton Synchrotron PS Proton Synchrotron

AD Antiproton Decelerator CTF3 Clic Test Facility CNGS Cern Neutrinos to Gran Sasso ISOLDE Isotope Separator OnLine DEvice

LEIR Low Energy Ion Ring LINAC LINear ACcelerator n-ToF Neutrons Time Of Flight



Ο Large Hadron Collider

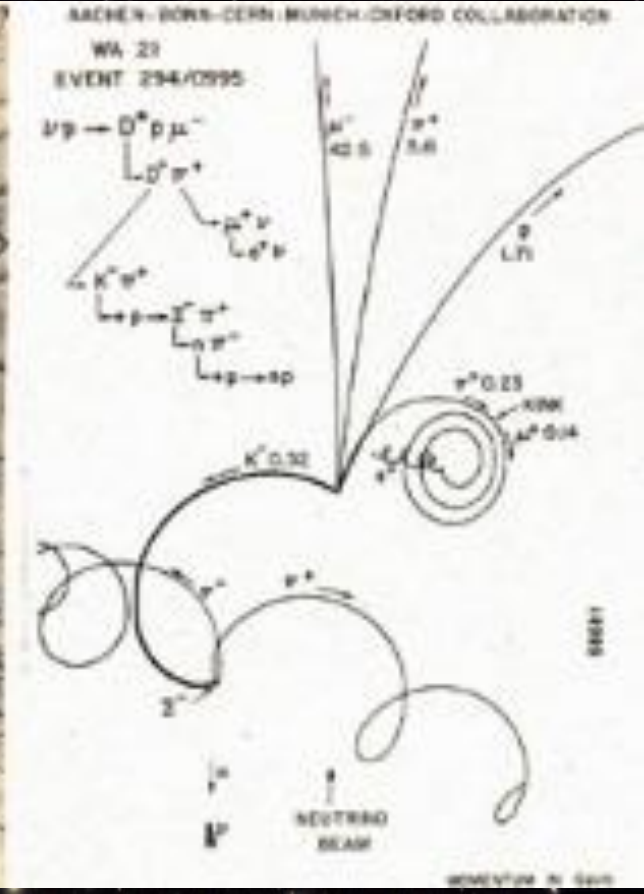
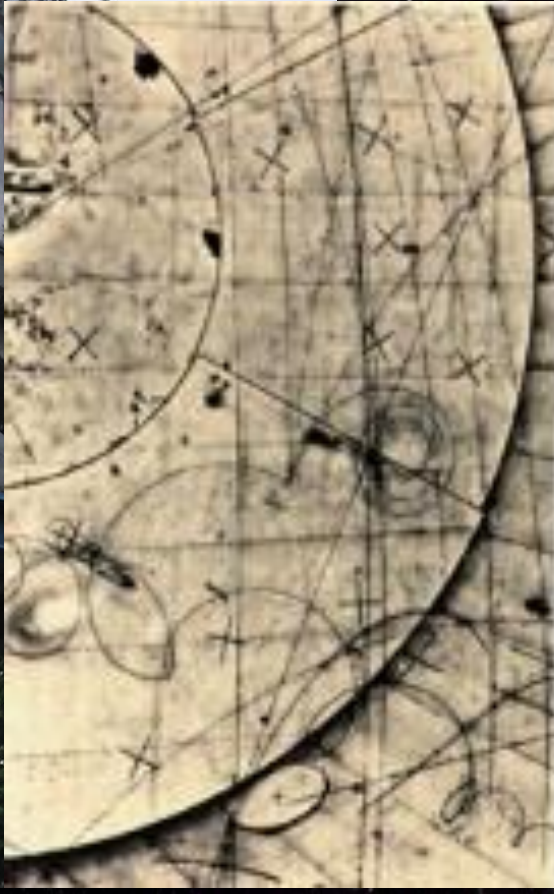
και οι ανιχνευτές/καμερες..

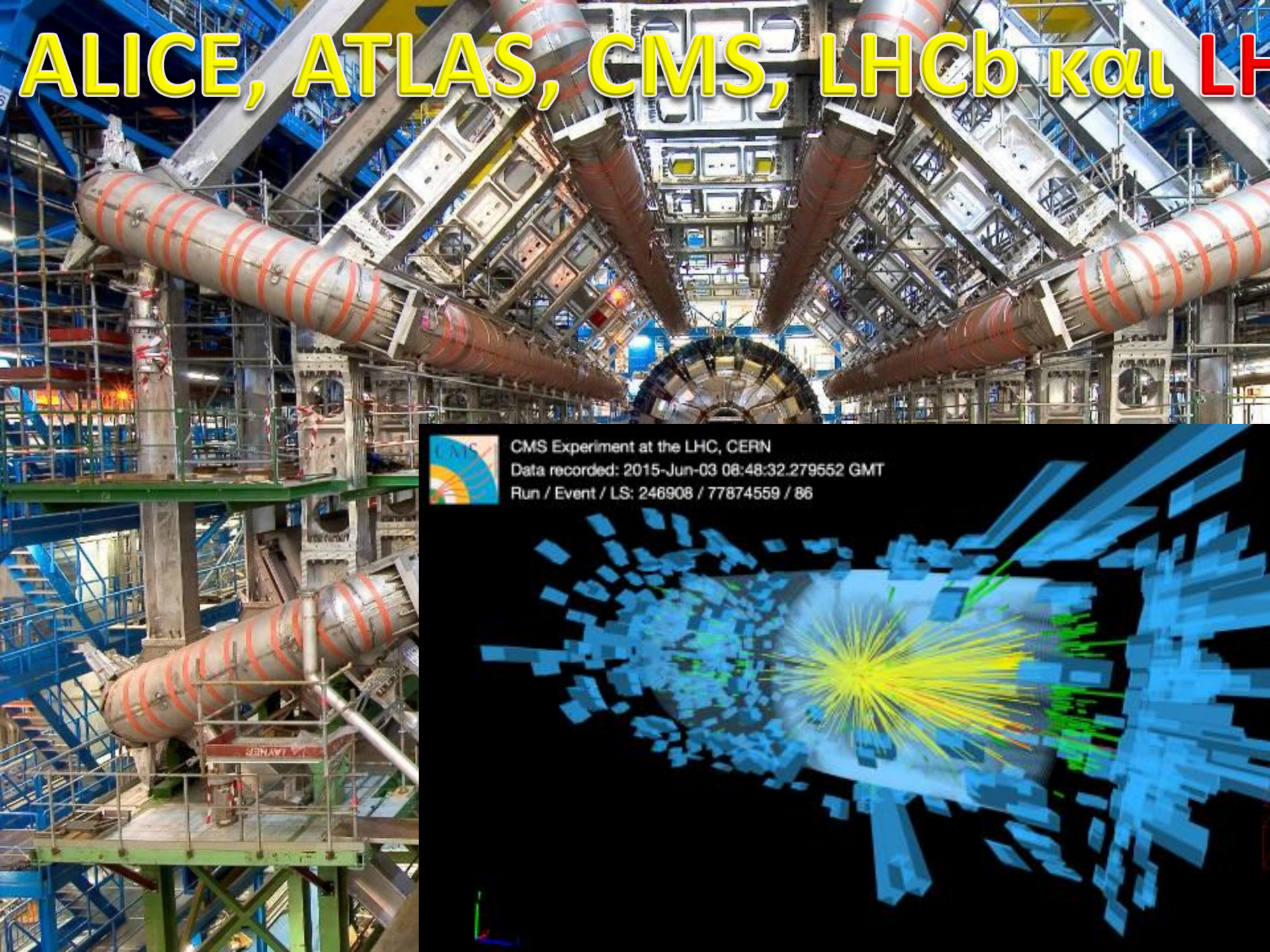


Gargemelle PS και SPS



BEBC και SPS

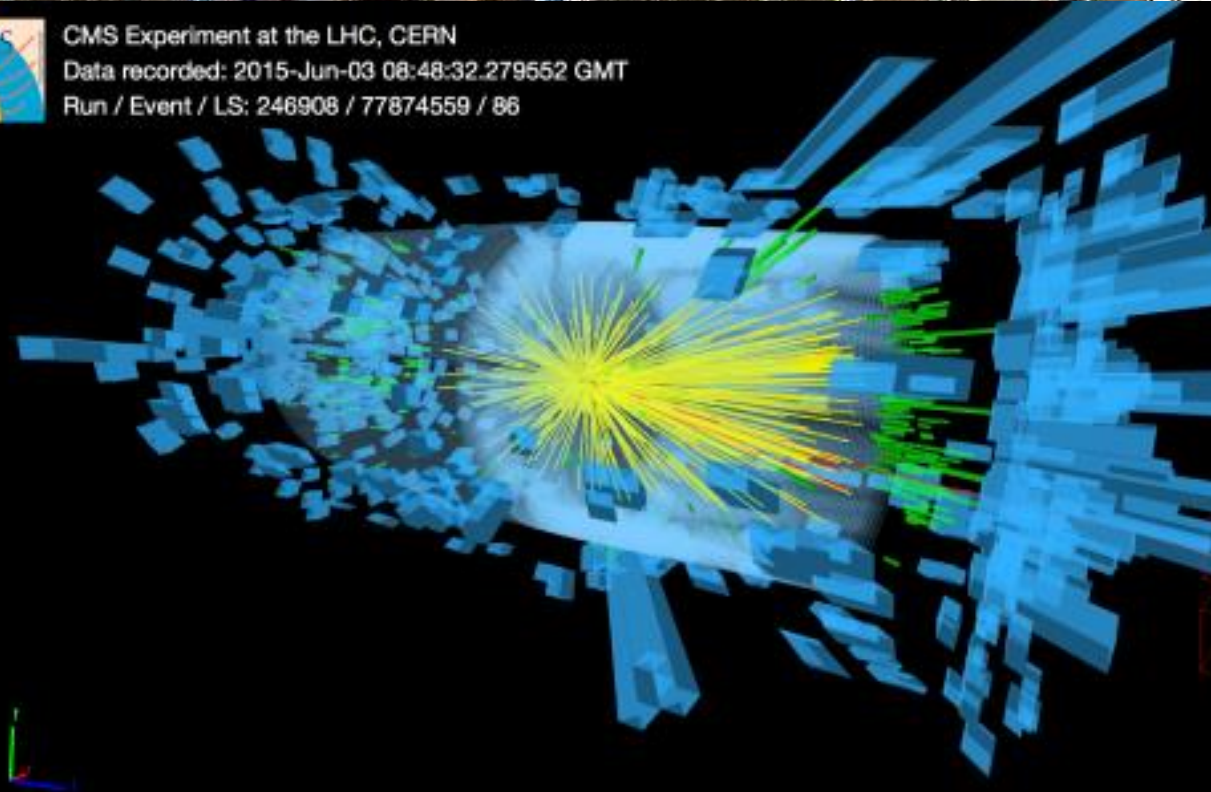




ALICE, ATLAS, CMS, LHCb και LHC



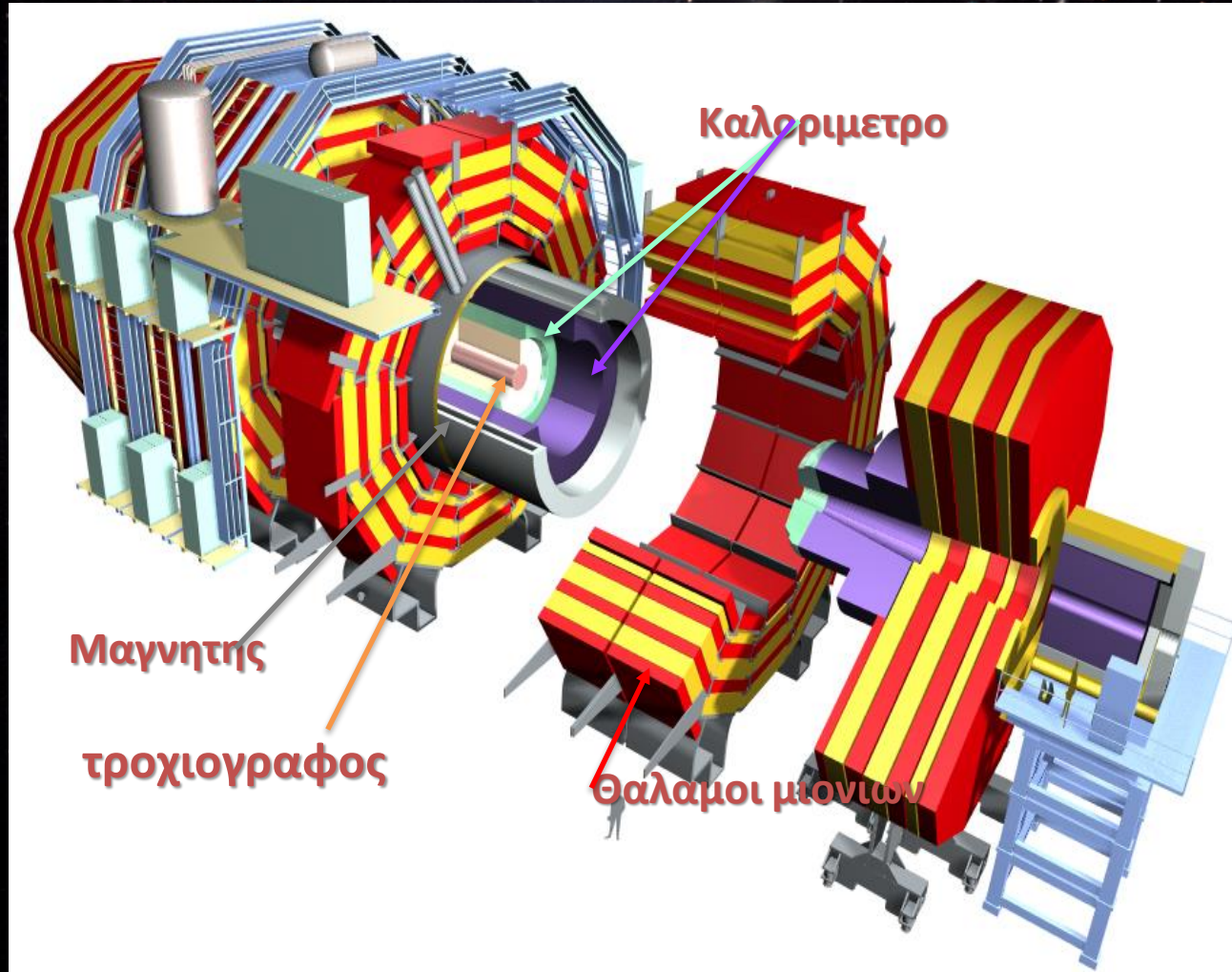
CMS Experiment at the LHC, CERN
Data recorded: 2015-Jun-03 08:48:32.279552 GMT
Run / Event / LS: 246908 / 77874559 / 86



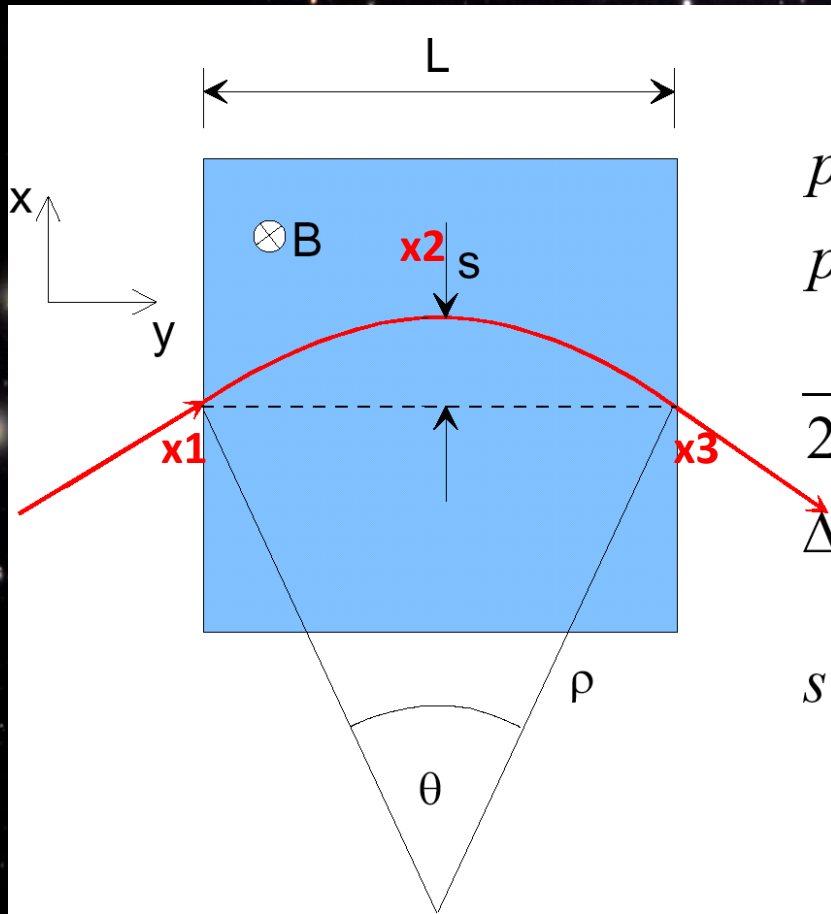
Οι ανιχνευτές-κάμερες

- Είναι οι «μηχανές» που χρησιμοποιούμε για να βρούμε γιατί ο κόσμος μας είναι έτσι.
- Γιατί τα σωματίδια έχουν διαφορετικές μαζες
- Τι είναι η σκοτεινή ύλη στο σύμπαν
- Εάν ισχύουν οι διαφορές θεωρίες που αποπειρώνται να συμπληρώσουν/αντικαταστήσουν το “standard model”
- Πώς ήταν η καυτή, πυκνή πρώτη μορφή της ύλης κλάσματα του δευτερολέπτου μετά την Μεγάλη Έκρηξη
- Εάν οι θεωρίες ενοποιηθείς μπορούν να επαληθευτούν

Οι ανιχνευτές-καμερες είναι κατω्स ετσι...



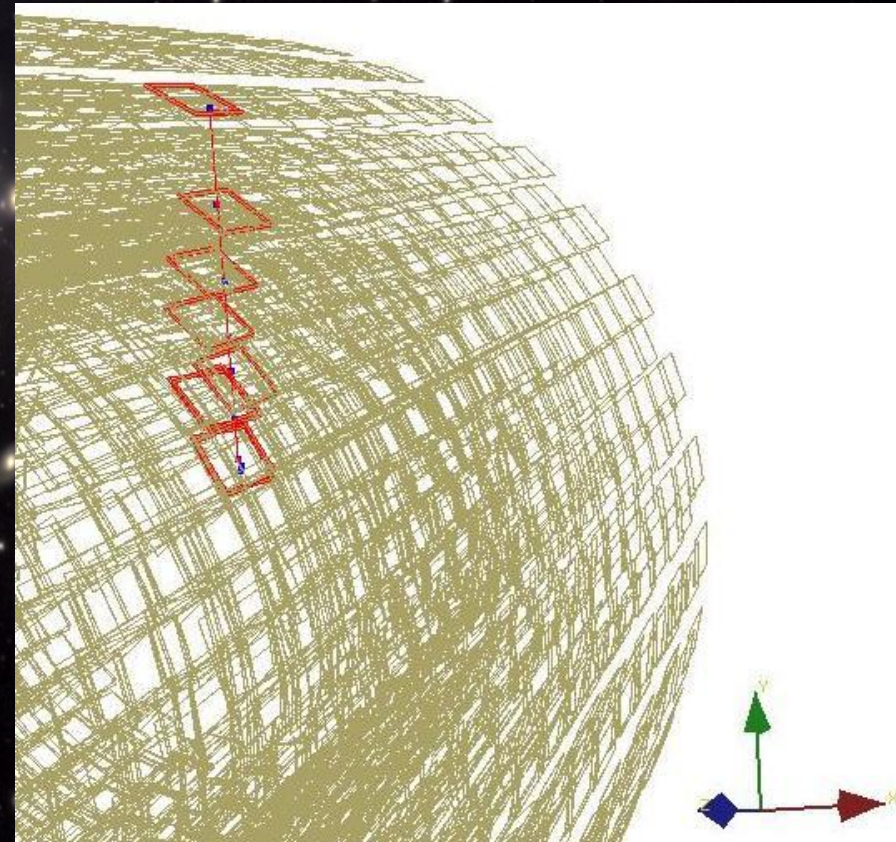
Οι ανιχνευτές-καμερες Τροchioγραφος



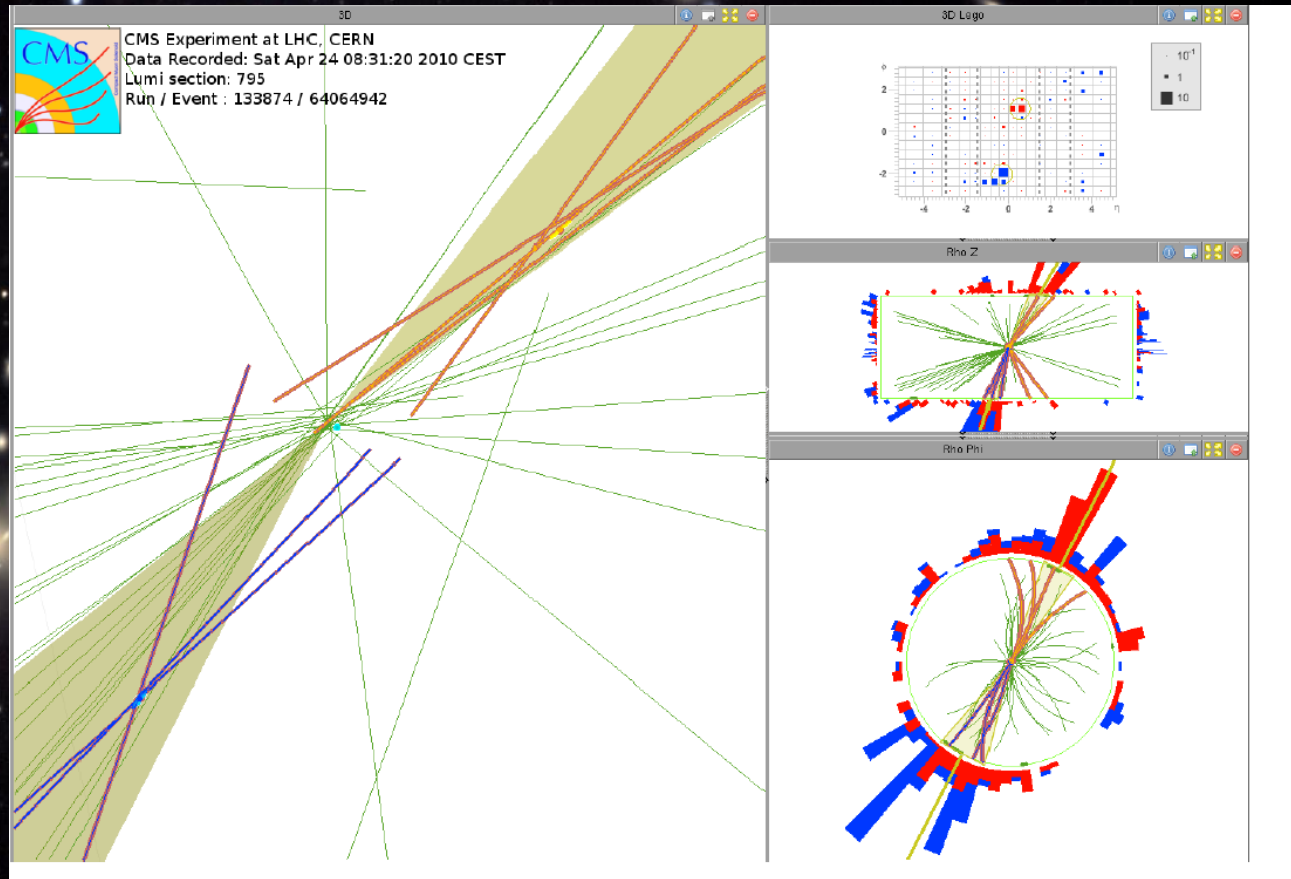
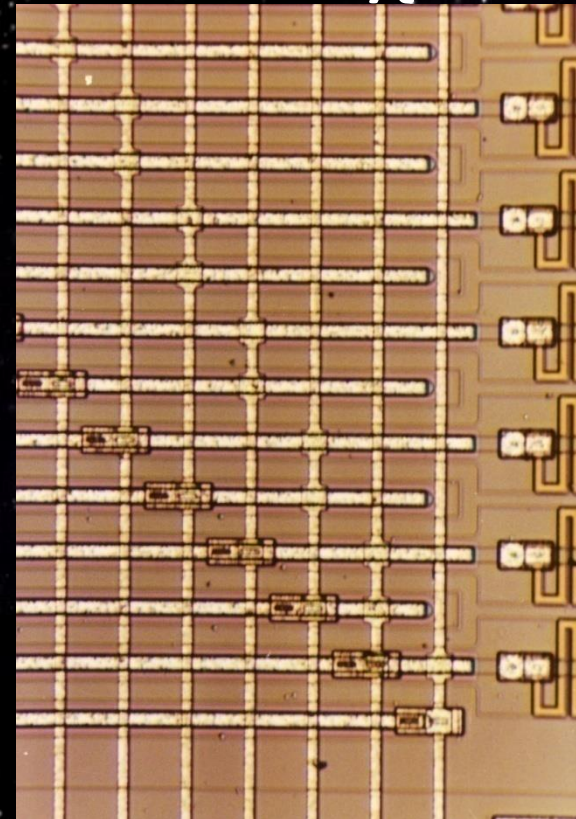
καμπυλότητα

$$\kappa = \frac{1}{\rho}$$

$$p_T = qB\rho$$

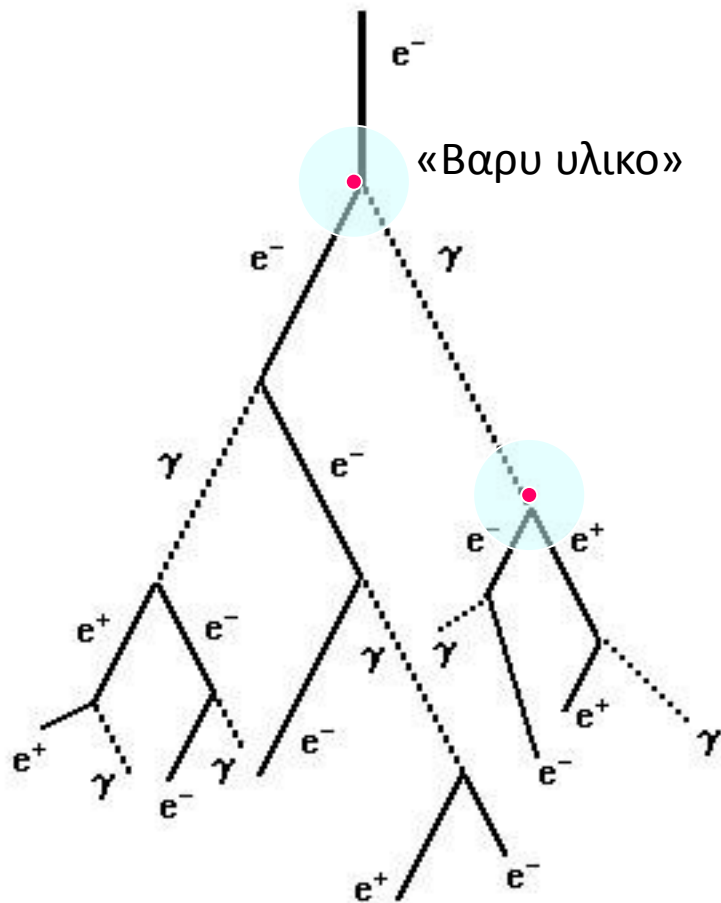


Οι ανιχνευτές-καμερες Τροχιογραφος



- Μετρηση του τυπου: 20-200 μm
- Σφαλμα $\sim 2\mu\text{m}$
- Γρηγορα! $\sim 10\text{ns}$

Οι ανιχνευτες-καμερες Καλοριμετρα



Ηλεκτρομαγνητικα

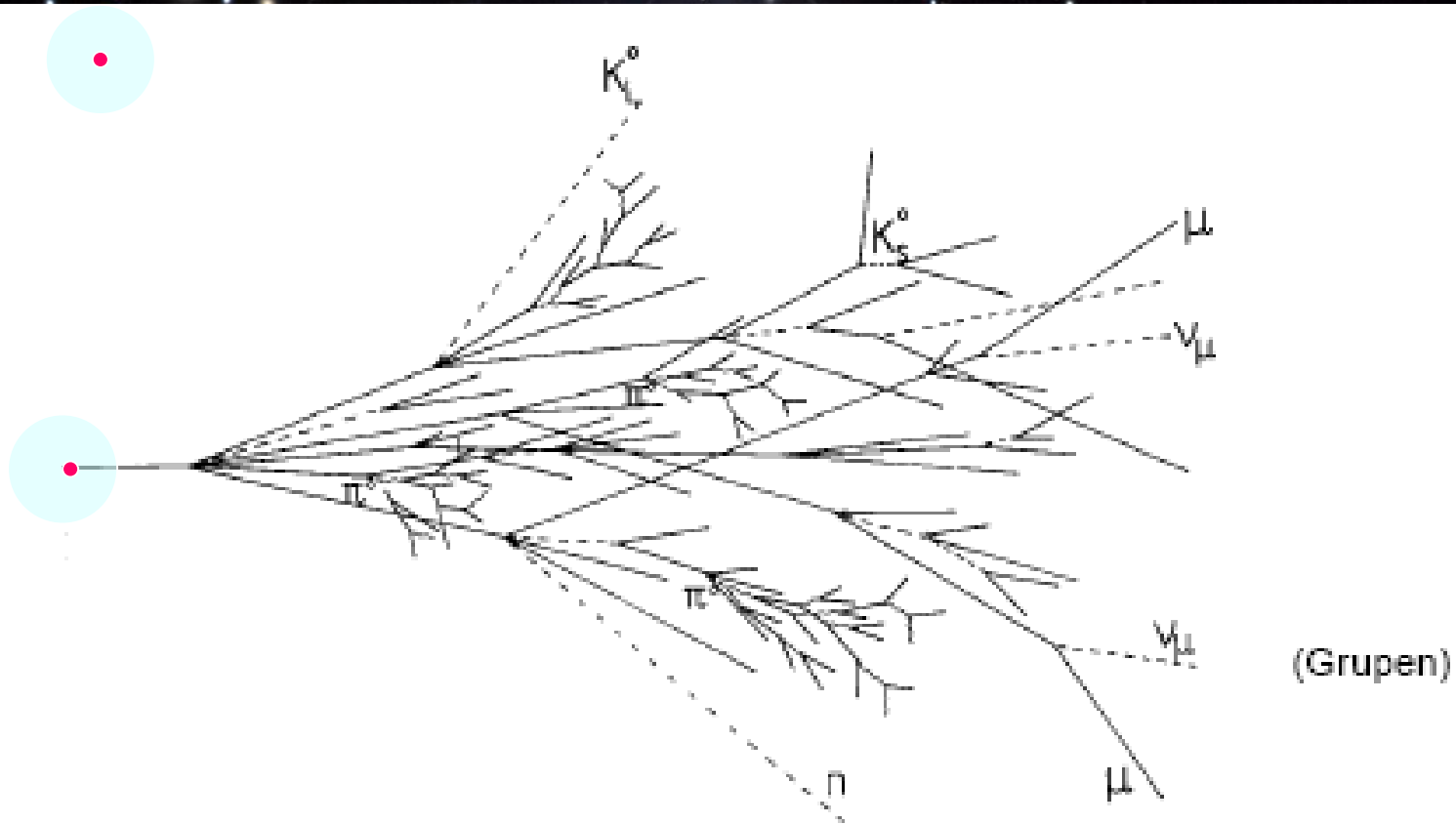
Διδυμη γεννηση, ακτινοβολια πεδησεως σκεδαση κτλ-η αρχικη ενεργεια του σωματιδιου «μεταφραζεται» σε φωτονια και ηλεκτρονια που «φωτογραφιζονται»

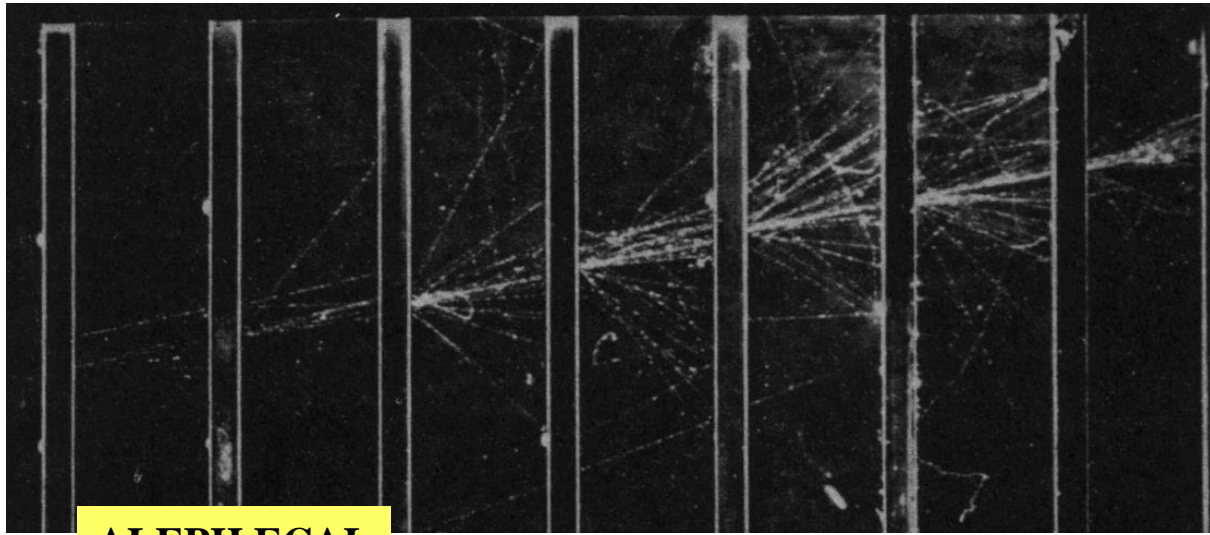
Οι ανιχνευτές-καμερες Καλοριμετρα

Αδρονικα

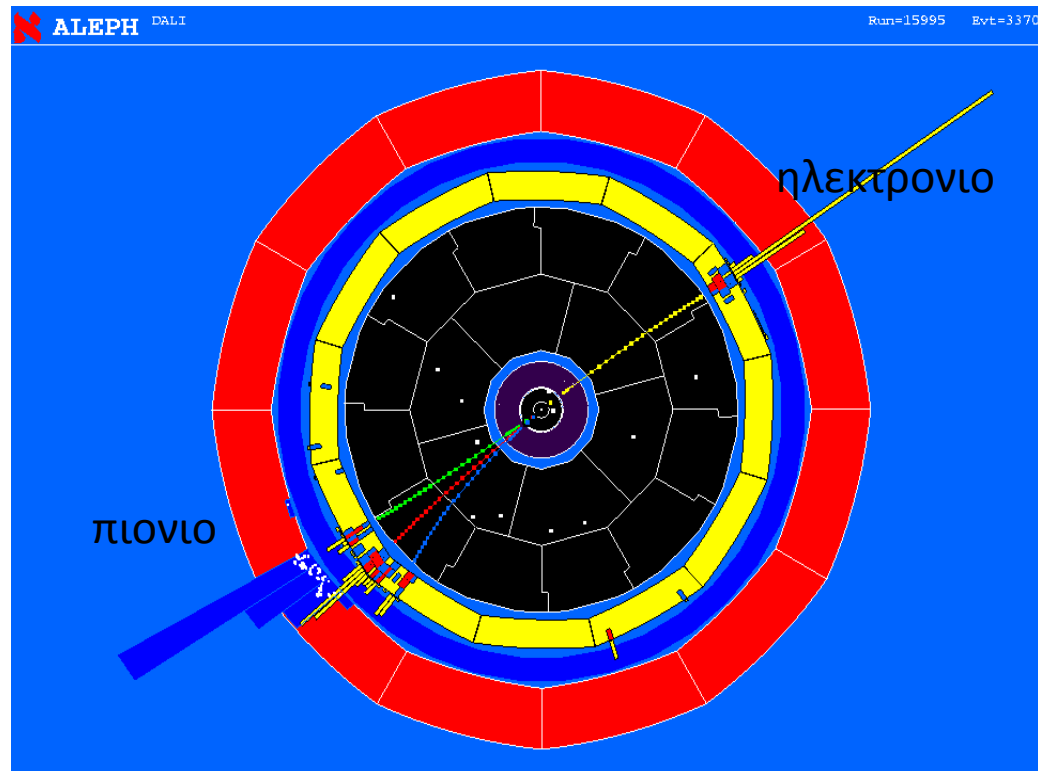
Αδρονικο κομματι καταλωνισμου+ Ηλεκτρομαγνητικο

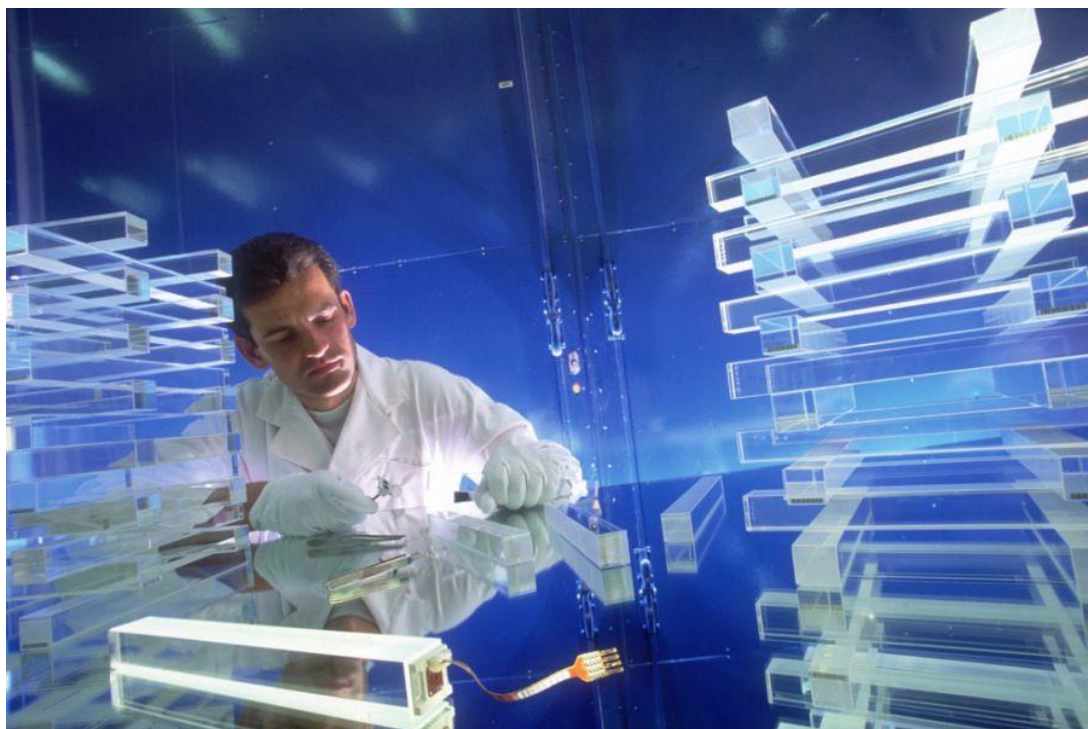
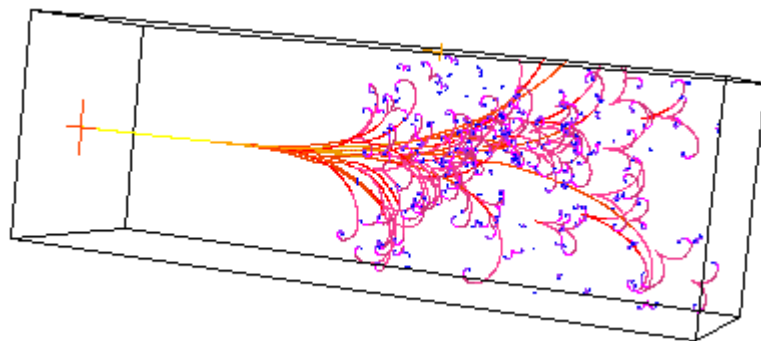
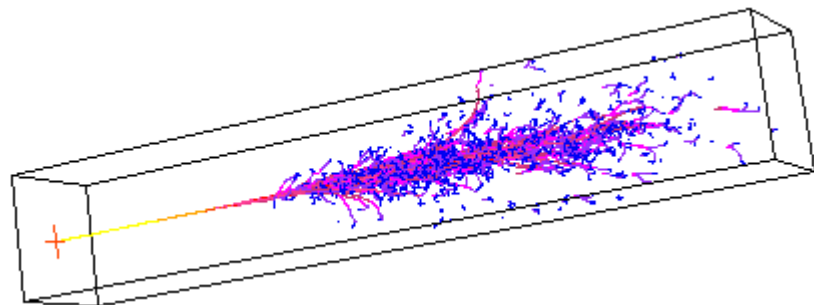
«Βαρυ υλικο»





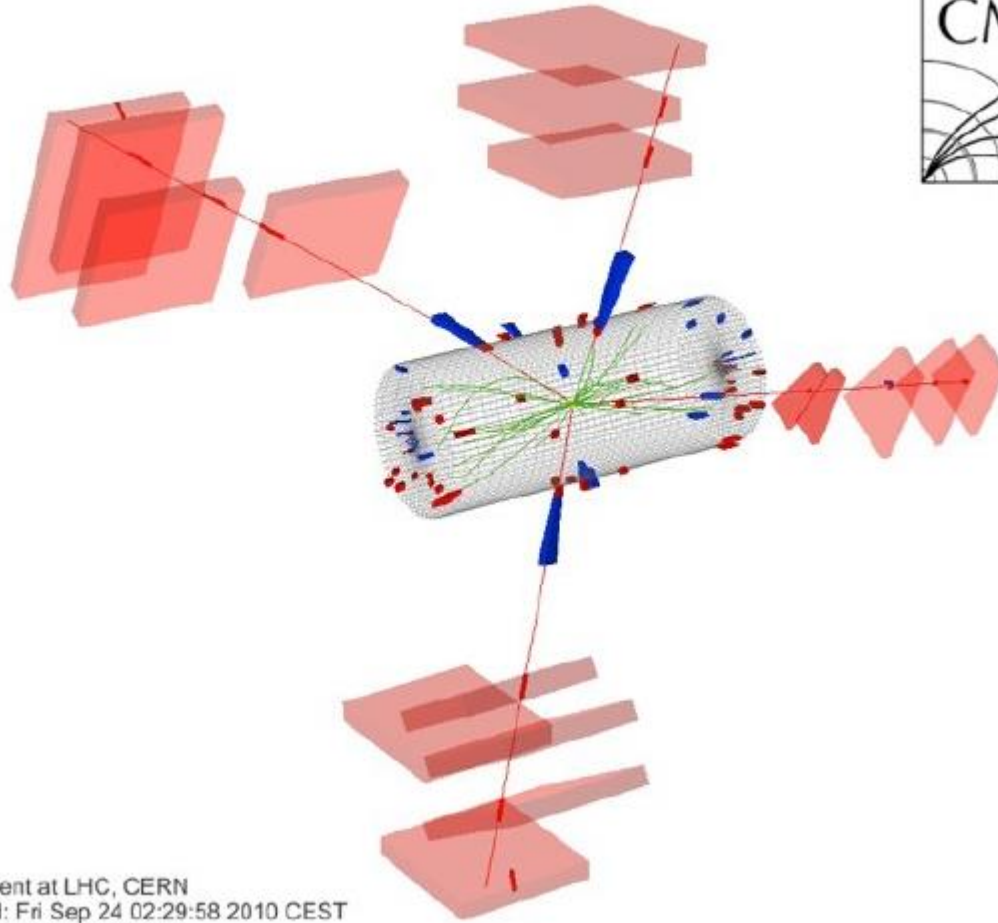
ALEPH ECAL





Οι ανιχνευτες-θαλαμοι μιονιων

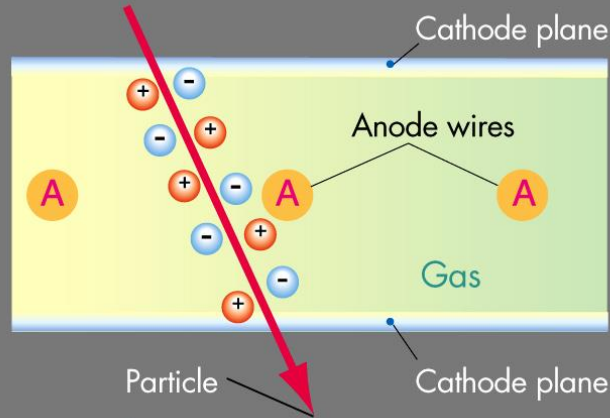
3D view



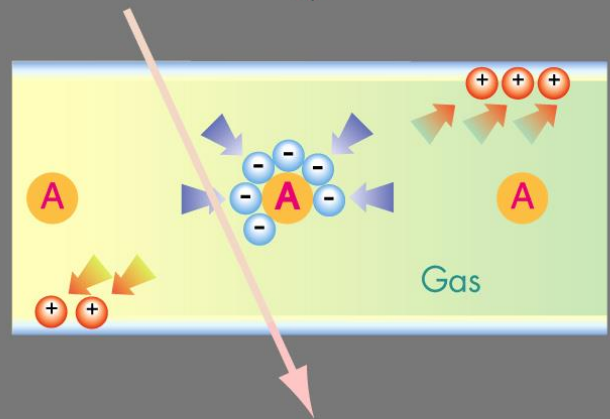
CMS Experiment at LHC, CERN
Data recorded: Fri Sep 24 02:29:58 2010 CEST
Run/Event: 146511 / 504867308

WIRE CHAMBER

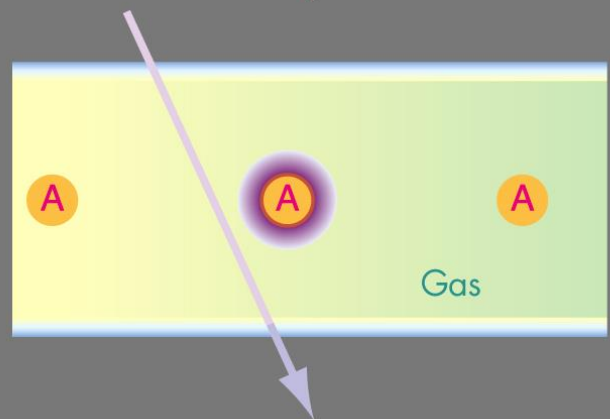
THE FILM RECORDING THE PASSAGE OF A PARTICLE



Ionisation of the gas by the passage of the electrically charged particles.



Ion migration:
+ Towards the cathodes
- Towards the anodes



Multiplication effect:
Electron avalanches near the anode.

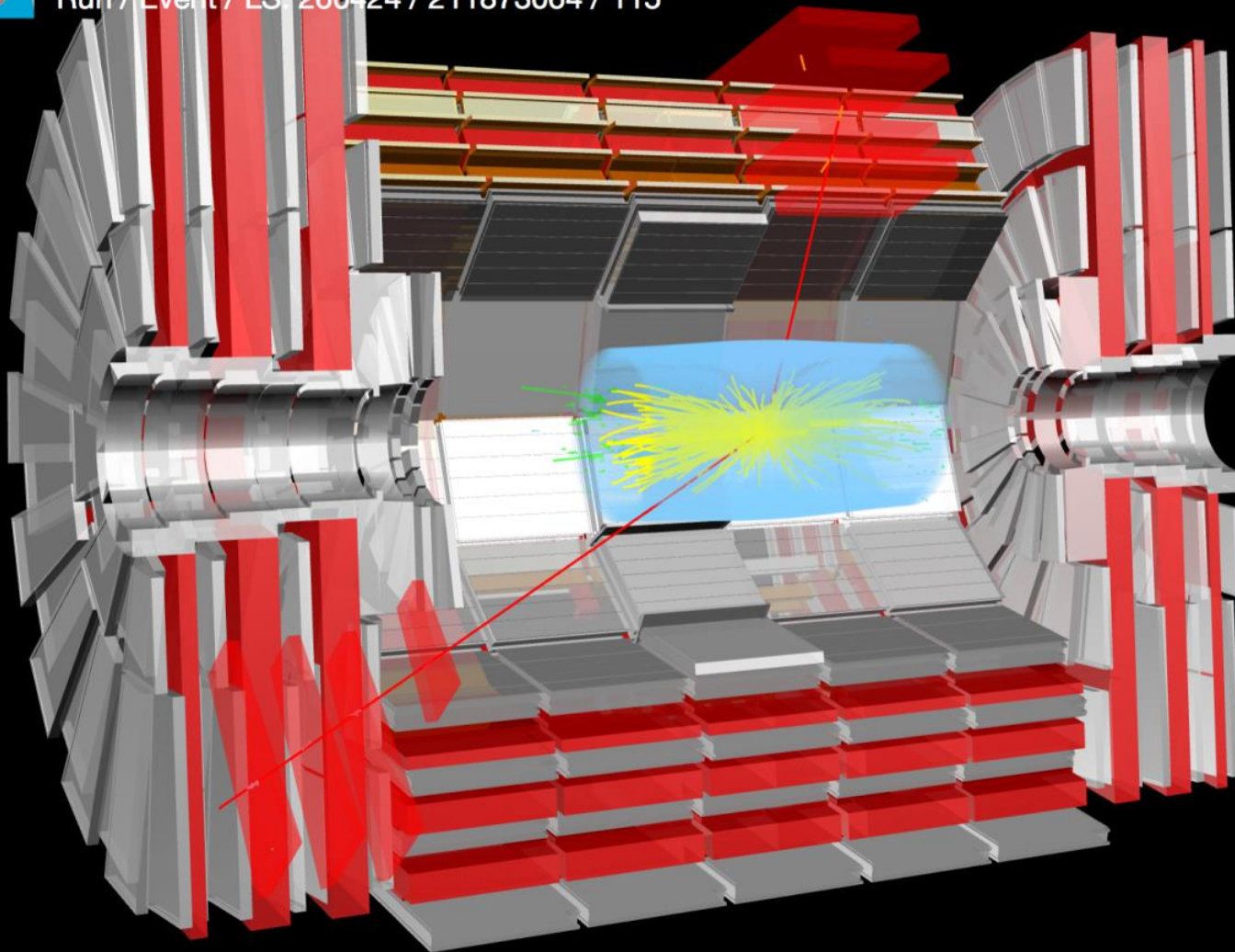
Οι ανιχνευτες-θαλαμοι μιονιων

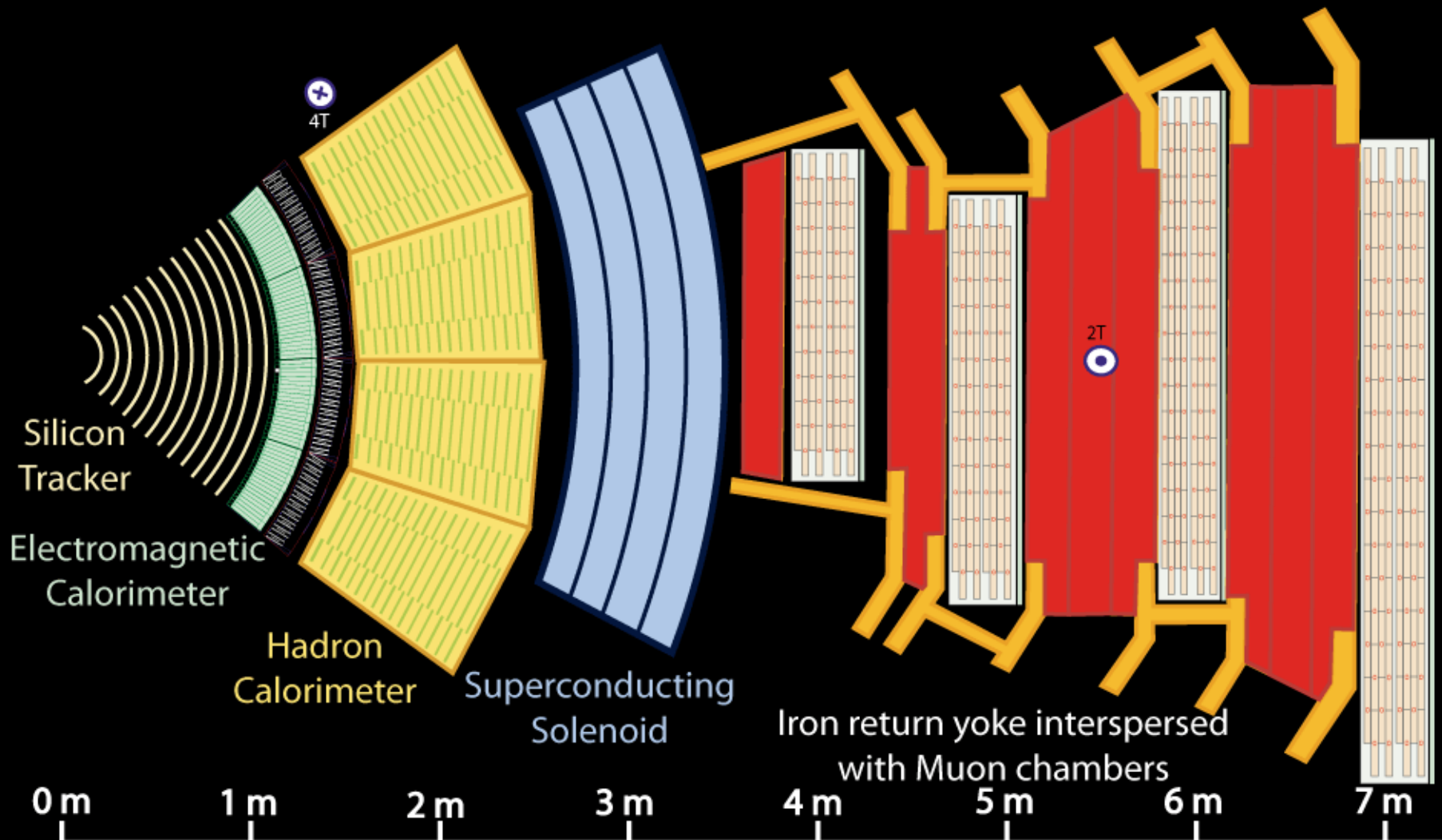


CMS Experiment at the LHC, CERN

Data recorded: 2015-Oct-30 19:23:54.631552 GMT

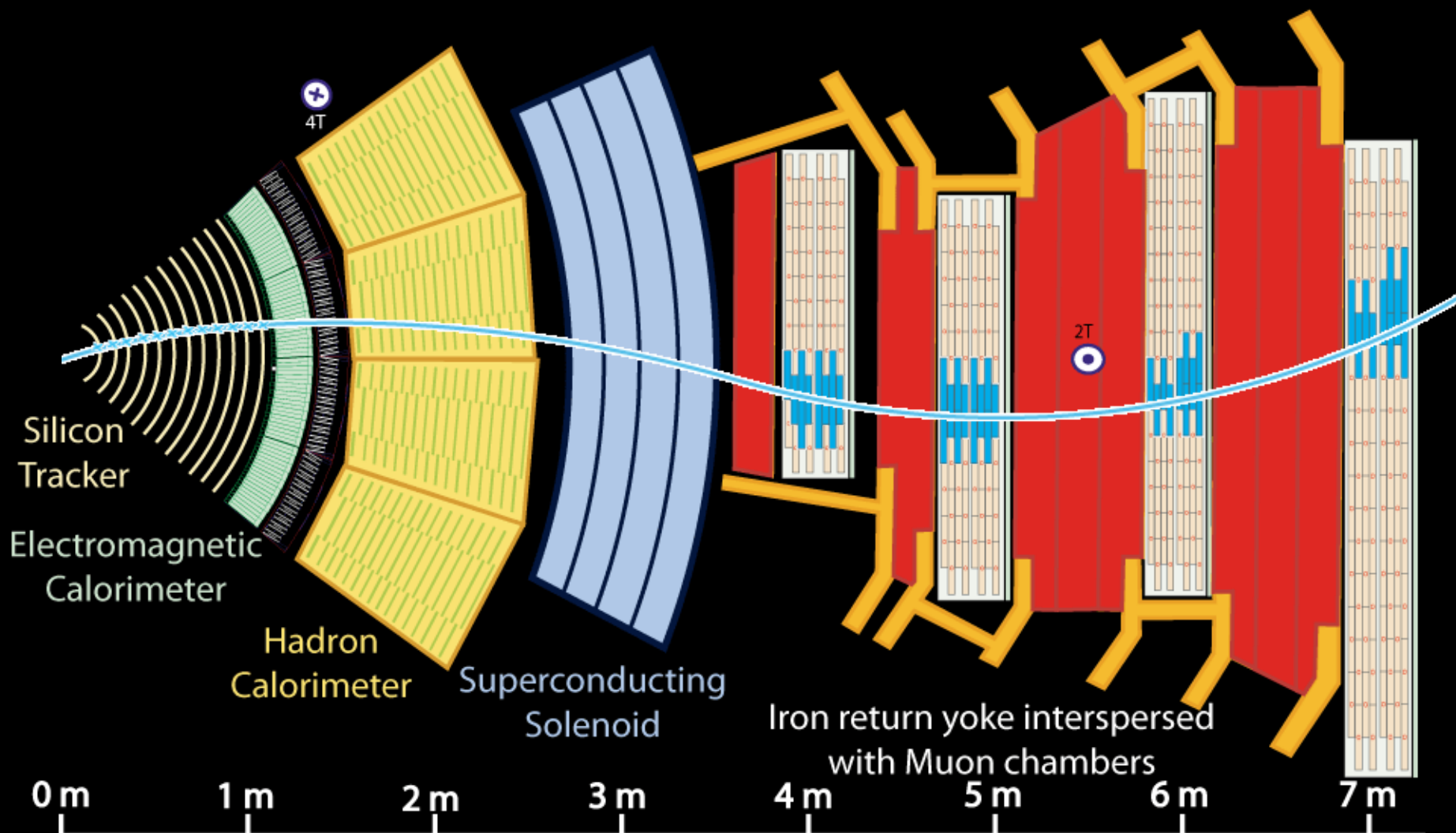
Run / Event / LS: 260424 / 211873064 / 115



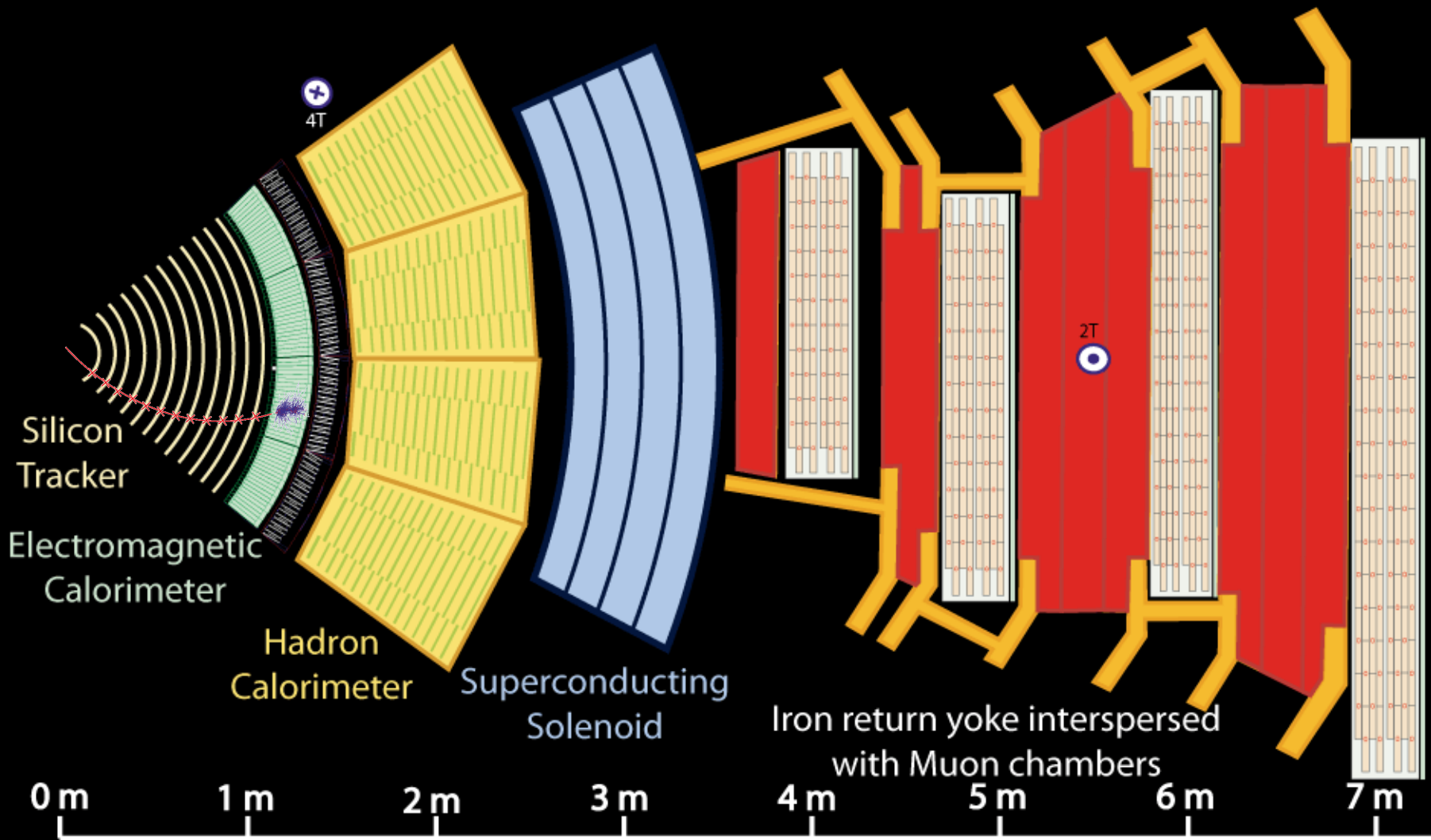


Key:

- Muon
- Electron
- Charged Hadron (e.g. Pion)
- - - Neutral Hadron (e.g. Neutron)
- - - Photon

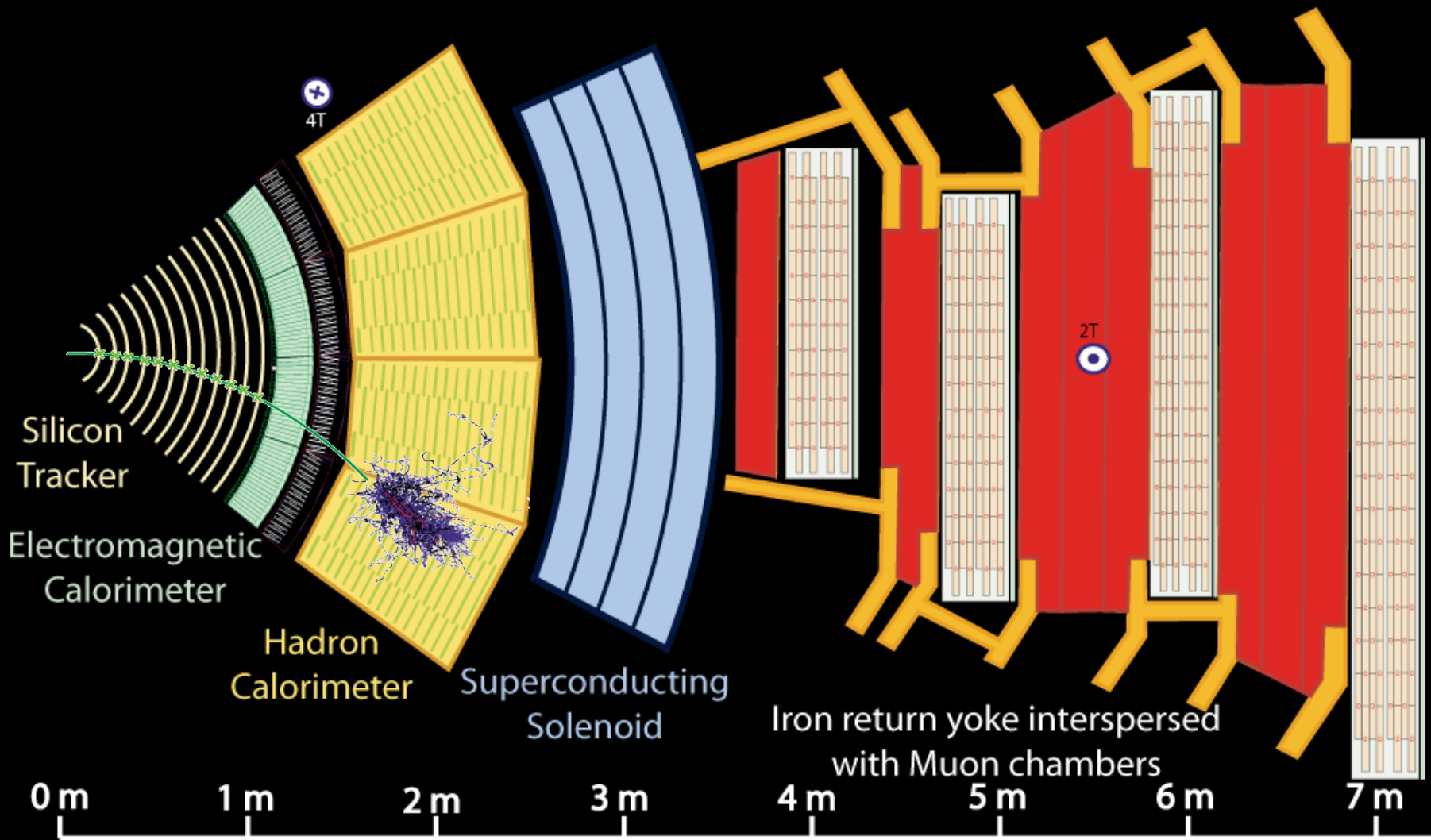


- Key:
- Muon
 - Electron
 - Charged Hadron (e.g. Pion)
 - - - Neutral Hadron (e.g. Neutron)
 - - - Photon



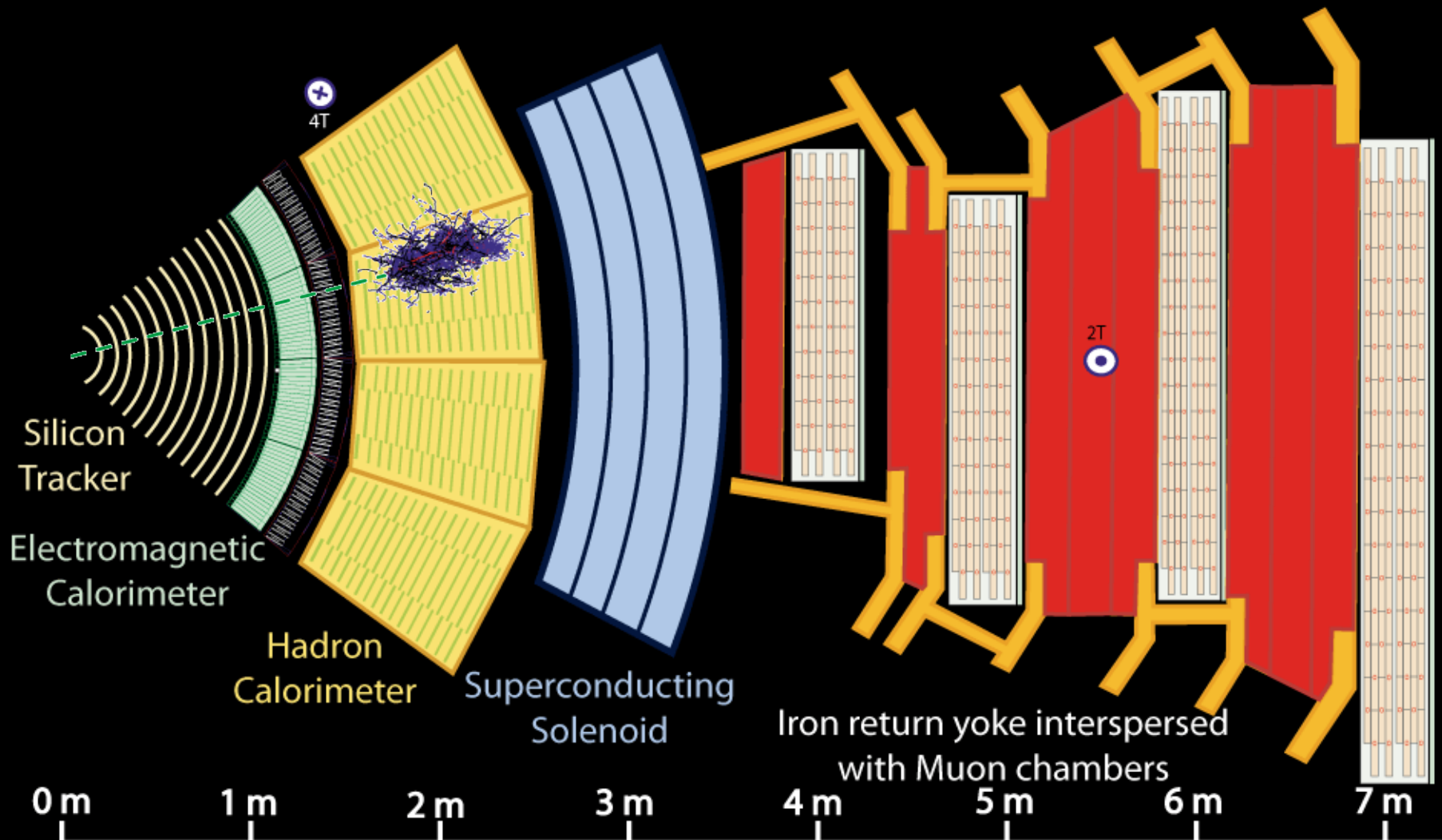
Key:

- Muon
 — Electron
— Charged Hadron (e.g. Pion)
- - - Neutral Hadron (e.g. Neutron)
 - - - Photon



Key:

- Muon
 — Electron
— Charged Hadron (e.g. Pion)
- - - Neutral Hadron (e.g. Neutron)
 - - - Photon



Key:

- Muon
- Electron
- Charged Hadron (e.g. Pion)
- - - Neutral Hadron (e.g. Neutron)
- - - Photon

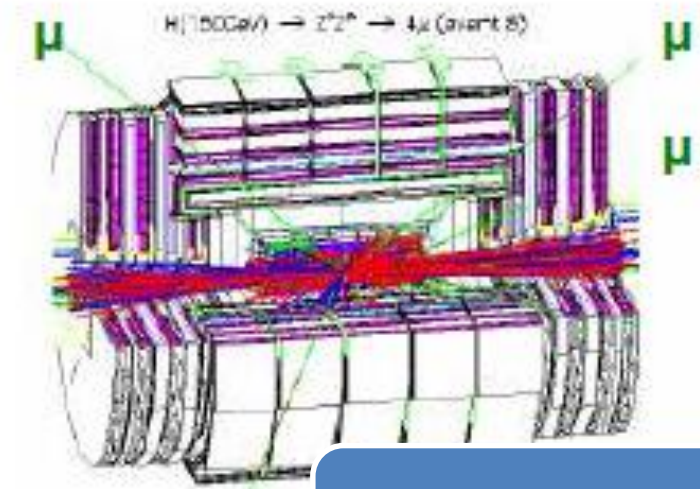
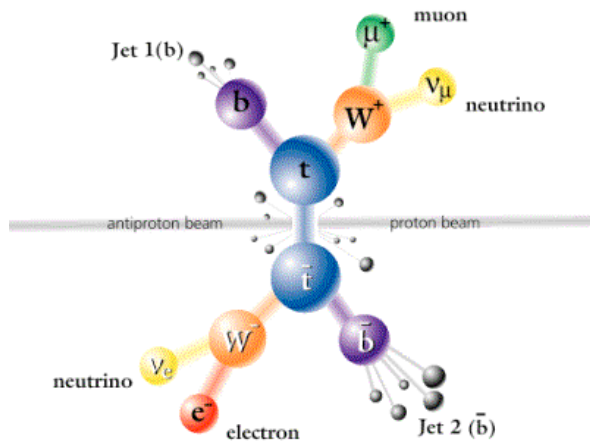
Οι συγχρονοι μεγαλοι ανιχνευτες στο CERN: φωτογραφιζουν με μεγαλη χρονο-χωρικη ακριβεια την συμπεριφορα της υλης στις συνθηκες αμεσως μετα το Big Bang (“αμεσως “ $<10^{-9}$ sec)

- Οι ανιχνευτες ειναι πραγματικα μεγαλοι....

Ονομα	Βαρος (tn)	Μεγεθος (z,r)	Αρχικο κοστος (MCHF)	Ανθρωποι
ALICE	10000	26,16	~300	~1500
ATLAS	7000	44,22	~550	~3000
CMS	13000	21,16	~550	~3700
LHCb	4500	20, 5+	~300	~800

...γιατι πρεπει να «φωτογραφισουν» πολυ «μικρα» αντικειμενα ($< 10^{-16}$ sec) , μιλαμε για αποστασεις μικρομετρου και χρονους ζωης φραγματα του psec. Οι ζητουμενες φωτογραφιες ειναι του μποζονιου Higgs, υπερσυμμετρικων σωματιδιων, mini μαυρες τρυπες, βαρυτονια η αλλες μορφες της υλης (quark – gluon plasma...)

Θεωρια



CMS «γεγονος»

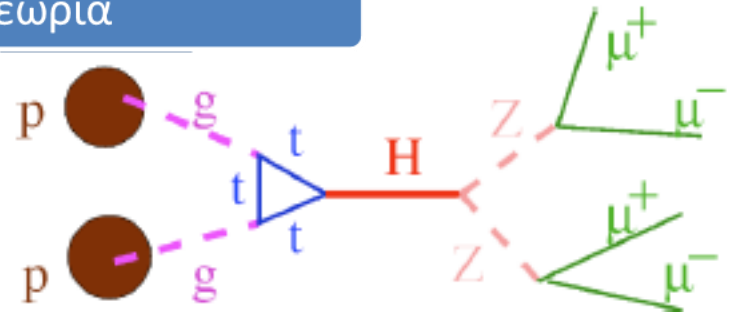


CMS

$H \rightarrow \mu\mu\mu\mu$
 $m(H)=150\text{GeV}$
 + 20 Min bias

CMS “φωτογραφιζοντας”

Θεωρια



CMS

~13000 t

Υπεραγωγμο σωληνοειδες

EM Καλοριμετρο

ECAL

Scintillating
PbWO4 crystals

Αδρονικο Καλοριμετρο

Plastic scintillator/brass
sandwich

«Ζυγος» σιδηρου

15 m

τροχιογραφος

Silicon Microstrips
Pixels

Total weight : 13,000 t ..
Overall diameter : 15 m
Overall length : 21.6 m
Magnetic field : 4(3.8) Tesla

Θαλαμοι μιονιων

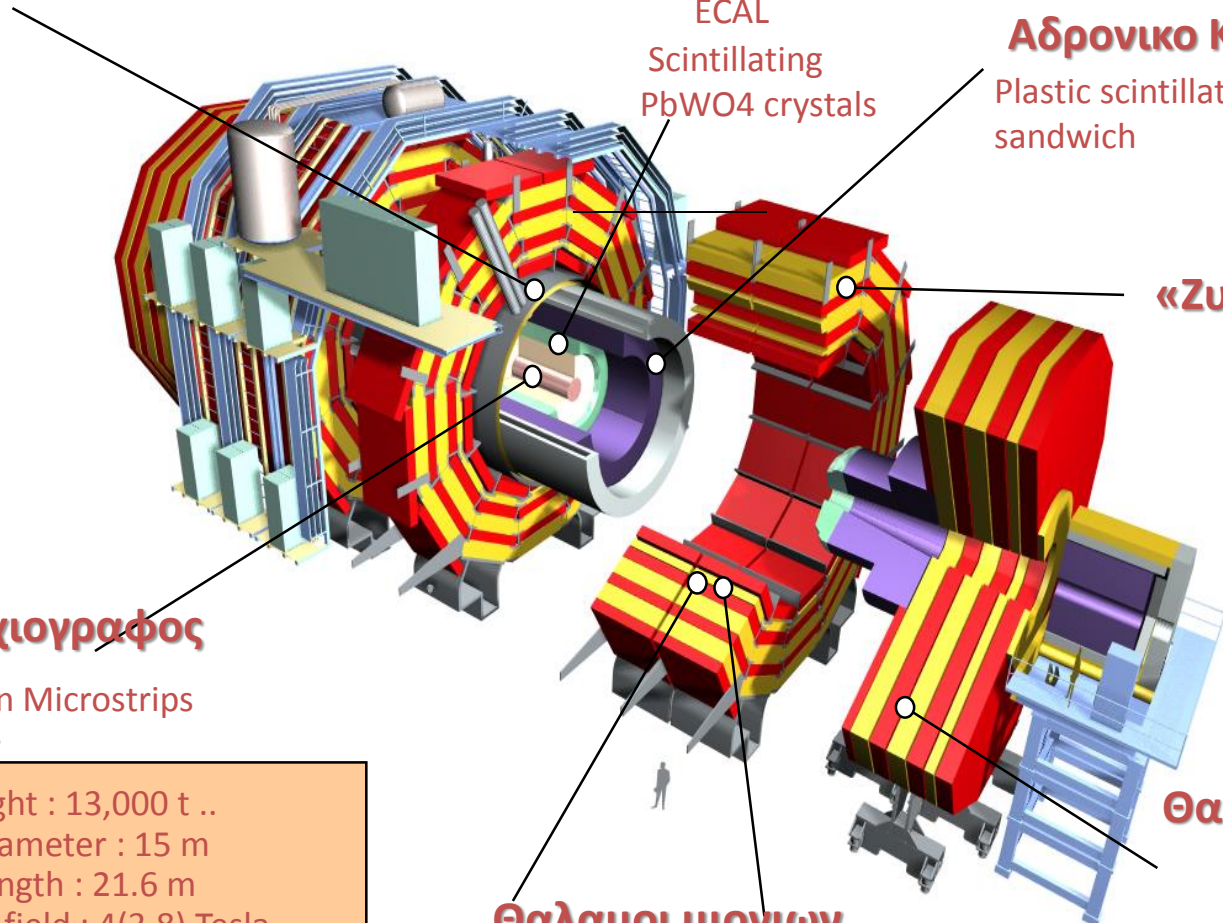
Θαλαμοι μιονιων

Drift Tube
Chambers

Resistive Plate
Chambers

Cathode Strip Chambers and
Resistive Plate Chambers

22 m



Οι 4 «μεγαλοι» ανιχνευτες του LHC:

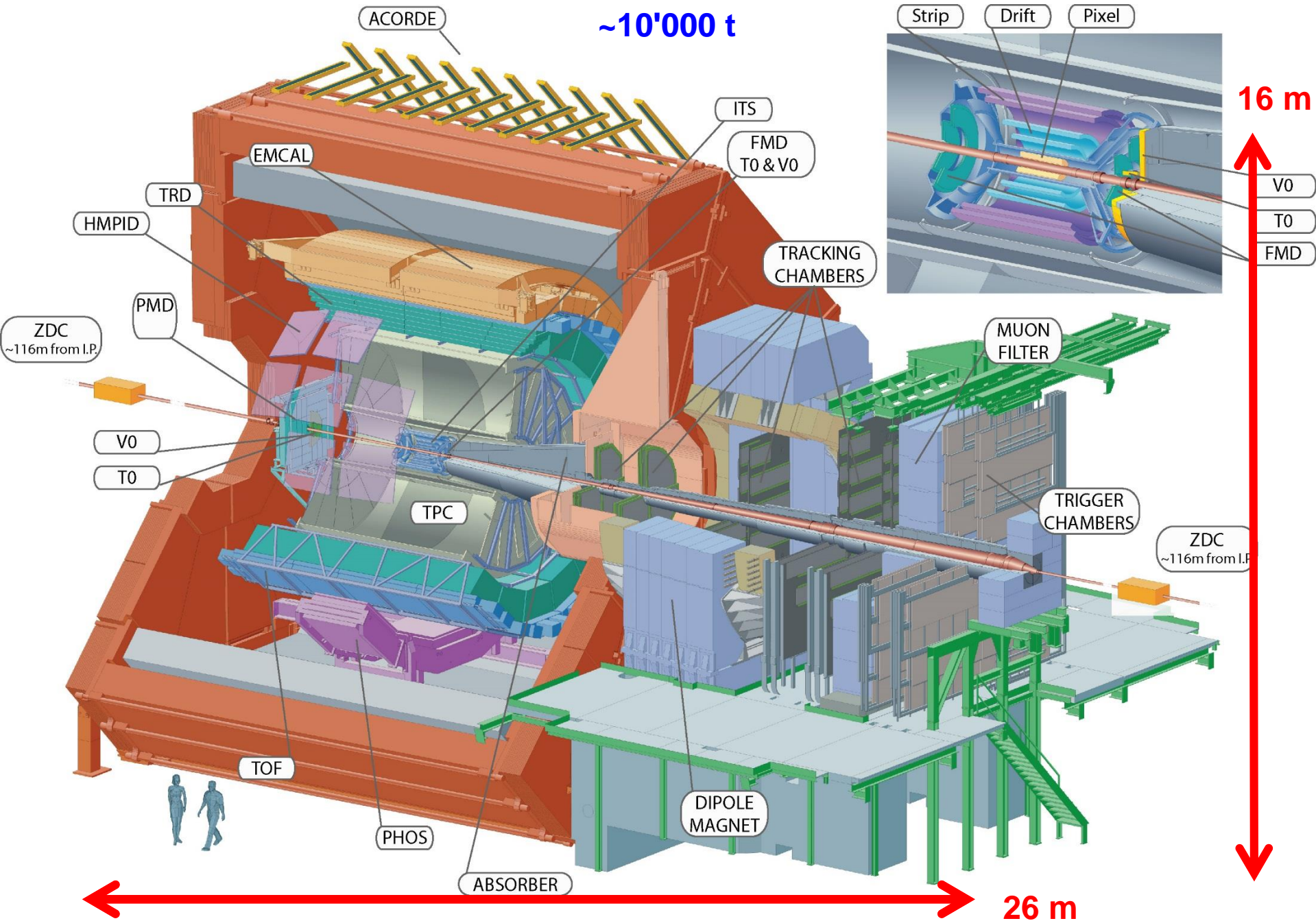
Εχουν ολοι τα ιδια περιπου κομματια (υπανιχνευτες)....

Υπανιχνευτης	ALICE	ATLAS	CMS	LHCb
Vertex detector/Tracker	✓	✓	✓	✓
Καλοριμετρο	✓	✓	✓	✓
Muon detector	✓	✓	✓	✓
Διαφορα	!!!!!!!	✓	✓	!!!!!!!

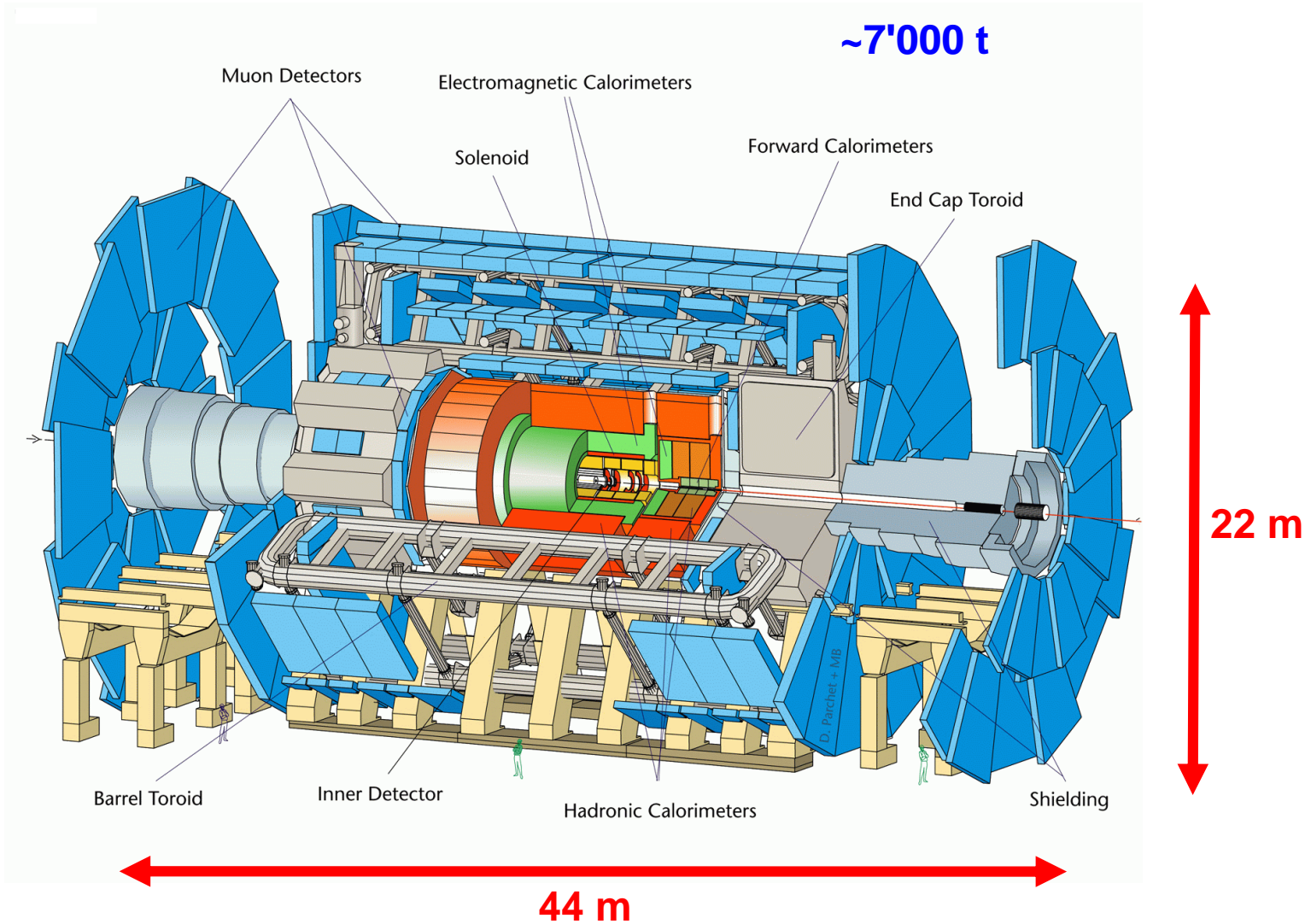
Ολοι εχουν εναν καταγραφεα τροχιων (Tracker στα Ελληνικα!) για να «βλεπουν» την διαδρομη των φορτισμενων σωματιδιων στο χωρο

Ολοι εχουν ενα καλοριμετρο (Ηλεκτρομαγνητικο και Αδρονικο) για να μετρουν την ενεργεια

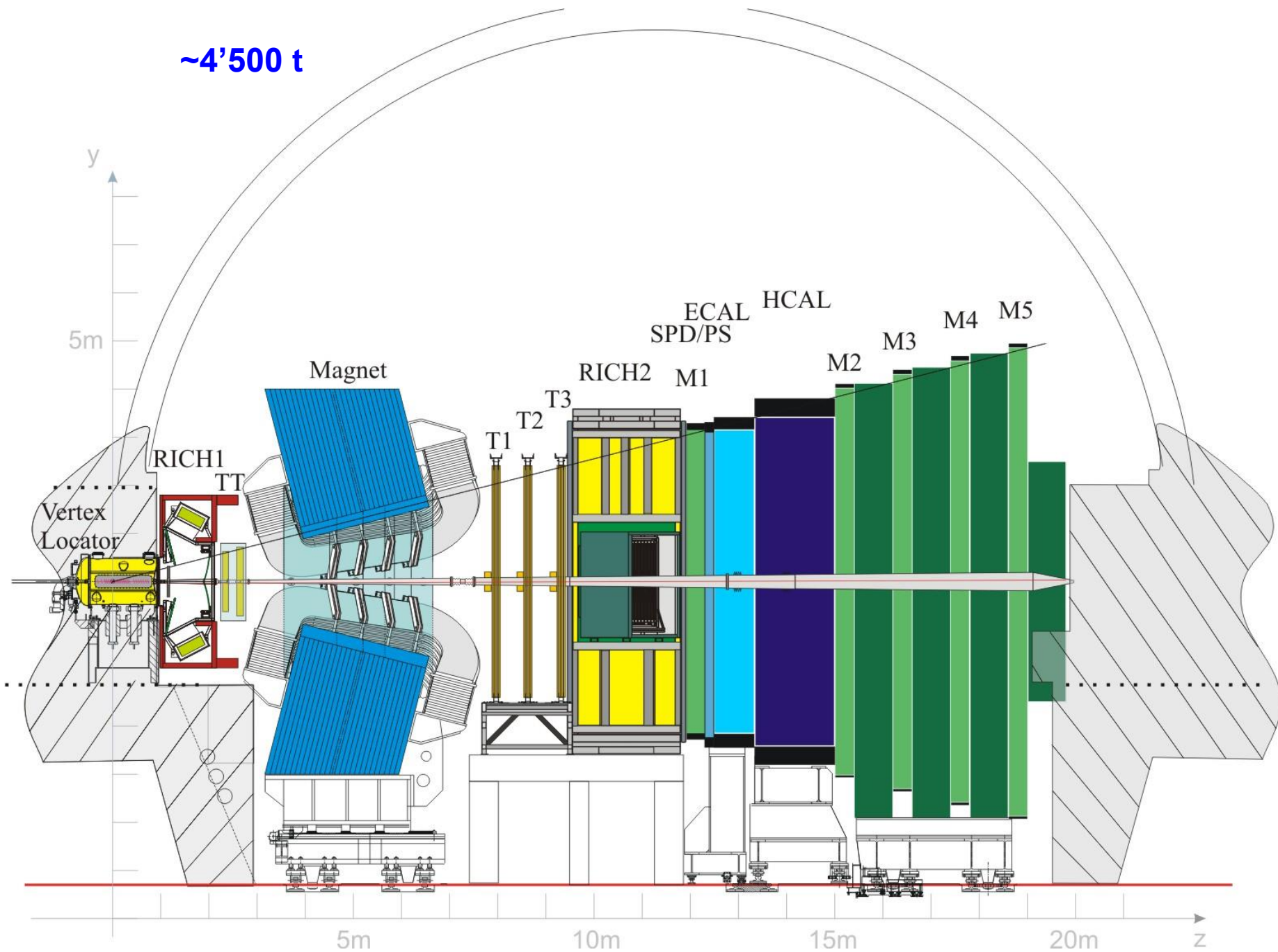
Ολοι εχουν ανιχνευτες μιονιων-γιατι τα μιονια δεν «πεθαινουν» στα καλοριμετρα και η ανιχνευση τους ειναι πολυ σημαντικη



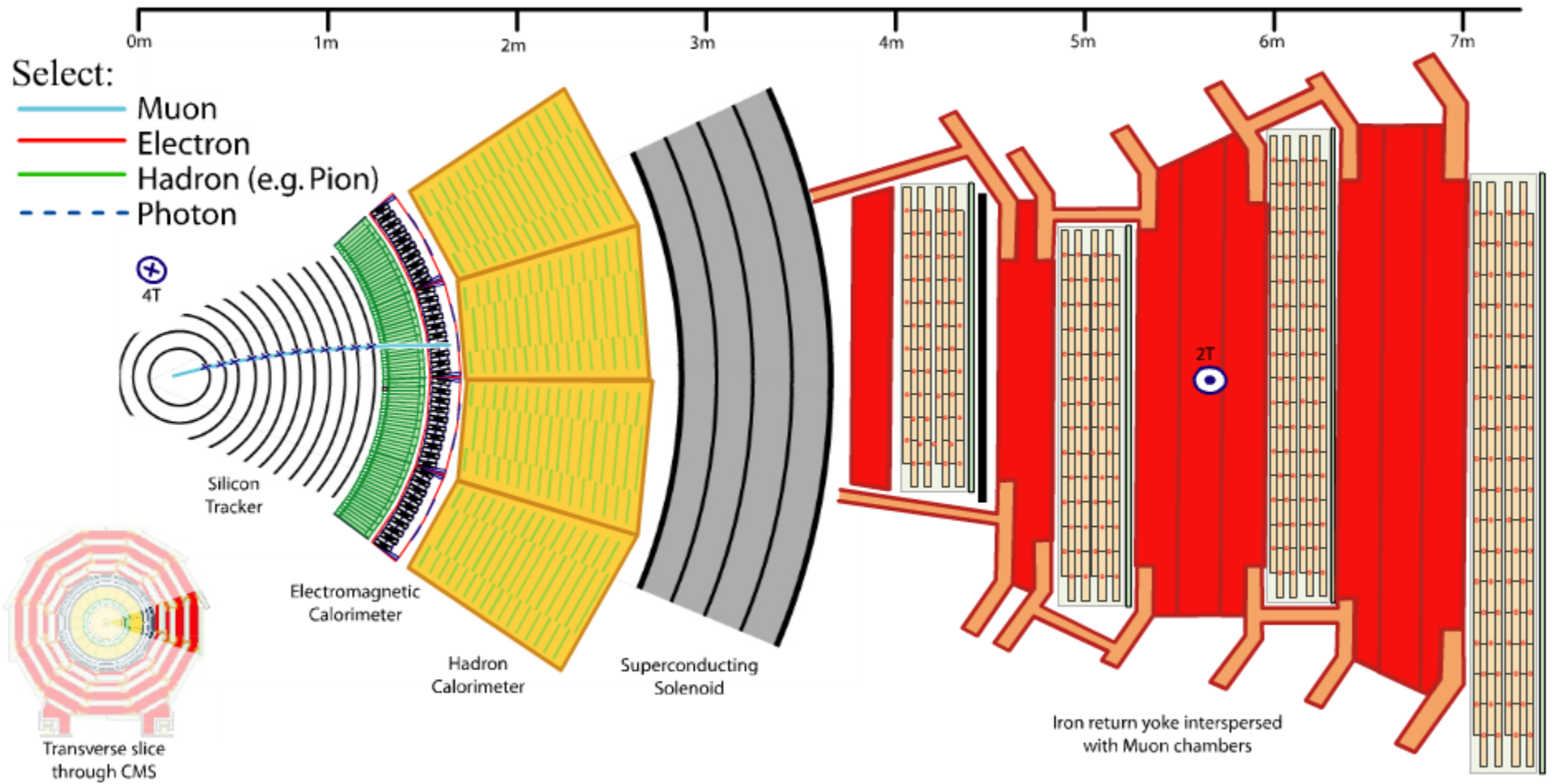
ATLAS

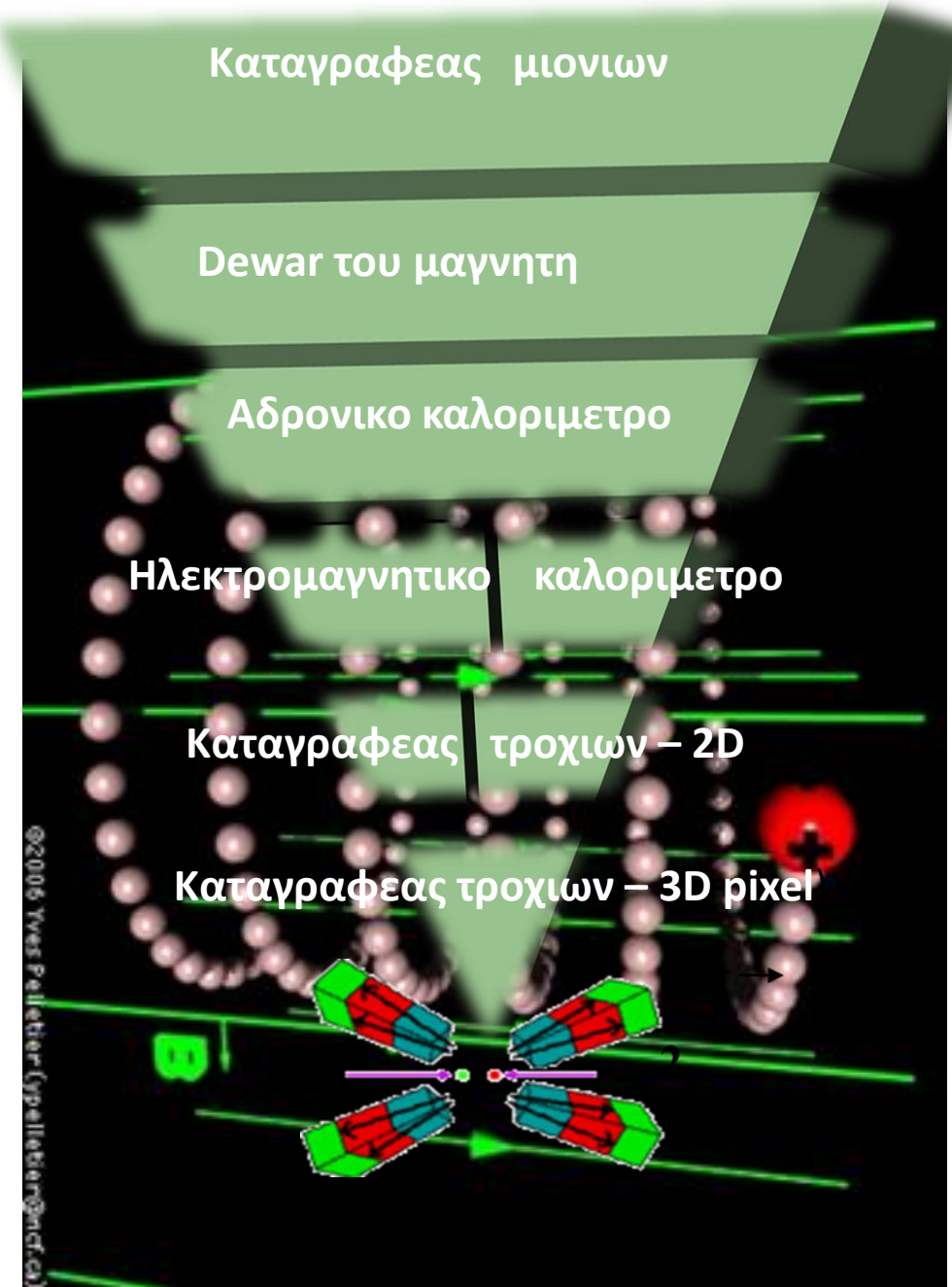


~4'500 t



Μια «φρετα» του CMS



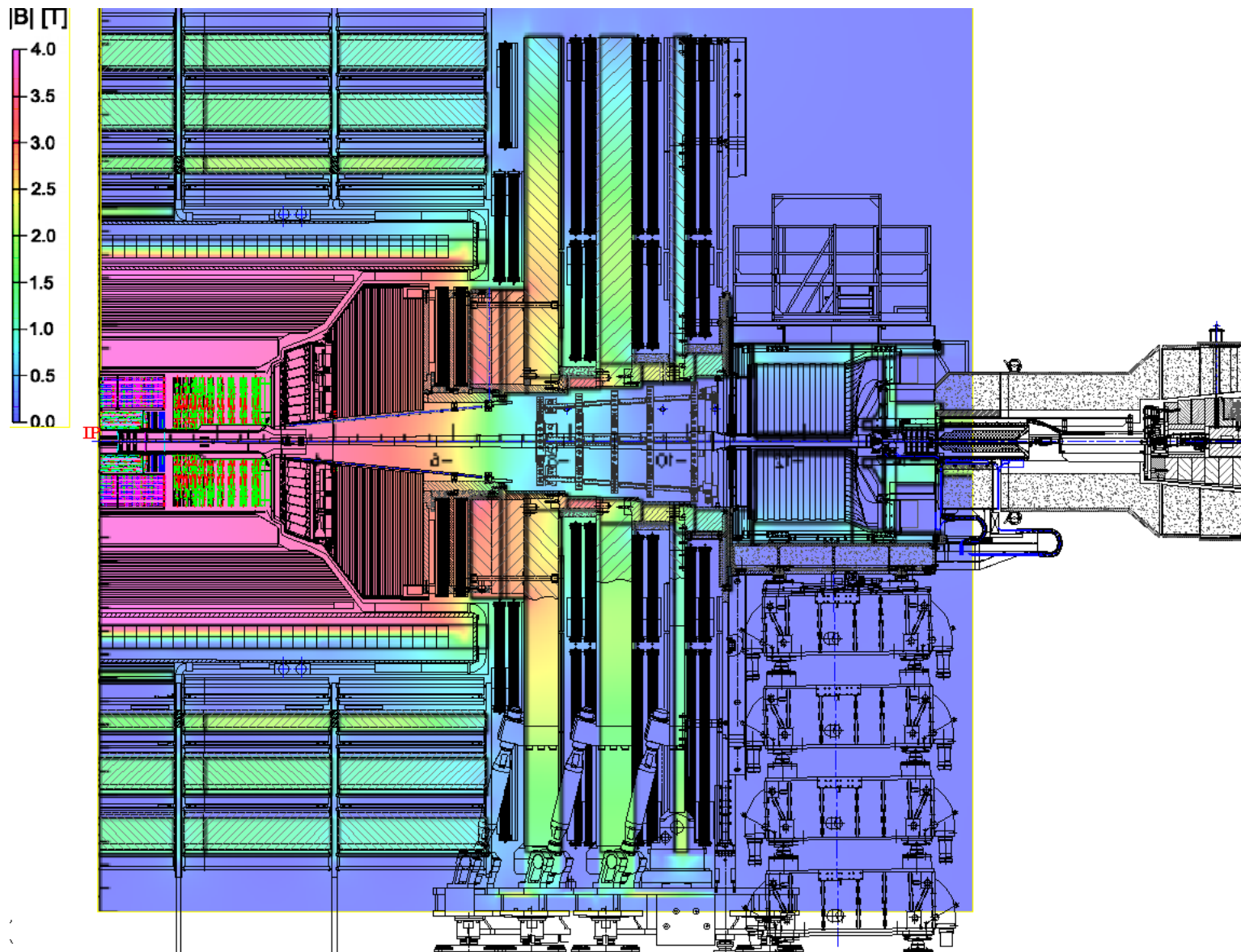


«Βαρια» υλικαι!

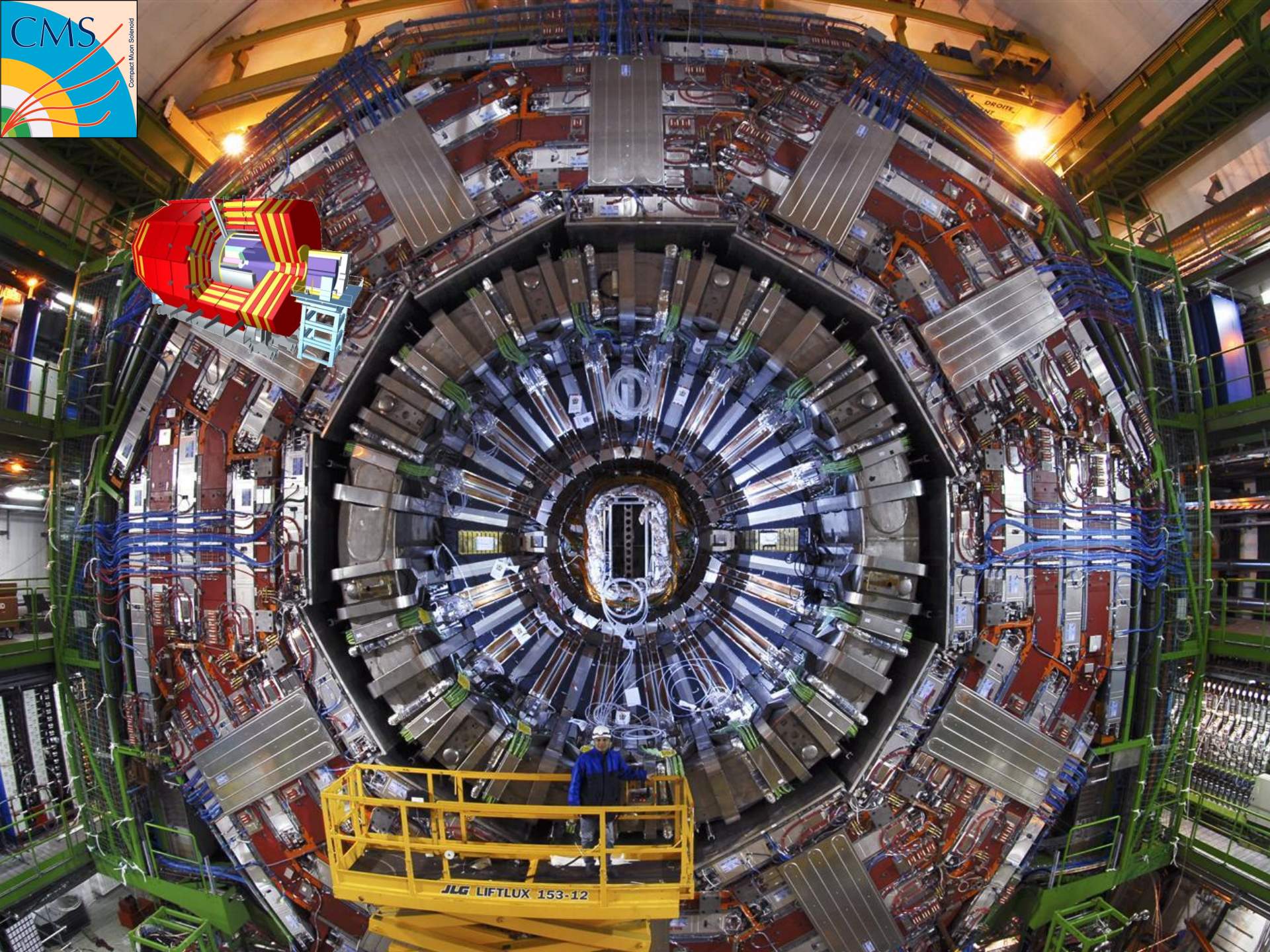
«Ελαφρα» υλικαι!

$$E_{CM} = 2E_{beam}$$

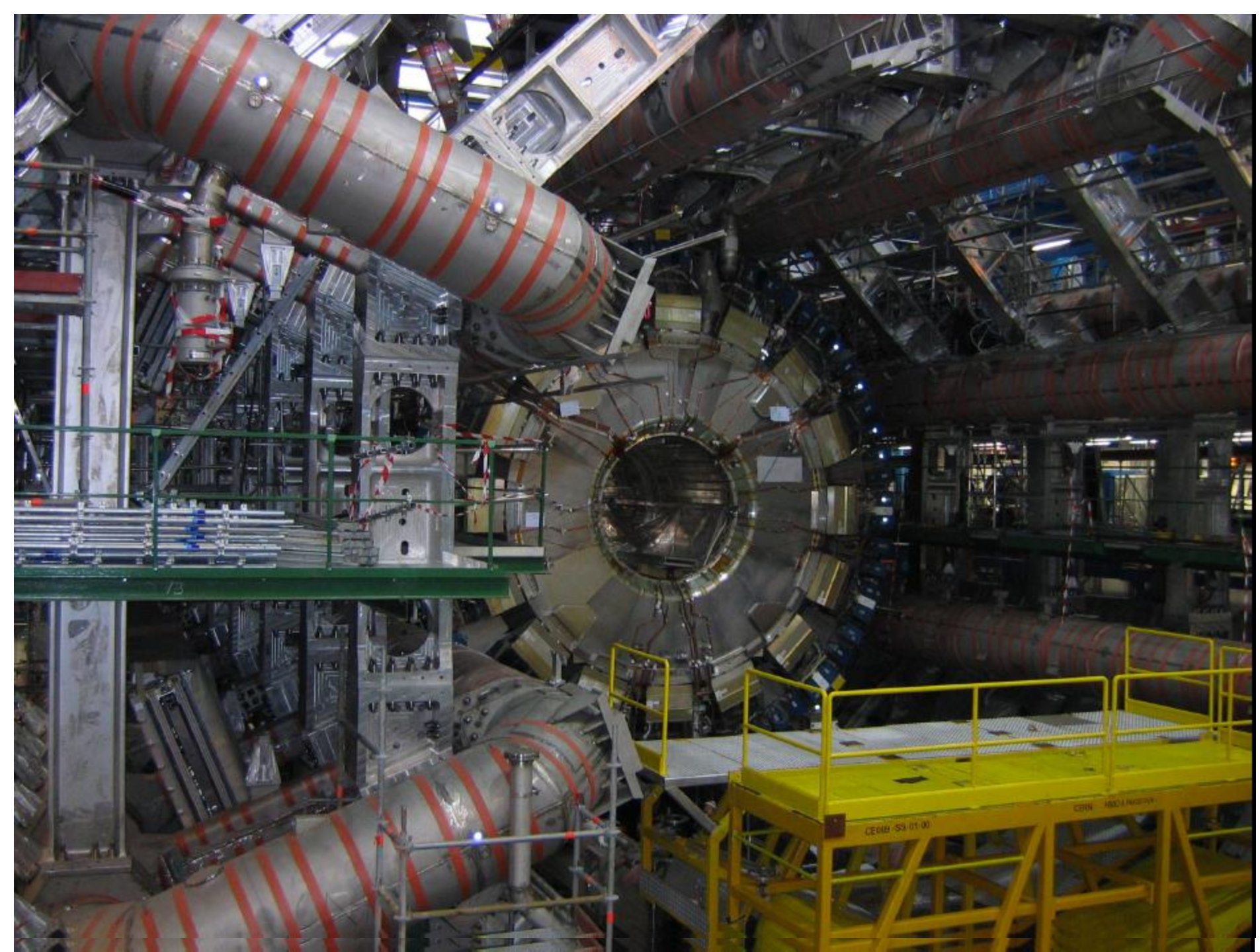
$$p_1 = -p_2$$

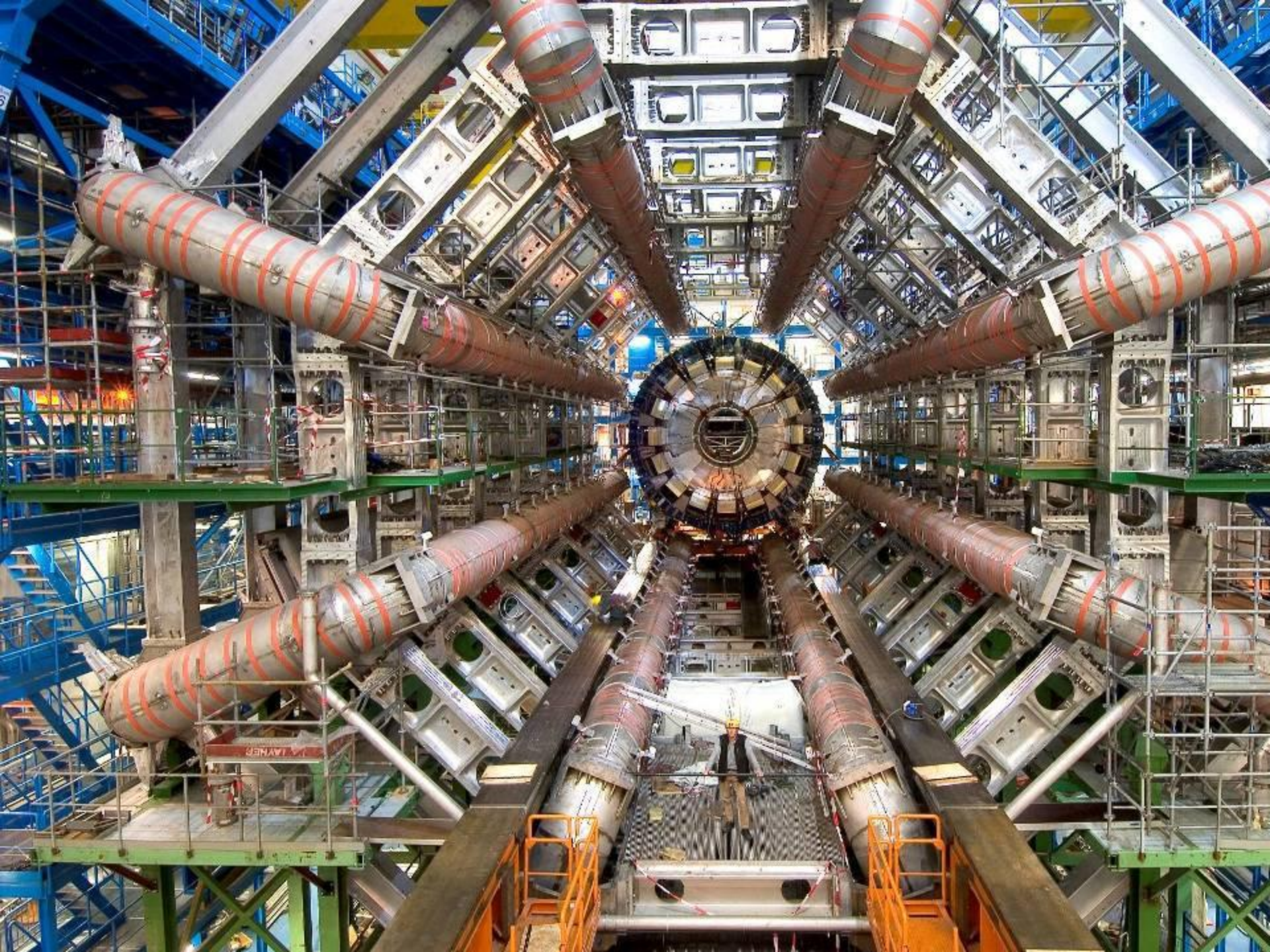


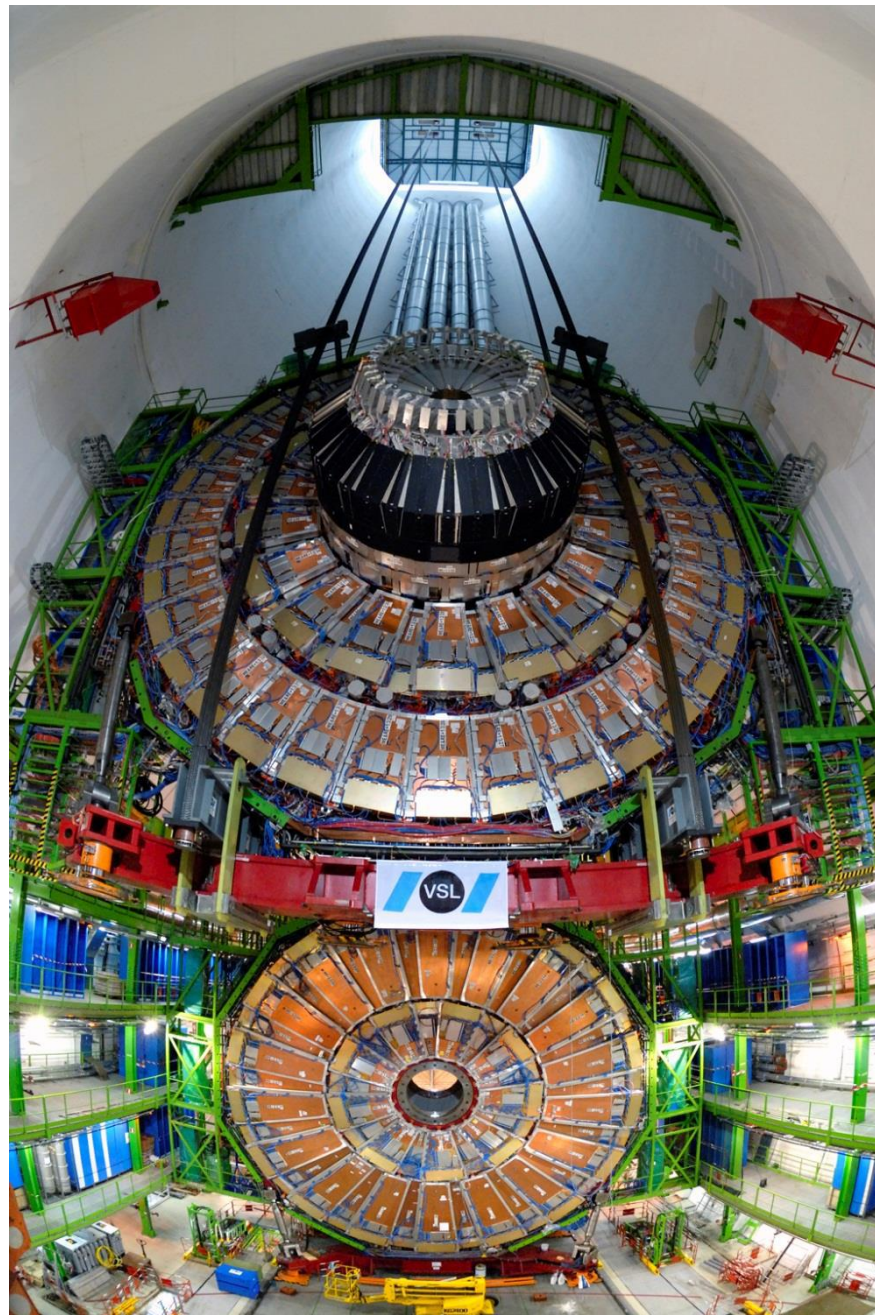
Η ισχύς του μαγνητικού πεδίου μέσα στον ανιχνευτή



JLG LIFTLUX 153-12







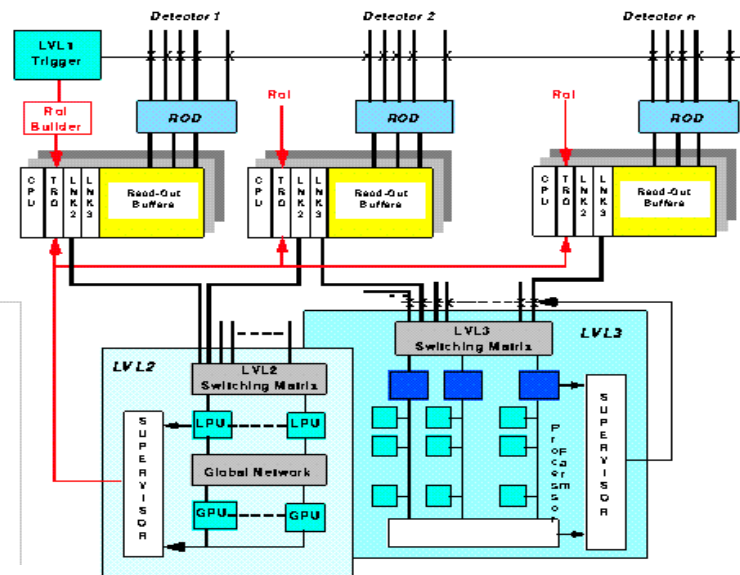
Η ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ “ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ”

Οι ανιχνευτές είναι ακριβώς παιχνίδια χωρίς το σύστημα επιλογής γεγονότων (trigger) και την επιλογή και καταγραφή δεδομένων (DAQ). Εδώ τα MHz και τα PB είναι καθημερινότητα για τα περίπου 100 εκατομμύρια “καναλιά” που “διαβαζουν” τις πληροφορίες που προέρχονται από τις συγκρούσεις

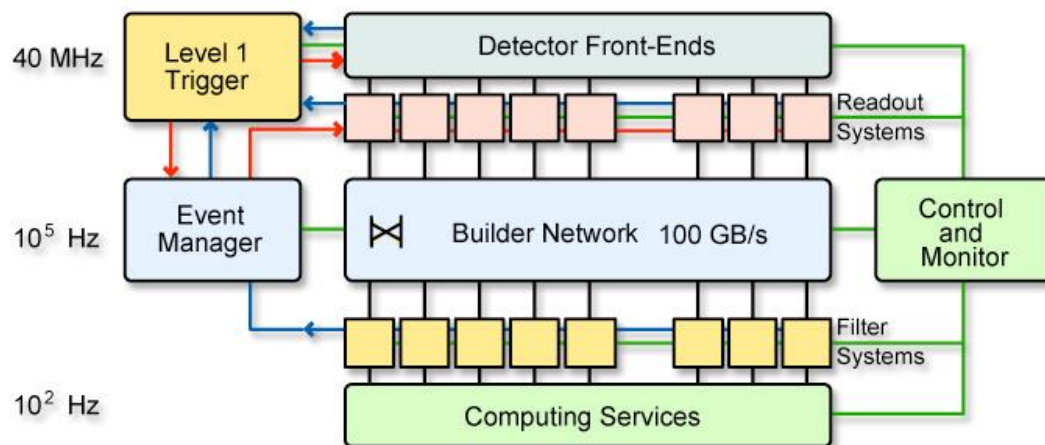
Event building

ATLAS

ATLAS T/DAQ Global Architecture



CMS



Άλλα και (μπαινω στο θεμα...):

Για τον ανιχνευτη ...

- Συστηματα Ηλεκτρικης τροφοδοσιας (~15-20kA, ισχυς, συνεχες και εναλασσομενο)
- Συστηματα αεριων (ευφλεκτα και μη)
- Συστηματα ψυκτικων(~ -30°C καταγραφεας τροχιων)
- Συστηματα εξυπνων μονωτων(~ -20°C καταγραφεας τροχιων ~ +17°C ECAL)
- Συστηματα ελεγχου κινήσεων αντικειμενων (υποανιχνευτες και αλλα κοματια “ζυγιζουν” 2 και 3 τοννους, αισθητηρες)
- Συστηματα ελεγχου περιβαλλοντος (ξερος αερας, αζωτο)
- Συστηματα ευθυγραμιας (laser) και ελεγχου κινήσεων (CCD καμερες)
- Συστηματα μετρησεως και οχι μονο, της ραδιενεργειας (διαφορετικες μεθοδοι)

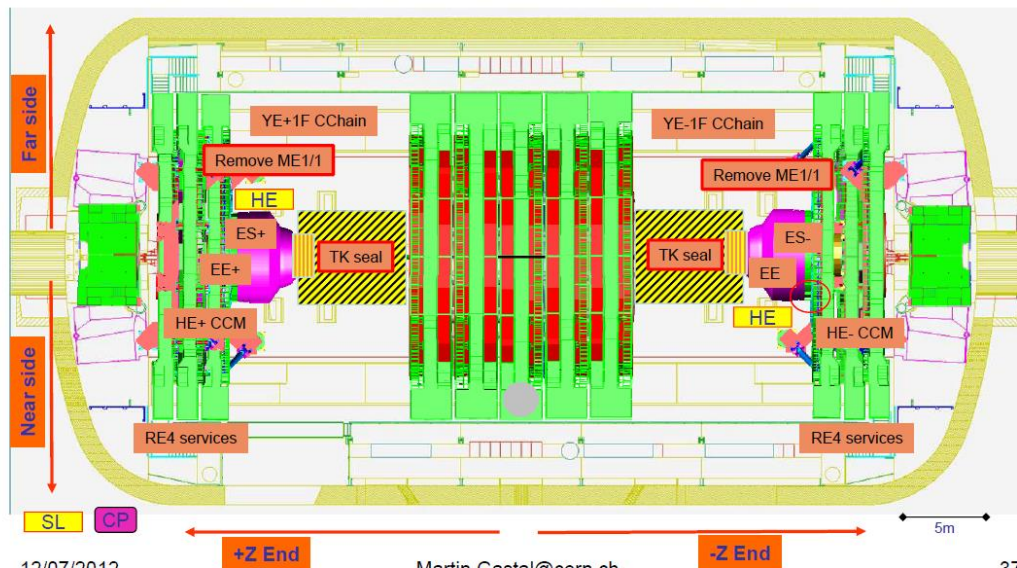
Για το περιβαλλον γυρω απο τον ανιχνευτη

- Συστηματα αερισμου του πειραματικου χωρου (+/- 2°C)
- Συστηματα ελεγχου περιβαλλοντος (υγρασια, θερμοκρασια)
- Συστηματα ψυκτικων (~ 15°C)
- Συστηματα ευθυγραμιας (laser)
- Συστηματα κινήσης των κομματιων του ανιχνευτη (συνολικα 13!)

Για τον Μαγνητη

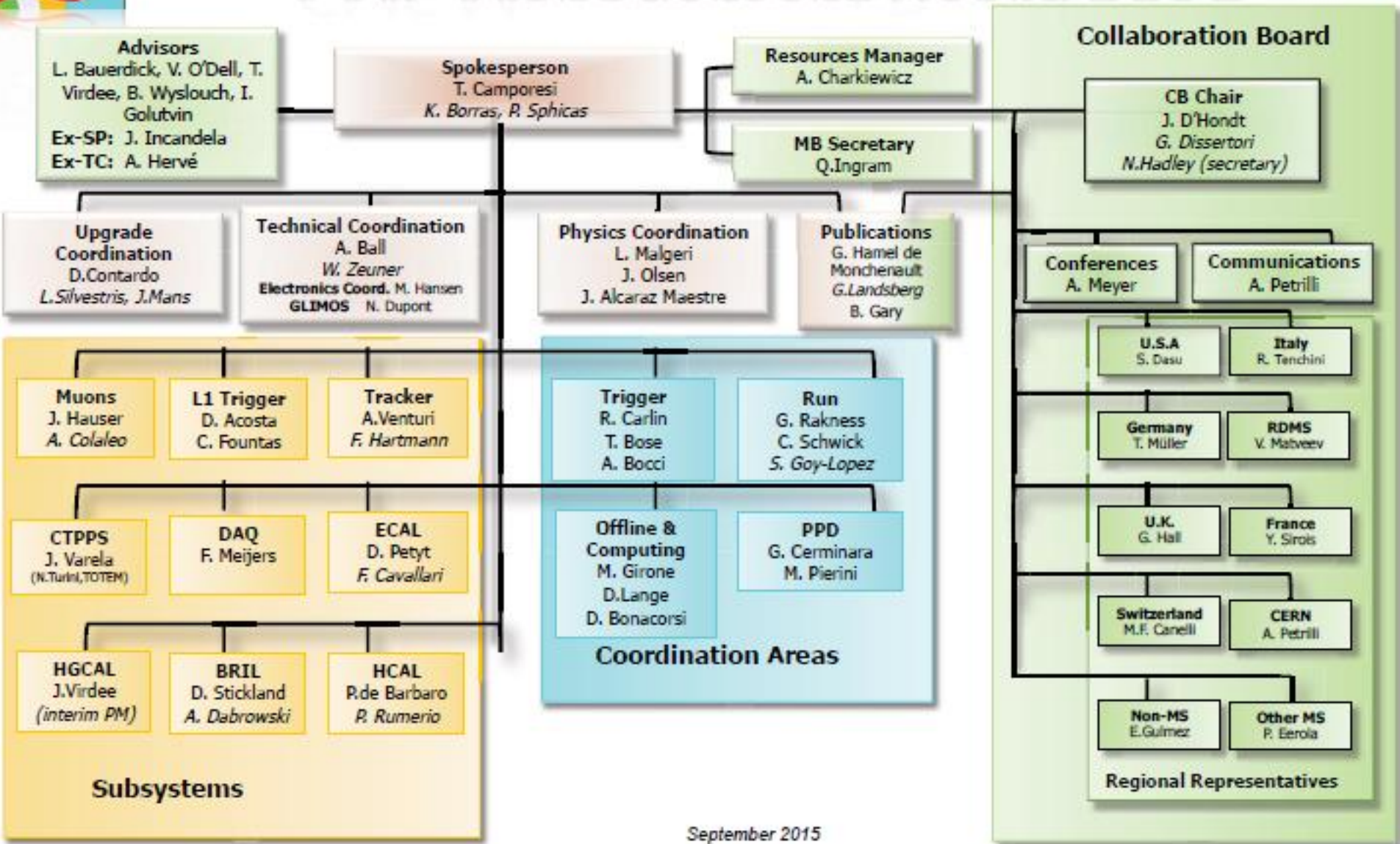
- Συστηματα ελεγχου περιβαλλοντος
- Συστηματα ψυκτικων(-268°K)
- Συστηματα κενου (μονωση)
- Συστηματα Ηλεκτρικης τροφοδοσιας (18-20kA)

- Ο σχεδιασμος, προσομοιωση, κατασκευη, επιβεβαιωση, βαθμονομηση ενος ανιχνευτη με ακριβεια μετρησης ενεργειες και ικανοτητα καταγραφης πολλαπλων γεγονοτων... του τυπου LHC δεν ειναι ενα επιχειρημα «φυσικης» (μονο)-ειναι επιχειρημα μηχανικης, ηλεκτρονικων και ηλεκτρικων σχεδιασμων, υλικων (στερεα κατασταση), υπολογιστικων προγραμματον, σχεδιασμου εφοδιασμων και οργανωσης διοικησης, κατασκευης και οργανωσης εργοταξιου κτλ.
- Η «λειτουργια» (run) του ανιχνευτη χρειαζεται πολυ ειδικευμενο προσωπικο για να μπορεσει να ειναι λειτουργικος και να αναβαθμιζεται για 20-30 χρονια. Το αρχικο προσωπικο θα ανανεωθει, ιδιαιτερα γιατι δεν υπαρχουν «μονιμες» θεσεις.
- Ο ανιχνευτης οπως και ο επιταχυντης εχει πολυ μεγαλυτερη συμμετοχη απο το προσωπικο του CERN, χωρις βεβαια να αποκλειονται πολλες συνεργασιες.





CMS Management Board 2015





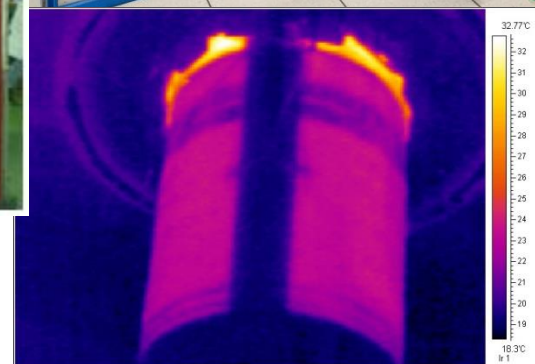
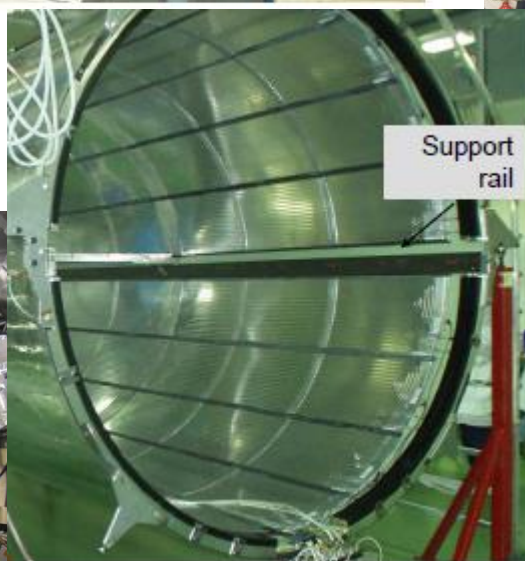
Activity Co-ordination Tool

COOK James Richard

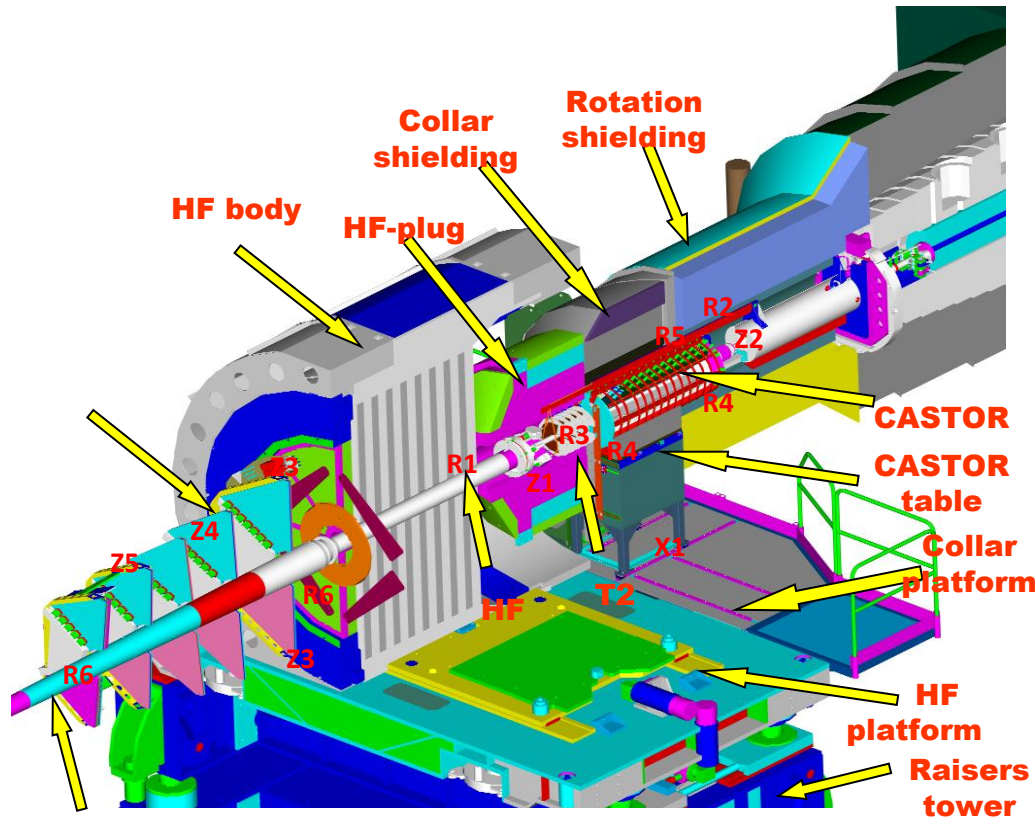


Task ID	Task Name	Duration	3rd Quarter			4th Quarter
			Jun	Jul	Aug	Sep
260	Perform work on YB0+Z with Full acces to vacTank	33.5 days			09/08	26/09
261	Open YB+2 / YB+1	1.5 days			09/08	13/08
262	Remove MABs	1 day			13/08	14/08
263	Install access staircase to inside of VacTank	1 day			13/08	14/08
264	Remove CCM jumpers (RBXs) inside VacTank	18 days			14/08	09/09
265	Remove thermal shield for TK	7 days			14/08	23/08
266	Install additional services under thermal shield	5 days			23/08	30/08
267	Install temperature sensors for TK	2 days			23/08	27/08
268	Perform TK cold test	9 days			27/08	09/09
269	Refurbish Quick connectors	18 days			23/08	18/09
270	HO-DT-RPC tasks	20 days			15/08	12/09
271	Remove ECAL LV cables	8 days			15/08	27/08
272	S02N	1 day			15/08	16/08
273	S03 N	1 day			16/08	19/08
274	S06 F	1 day			19/08	20/08
275	S07 F	1 day			20/08	21/08
276	S11	2 days			21/08	23/08
277	S10	2 days			23/08	27/08
278	Remove DT-RPC cables	7 days			19/08	28/08
279	S02 S03	1 day			19/08	20/08
280	S06 S07	1 day			21/08	22/08
281	S11	1 day			23/08	26/08
282	S10	1 day			27/08	28/08
283	Perform work on HO	10 days			20/08	03/09
284	S02	1 day			20/08	21/08
285	S03	1 day			21/08	22/08
286	S06	1 day			26/08	27/08
287	S07	1 day			27/08	28/08
288	S10	1 day			30/08	02/09
289	S11	1 day			02/09	03/09
290	DT chamber extraction for HV repairs	9 days			16/08	29/08

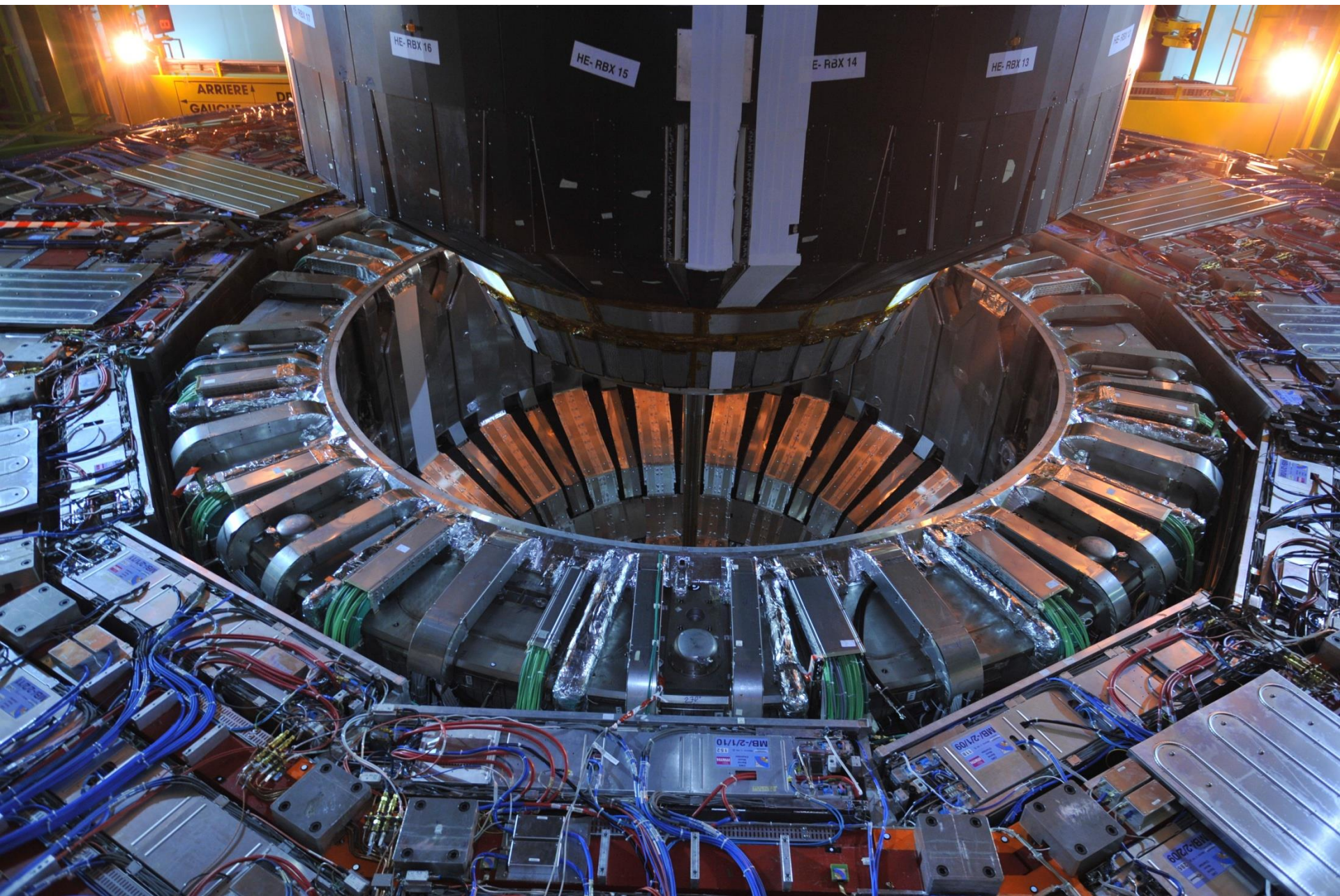
Συστήματα εξυπνων μονωτων(~ -20°C καταγραφεας τροχιων ~ +17°C ECAL)



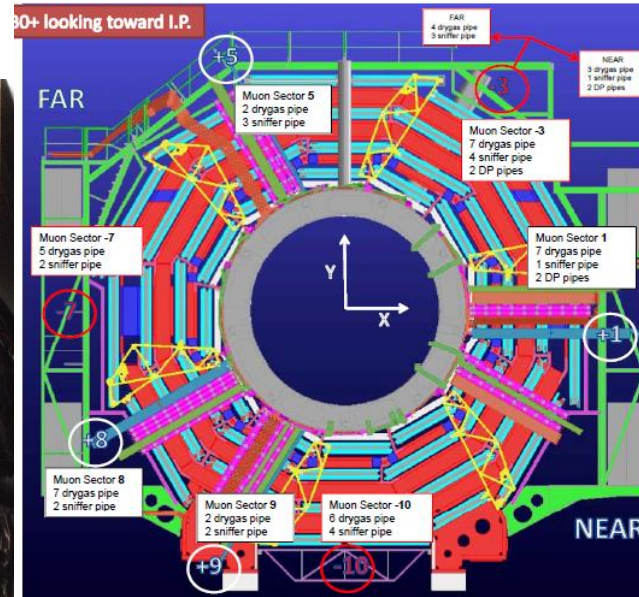
- Συστήματα ελέγχου κινήσεων αντικειμένων (υποανιχνευτές και άλλα κομμάτια “ζυγίζουν” μέχρι 2 τόνους, αισθητήρες)



Τα βαρη των κομματιων μπορούν να αγγιξουν τους 2 τόνους και κινουνται με υδραυλικα συστημα. Ολα αυτα αυτοματα και απο μακρια...μα το προβλημα του να βρεθουν η να αναπτυχθουν αισθητηρες καταλληλοι για τις συνθηκες των πειραματων παραμενει



•Συστηματα ελεγχου περιβαλλοντος (ξερος αερας, αζωτο, θερμοκρασια)



Κοστος ~150,000 ευρω

Προστασια του ανιχνευτη τροχιων απο προβλημα υγρασιας η μαλλον σημειου δροσου

We would like to work with you on possible projects that will teach programming to students, (scratch <https://scratch.mit.edu/>) in the context of learning to measure and control numbers; programming Provided it is done in a way accessible to their age teaches them the logic and the discipline of going about a measurement Scratch is used for programming games, playing with photos, putting together music, etc. I am sure that in this context some of You might have even used it

We would like to deal with the “Scratch for Arduino-S4A” version because it gives you the option of combining simple and visual oriented programming with the Arduino platform that makes electronics easy and students can make things happen.

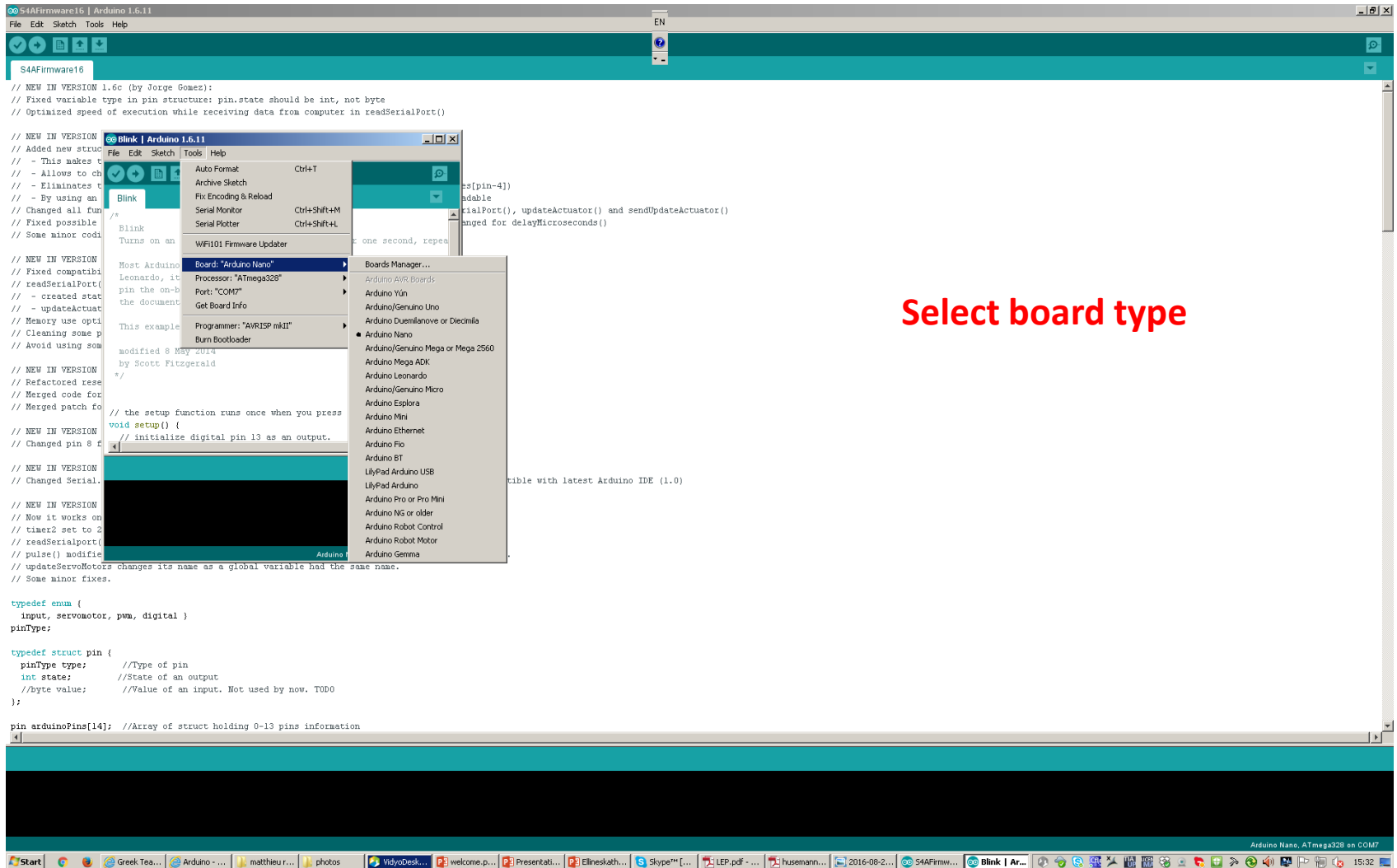
All information about the Arduino platform can be accessed at

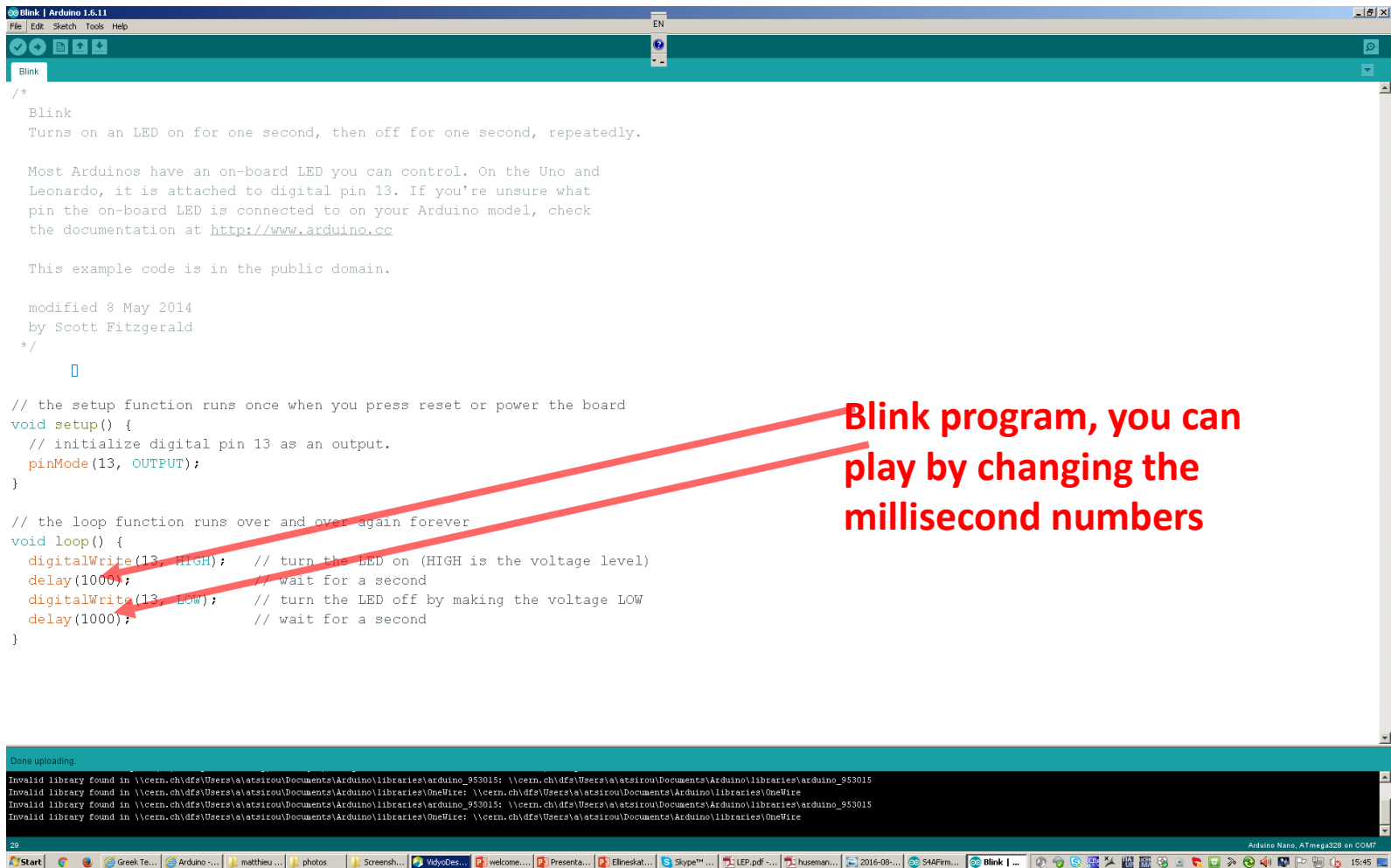
<https://www.arduino.cc/>

From this page you can download the appropriate software, be it Windows, Linux or Mac OS X (Mac OSX Lion or later). You will not deal with this software as you will not be an Arduino developer (or you can do it with some interested students but then you will use C or other “adult” Programming languages...!)

However, you have to use the Arduino software to tell your system WHAT Arduino Platform you are using:...you could start Arduino, go to the menu, select Tools and from there select Boards and click on the board type you have connected (Uno, Mega, nano, Duemileno, Leonardo,etc)...

Then , to be sure that you are connected to the board, try to run a program called “Blink” that makes an LED already built on your Arduino to “blink” by going to “Menu”, “File”, “Examples”, “Basics”, “Blink”..



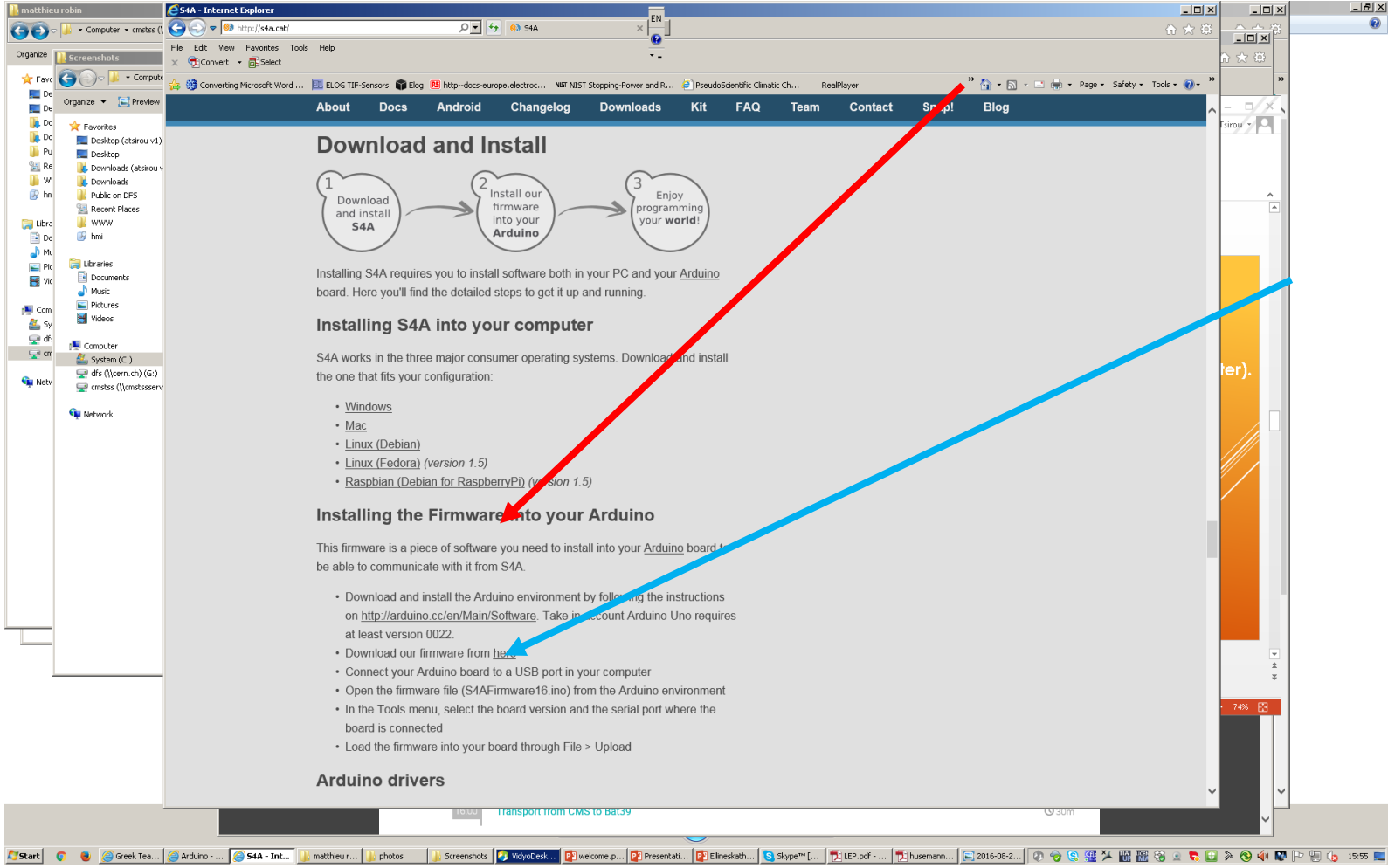


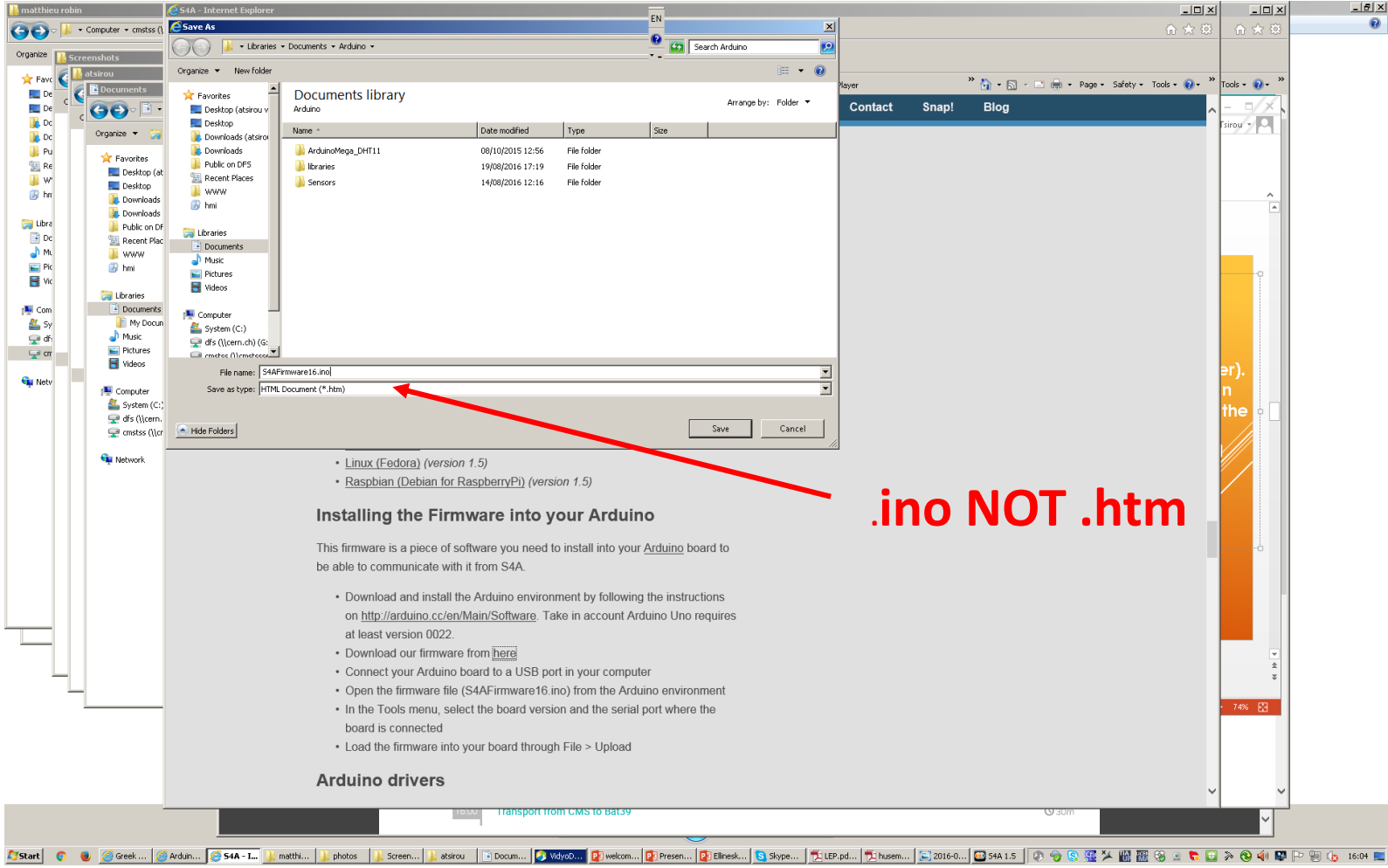
Blink program, you can play by changing the millisecond numbers

All information about the Arduino platform for the Scratch environment can be accessed at <http://s4a.cat/>

From this page (Downloads) you can download the appropriate software, be it for Windows, Linux or Mac OS X (Mac OSX Lion or later). Make sure that you also get the program that you have to execute in order to “tell” your Arduino platform that it has to work with Scratch; the program is found in

“Installing the Firmware into your Arduino”, right-click on “here” and save target as a .ino and NOT a .htm file as proposed in your Documents -> Arduino and then run it! You have to do this every time you want to use Scratch for your Arduino (s)





- [Linux \(Fedora\) \(version 1.5\)](#)
- [Raspbian \(Debian for RaspberryPi\) \(version 1.5\)](#)

Installing the Firmware into your Arduino

This firmware is a piece of software you need to install into your Arduino board to be able to communicate with it from S4A.

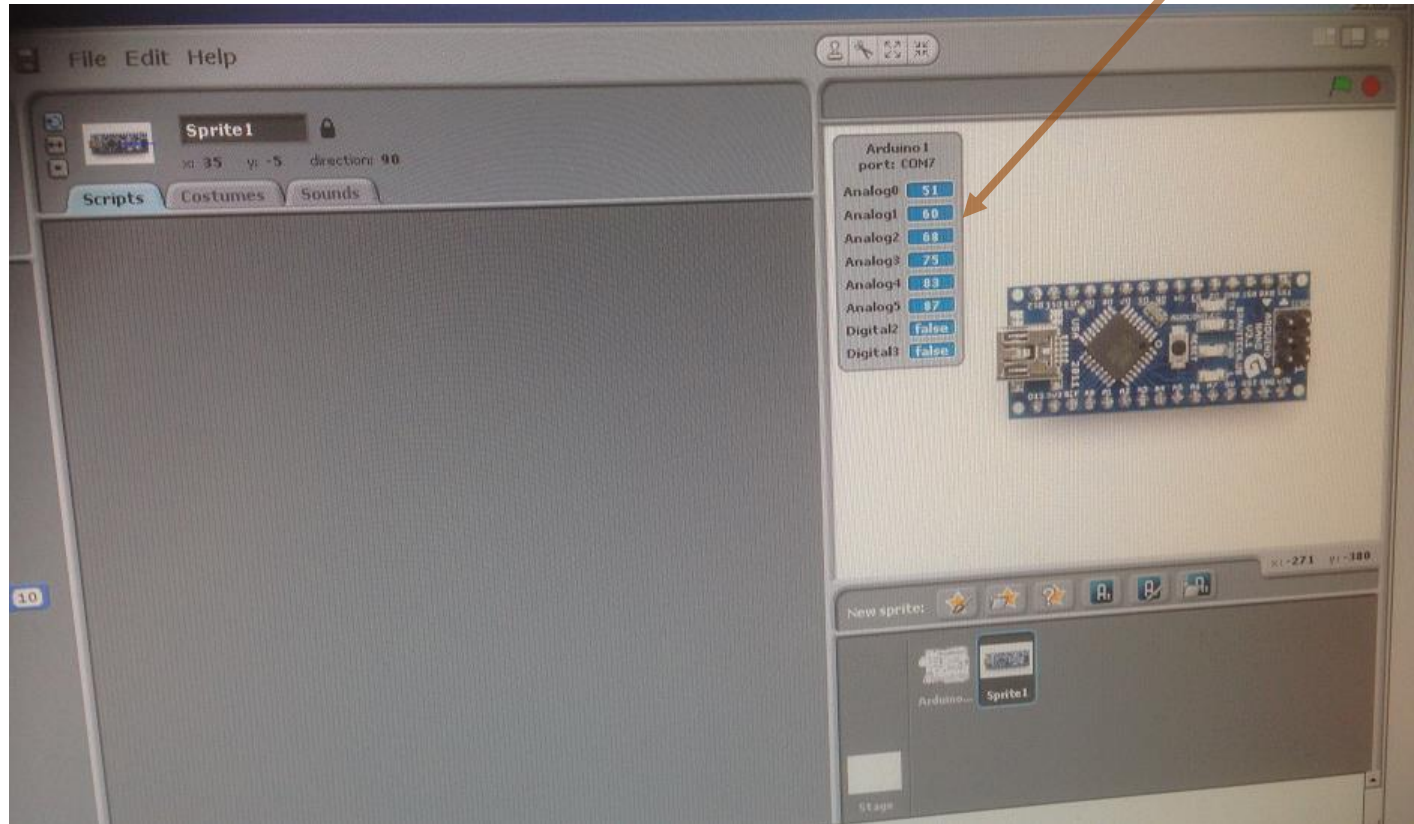
- Download and install the Arduino environment by following the instructions on <http://arduino.cc/en/Main/Software>. Take in account Arduino Uno requires at least version 0022.
- Download our firmware from [here](#)
- Connect your Arduino board to a USB port in your computer
- Open the firmware file (S4AFirmware16.ino) from the Arduino environment
- In the Tools menu, select the board version and the serial port where the board is connected
- Load the firmware into your board through File > Upload

Arduino drivers

.ino NOT .htm

When you first “read” the Arduino via Scratch, this is what it looks like:

Values that “change”



5V power. For
(almost) every
sensor

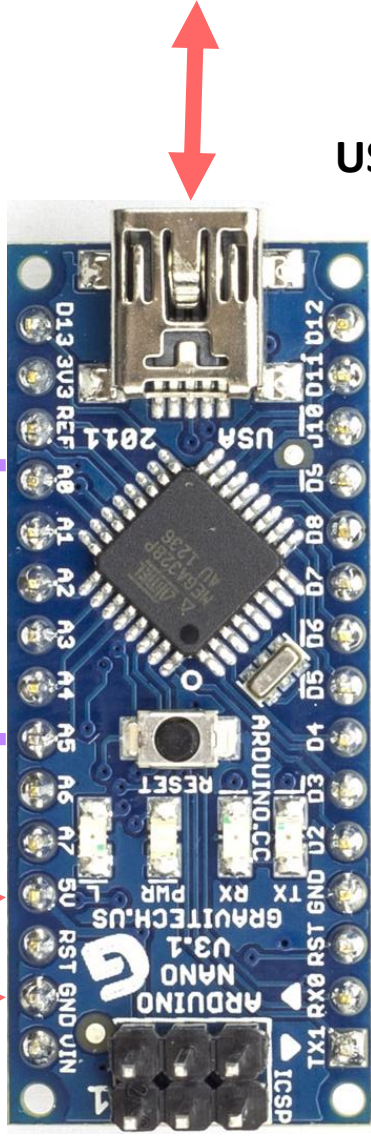
GROUND!
Your
reference!

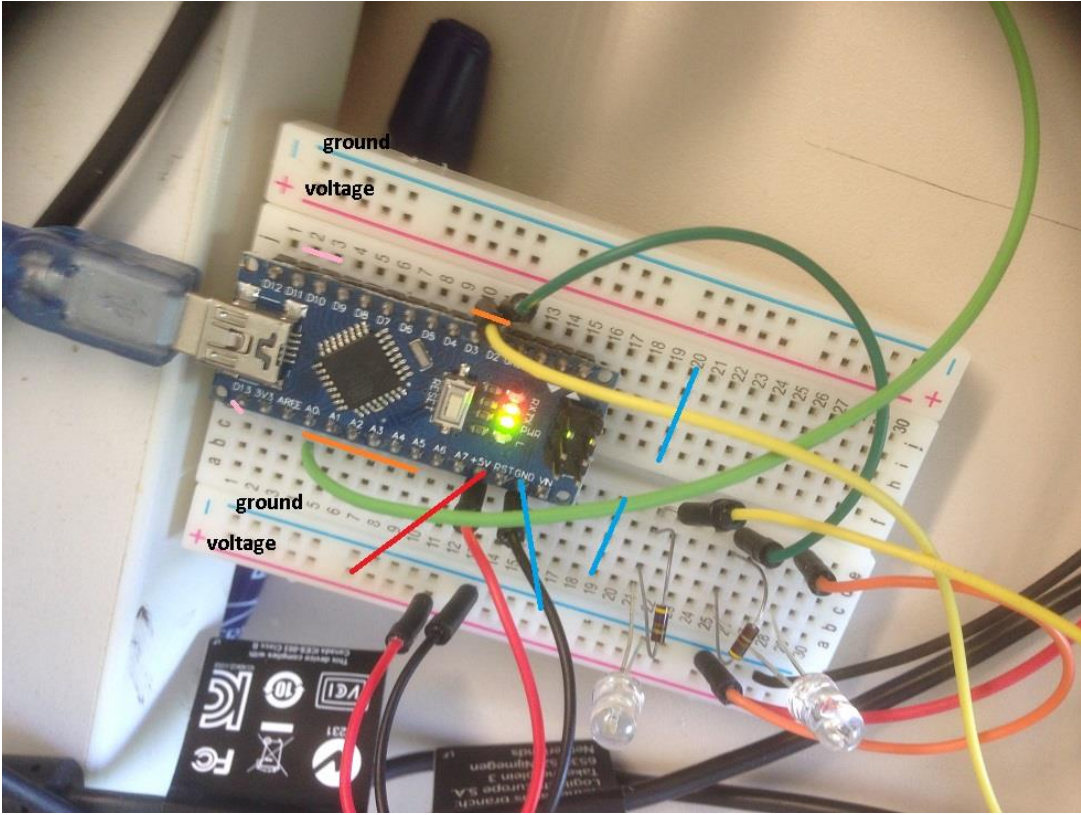
A0-A5 Read analog
values in Scratch

USB connection with your PC

D10-D11-D13
"Drive" digital
outputs in
Scratch

D2-D3 Read
digital inputs
in Scratch





There are many types and models of Arduino.

We will be trying to concentrate using the nano Arduino and Uno which we will use for all the projects we propose to you. Using the Arduino in the Scratch environment you can read “analog” sensors and digital “sensors”.

Sensors are a huge industrial/scientific explosion of our times and CERN is a remarkable sensor consumer/producer.

Sensors provide information about everything and can be read in an analog way like current, voltage, resistance and many others (favour these for learning) or they can be digital and have an integrated microprocessor that gives you directly the numerical measured value.

The analog sensors you can read in Scratch are attached to your Arduino platform (literally)

- **Thermometers**
- **Light level (photo resistors)**
- **Humidity**
- **Flow**
- **Pressure**
- **and many others**

the numerical measured value.

S4A 1.5
Based on Scratch
from the MIT Media Lab

File Edit Help

EN

Motion Control Looks Sensing Sound Operators Pen Variables

Make a variable Delete a variable

light

set light to 0
change light by 1
show variable light
hide variable light

Make a list

Arduino1
x: 0 y: 0 direction: 90

Scripts Costumes Sounds

```
when clicked
  forever
    set light to value of sensor Analog0
    if light < 300
      digital 13 on
    else
      digital 13 off
```

light 0
searching

Analog0 0
Analog1 0
Analog2 0
Analog3 0
Analog4 0
Analog5 0
Digital2 false
Digital3 false

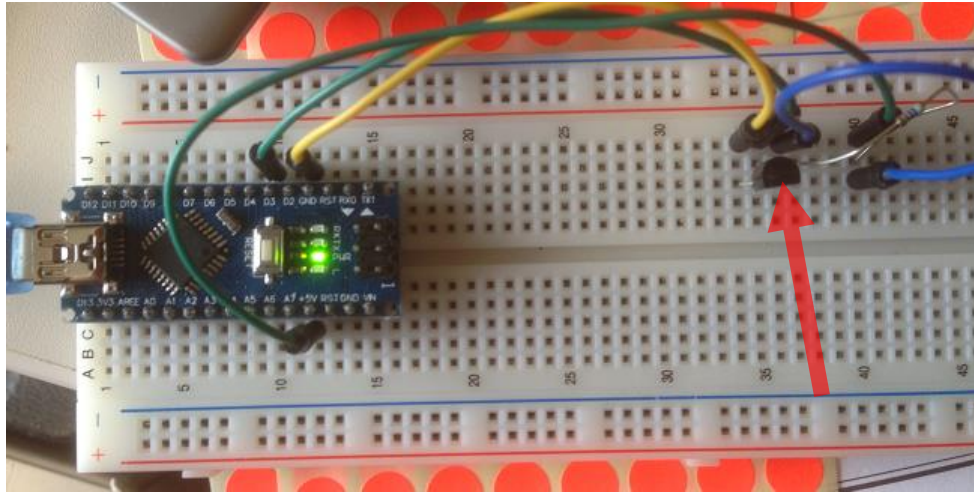
Arduino1
Searching board...

New sprite: [Icons]

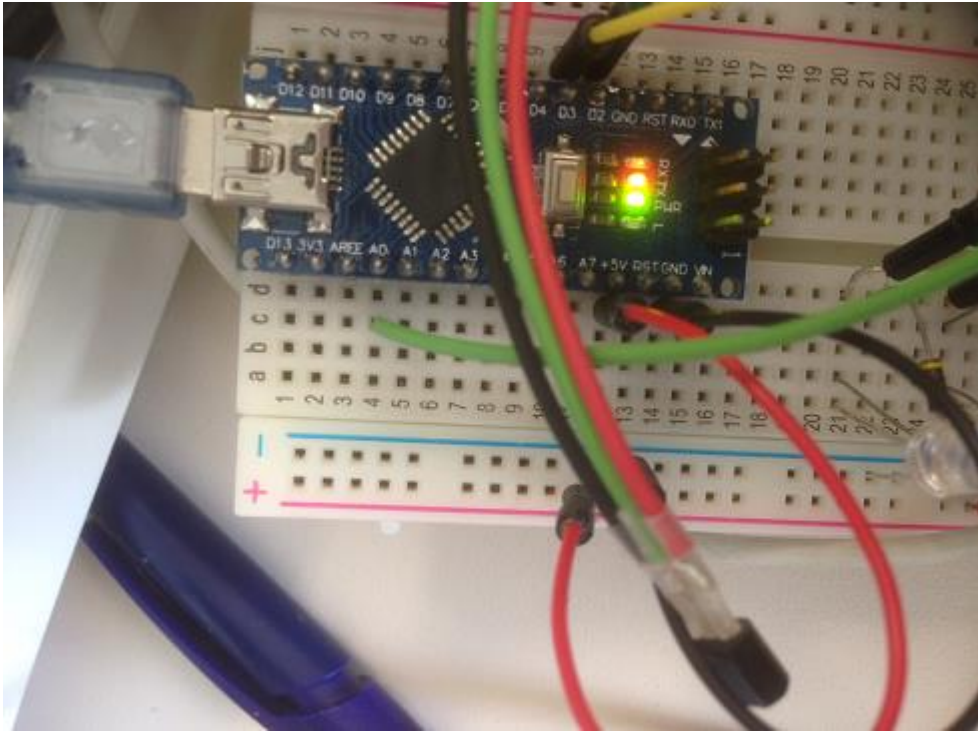
Arduino...

Stage

Failed to open MIDI output device Microsoft MIDI Mapper:
There is no driver installed on your system.
Failed to open MIDI output device Microsoft MIDI Mapper:
There is no driver installed on your system.



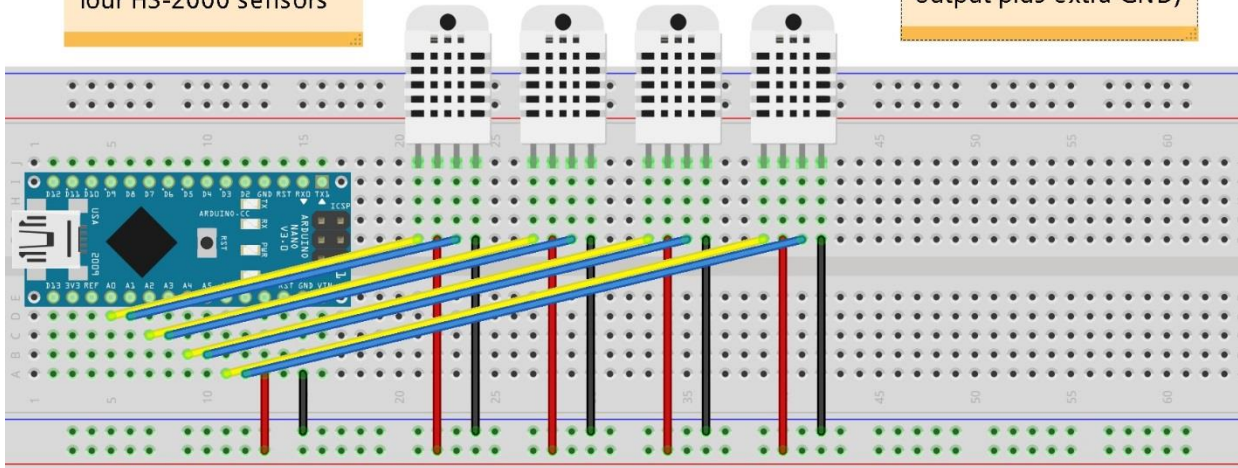
The digital sensor connections ; powering and D3 as output for a temperature sensor, DS18B20 (+125 to -55°C)



Each sensor requires two separate Arduino Analog Inputs to be read out (T - yellow and RH - blue wires). The Arduino Nano has eight Analog Inputs, A0 to A7, so we can read four HS-2000 sensors

In a cabled system, we would need at least two lines for powering the sensors (VCC and GND) plus two lines per sensor for the two analog outputs, better yet four lines (analog output plus extra GND)

Κοστος ~30 ευρώ

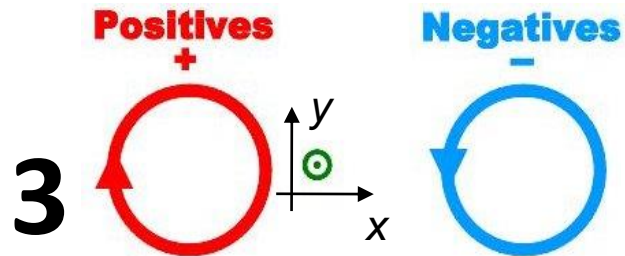
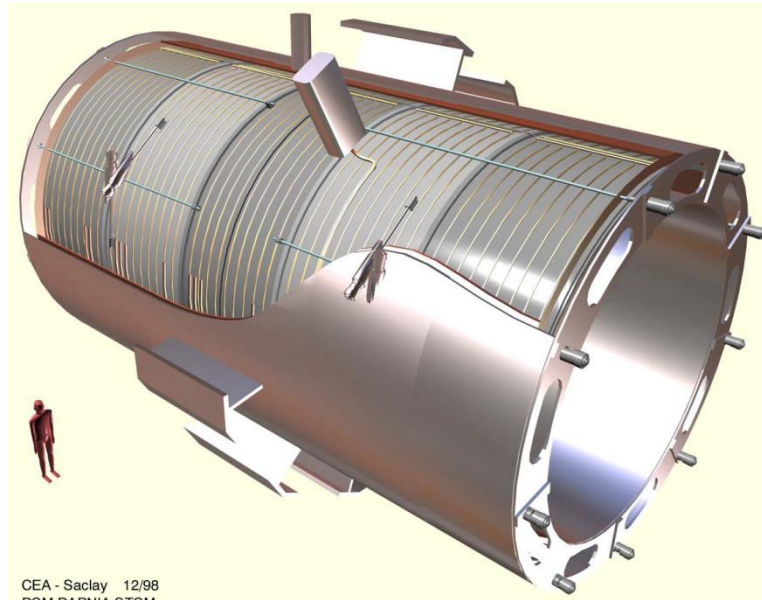


HS-2000 Temp and RH Analog Output sensor

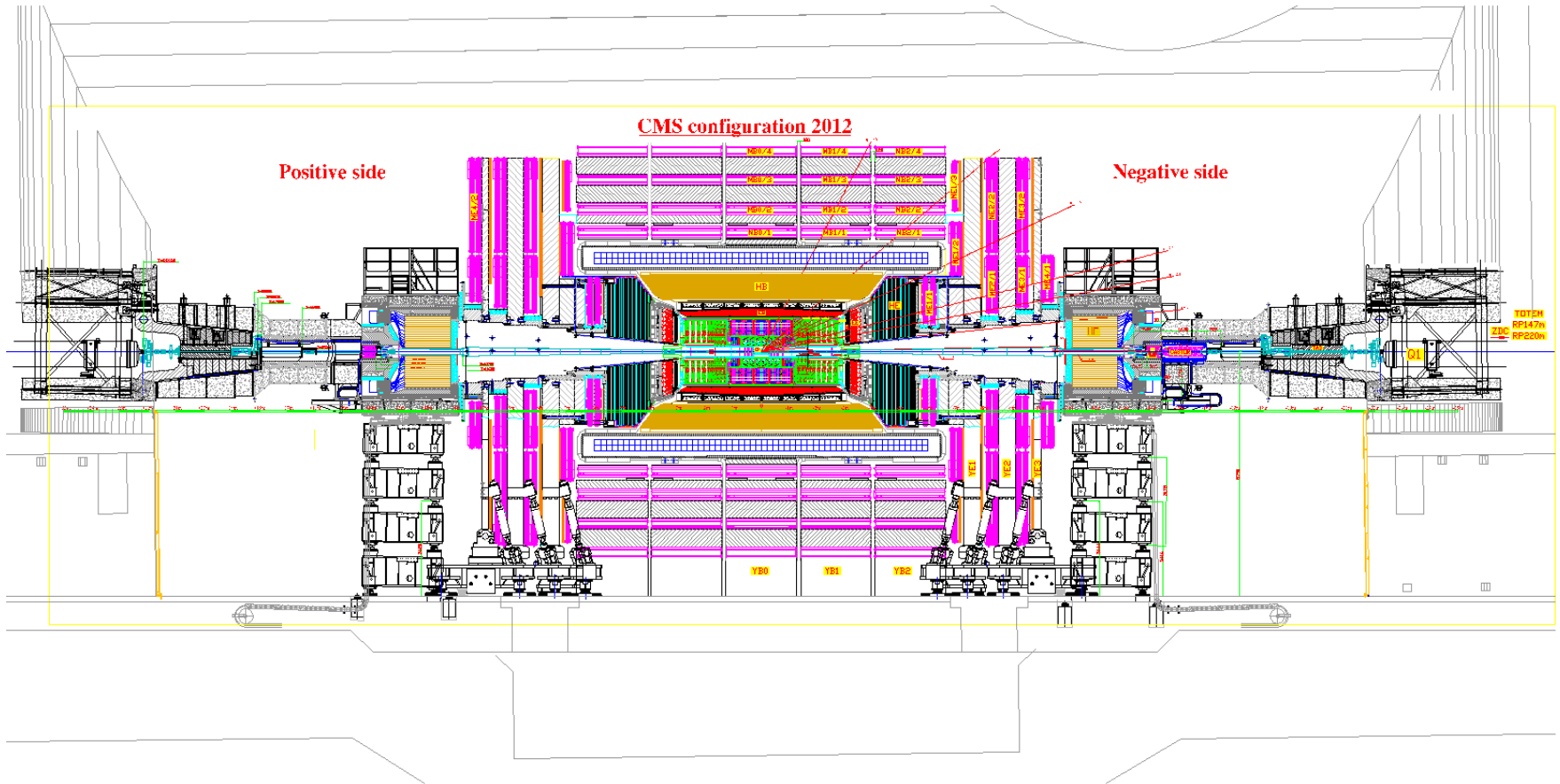
Tout VCC RHout GND

Αλλα και ο μαγνητης...

CMS

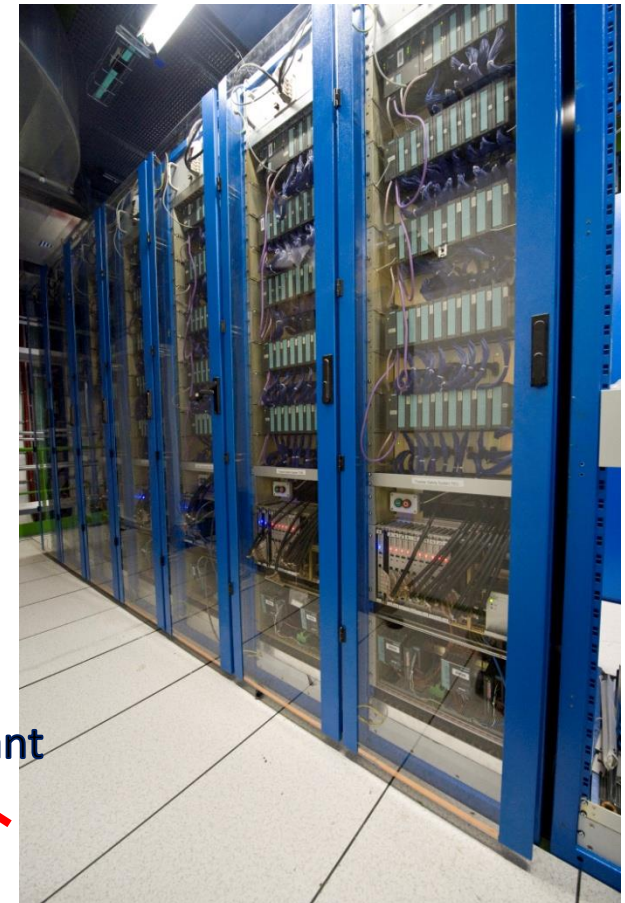
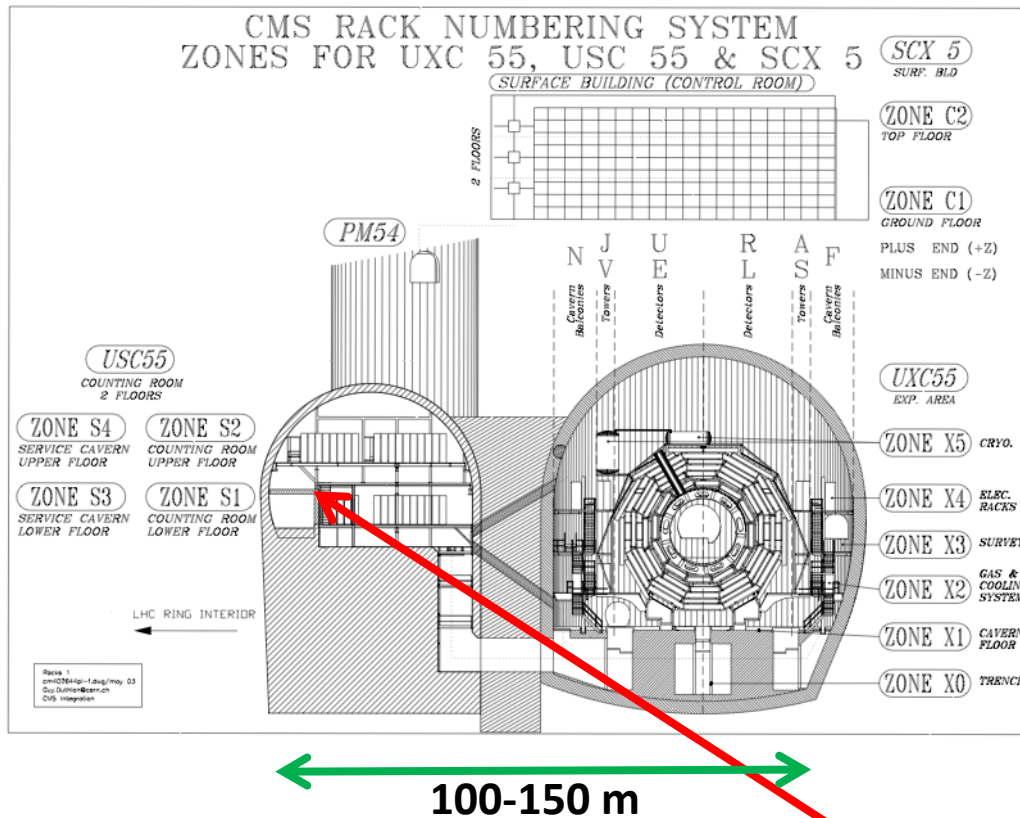


3.8T, 20kA, -268⁰K



Μια ιδέα του πως είναι η διαρρυθμηση του χωρου (2012)...

Οι δυο ζωνες του πειραματος: “USC” και “UXC”



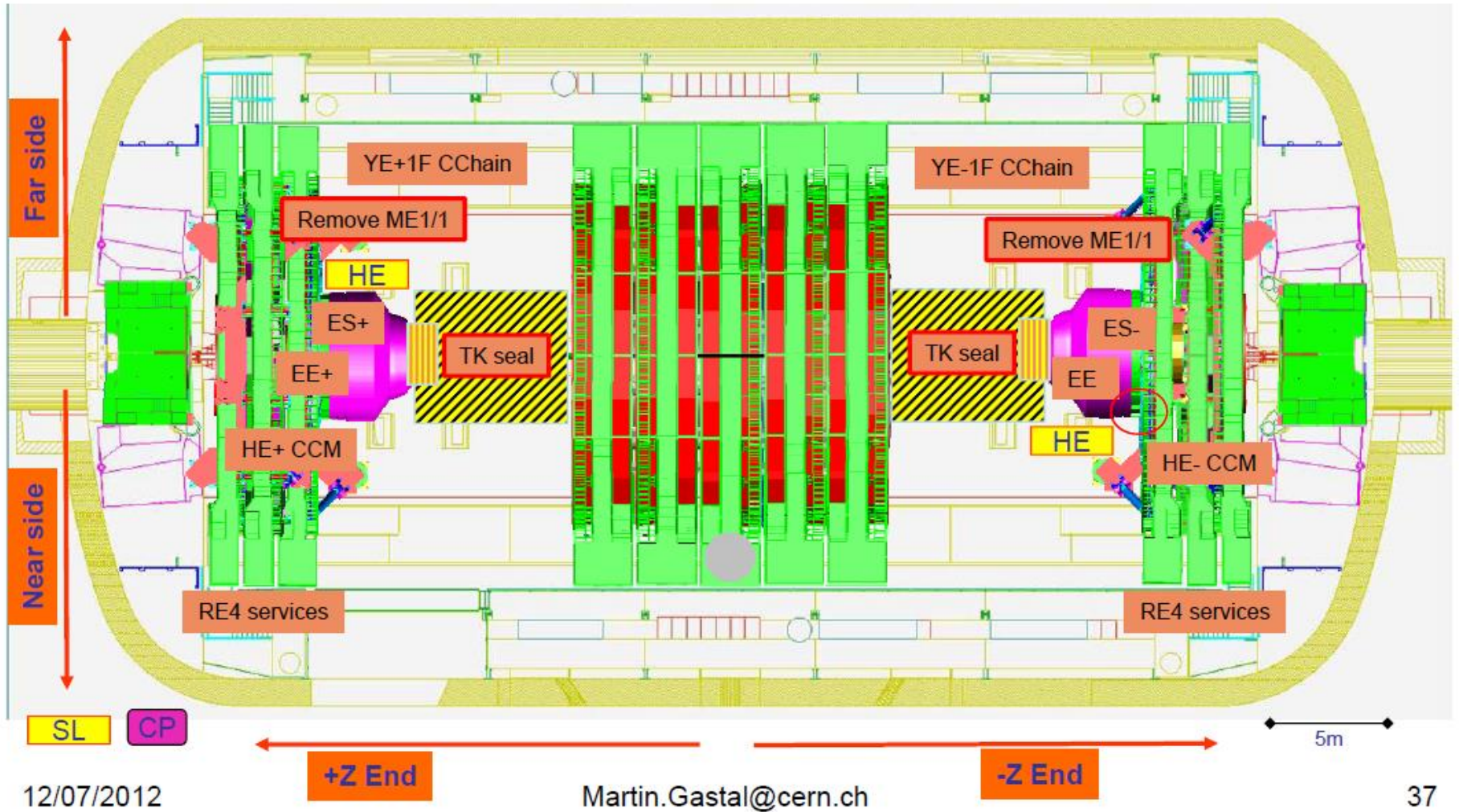
Ηλεκτρονικά, ηλεκτρικά, ο,τι δεν είναι radiation tolerant
(!!!)...και magnetic field compatible!!!



CAUTION  PRUDENCE
RADIOACTIVE MATERIAL

Informational text and diagrams are present on the sign, including a flowchart and several paragraphs of text, though they are not clearly legible.





Μια “τυπική εικόνα” μιας μερας δουλειας στον ανιχνευτη

