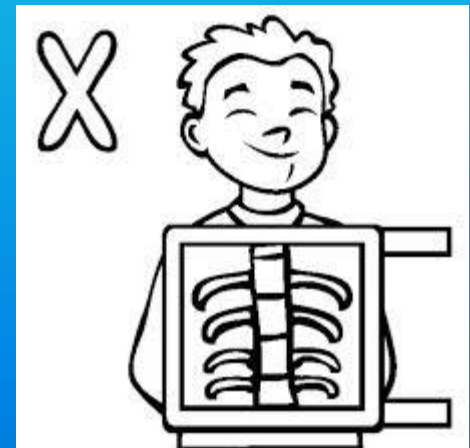


# Τεχνολογικές Εφαρμογές της Ηλεκτρονικής στον τομέα της Βιοϊατρικής Τεχνολογίας



Δ.Α.Λιάκος

Ηλεκτρονικός Μηχ. Τ.Ε. Msc(ε.π.) (Αποφ.ΤΕΙ Λαμίας)

Ειδ. Μηχ. Ψηφ/κών Διαγνωστικών Απεικονιστικών Συστ/των Ακτίνων Χ  
προϊστ. τμήματος Βιοϊατρικής Τεχνολογίας Νοσοκομείου “Παμμακάριστος”

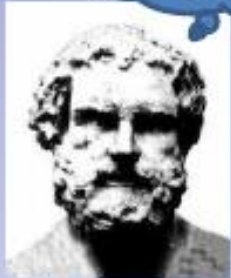
# Εισαγωγή

- Στα τέλη του 19<sup>ου</sup> και στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα μπήκαν τα θεμέλια των σύγχρονων Εφαρμοσμένων Επιστημών.
- Ανακαλύψεις στον τομέα της Σύγχρονης Φυσικής, που απετέλεσε το αρχικό πεδίο μελέτης του υλικού κόσμου που μας περιβάλλει και ήταν το πανάρχαιο πεδίο αναζήτησης του ανθρώπου, οδήγησαν στην διατύπωση των θεμελιωδών νόμων του Ηλεκτρισμού πετυχαίνοντας την κατασκευή στοιχείων και διατάξεων που οδήγησαν στην καθιέρωση και θεμελίωση ενός νέου επιστημονικού πεδίου επιφορτισμένο με την εφαρμογή τους, δηλαδή τον τεχνολογικό τομέα της (Ηλεκτρονικής)Μηχανικής.
- Η παραγόμενη θεωρητική γνώση έβρισκε αμέσως πρακτικές εφαρμογές στην καθημερινότητα και έχριζε πλέον ιδιαίτερης αντιμετώπισης και ανάπτυξης.
- Επέφερε εκρηκτική και αλματώδη ανάπτυξη της σύγχρονης τεχνολογίας.

# Ιστορική αναδρομή

Ενα ερώτημα που απασχολεί τον άνθρωπο απο την αρχαιότητα ...  
Απασχόλησε και τους σύγχρονους θεωρητικούς φυσικούς...  
είναι η αναζήτηση απάντησης στο Τι είναι Φως...

Το φως είναι  
σωματίδιο



Δημόκριτος



Το φως  
είναι κύμα



Αριστοτέλης

...σωματίδιο



Νεύτωνας



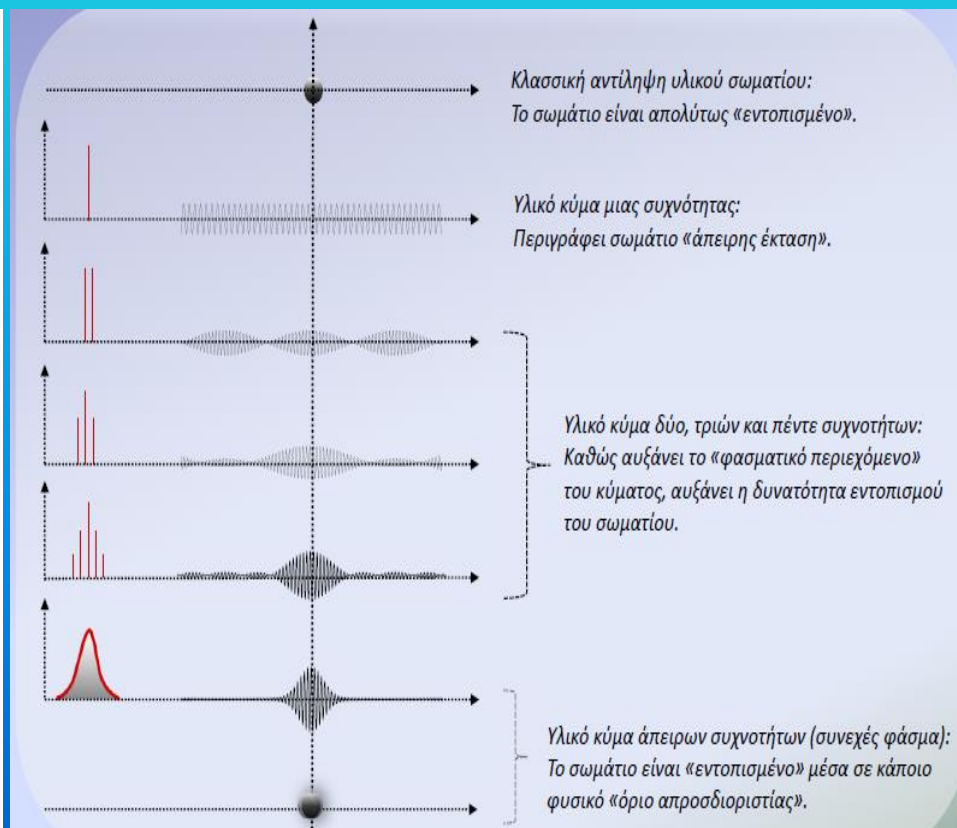
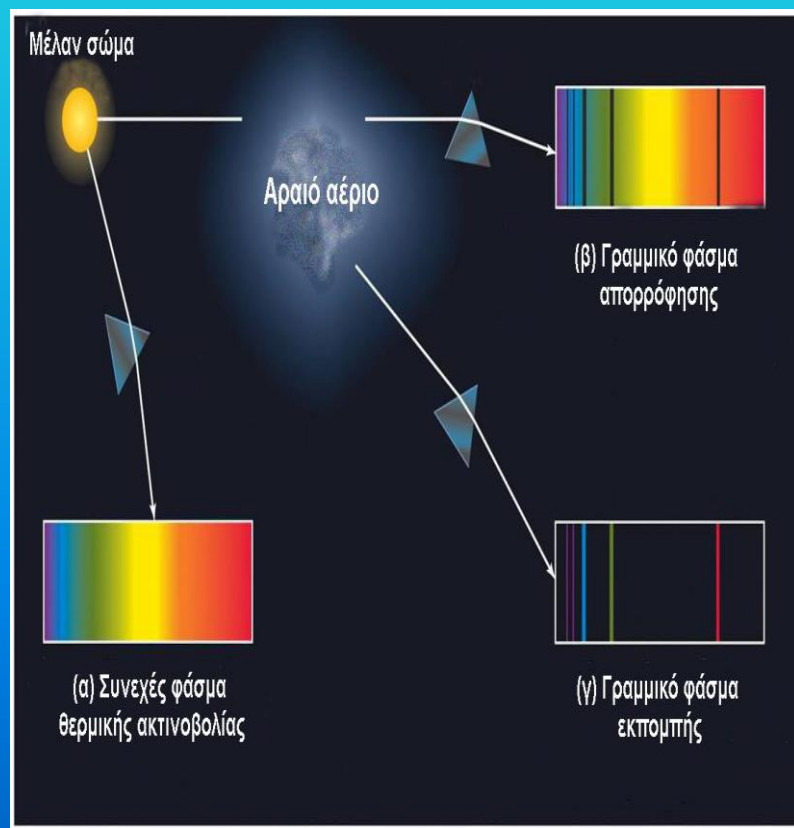
...κύμα



Χόυγκενς

# Ιστορική αναδρομή

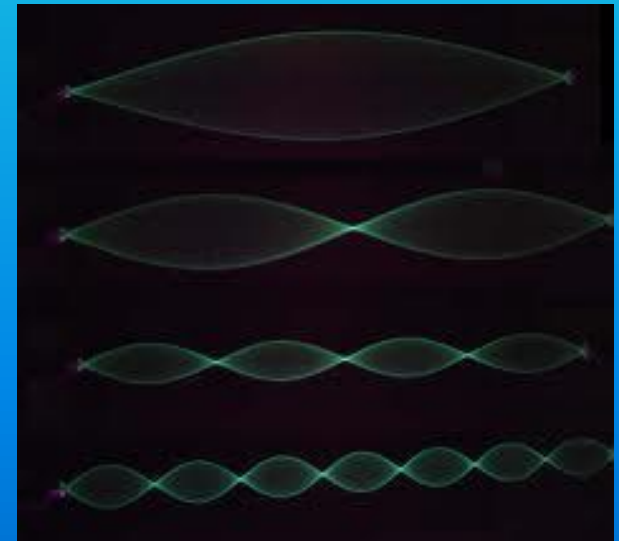
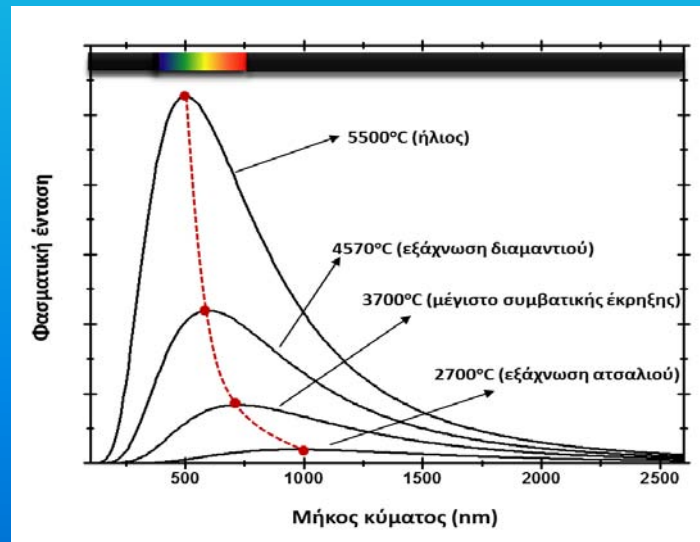
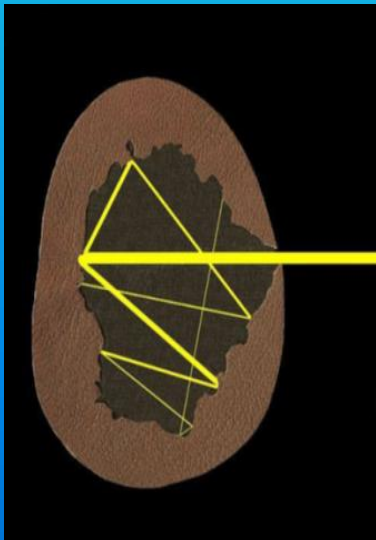
Οι εργασίες πάνω στην μελέτη του φωτός οδήγησαν στη διατύπωση της Κβαντικής φύσης του και τη διατύπωση της δυϊκής (κυματικής και υλικής) φύσης του Φωτονίου.



# Ιστορική αναδρομή

- Παράλληλα Θεωρητικές μελέτες πάνω στην παρατηρούμενη Ακτινοβολία Μέλανος Σώματος

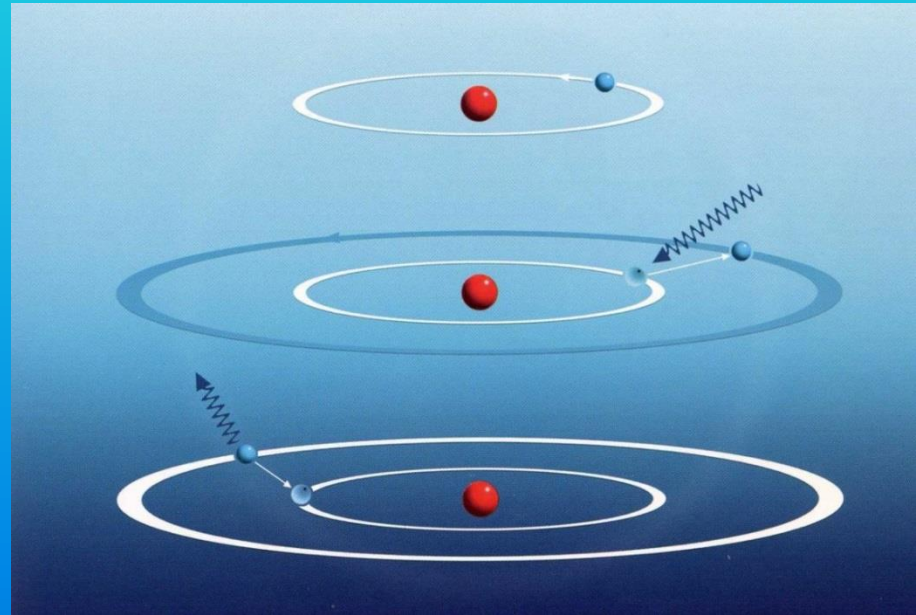
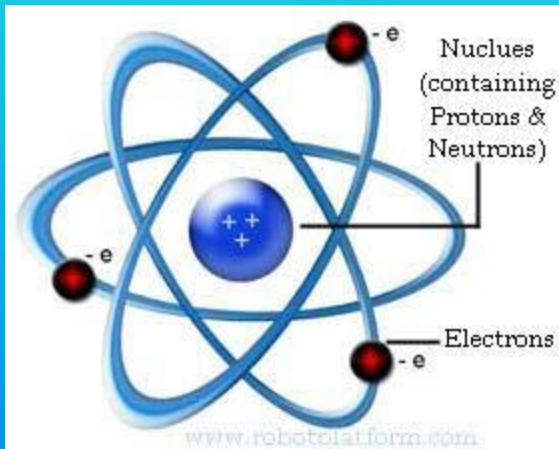
(Kirchhoff 1859, Wilhelm Wien 1893, Stefan-Boltzmann, Max Planck 1900 κτλ)





# Ιστορική αναδρομή

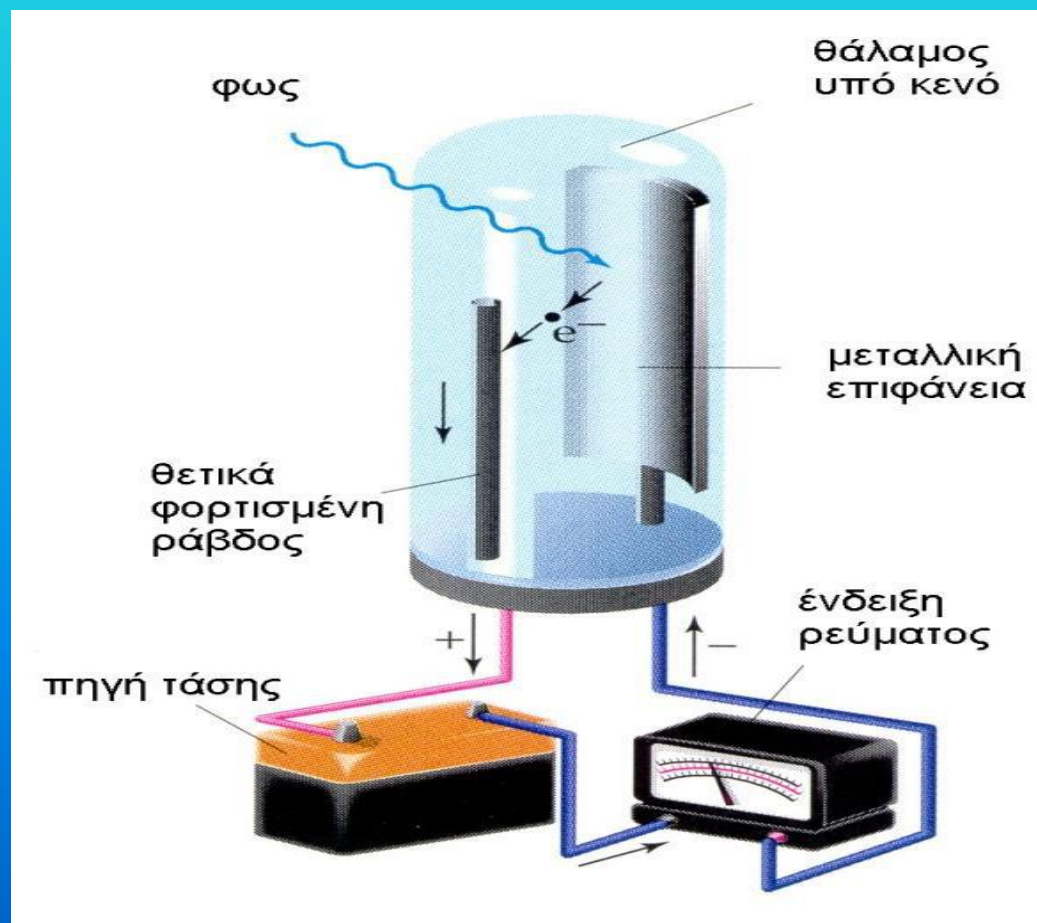
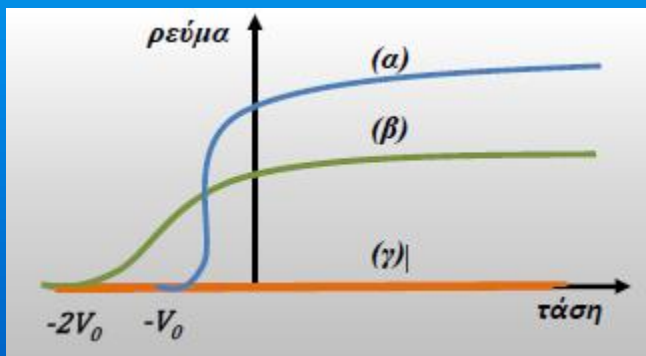
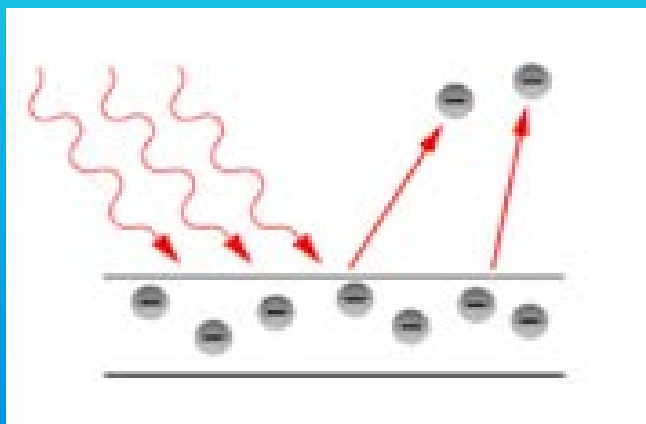
Οδήγησαν στη Θεμελίωση της Κβαντομηχανικής και την Καθιέρωση του Ατομικού μοντέλου



# Ιστορική αναδρομή

Με αποτέλεσμα την Εξήγηση του Φωτοηλεκτρικού φαινομένου

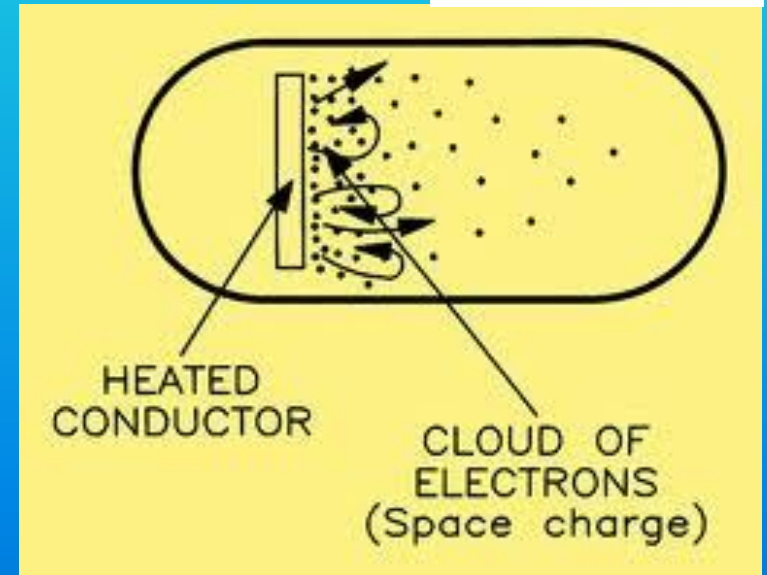
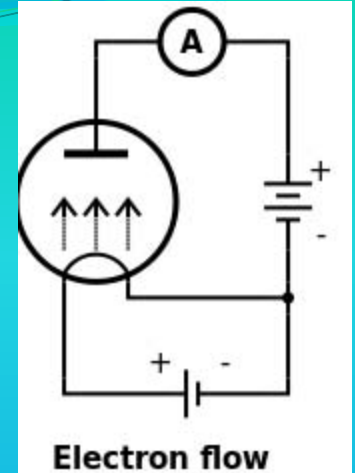
(Hertz 1887, Einstein 1905)



# Ιστορική αναδρομή

## Της Θερμιονικής εκπομπής

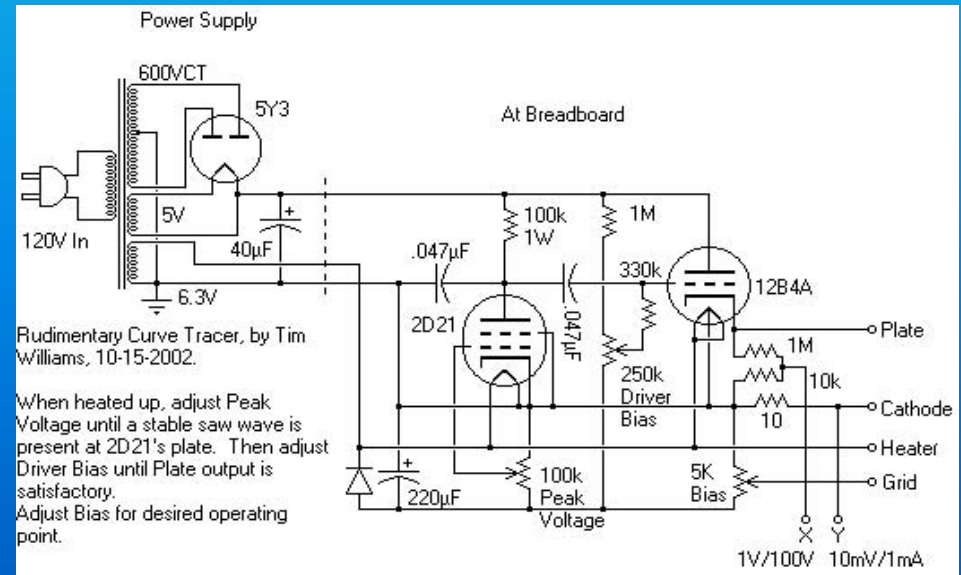
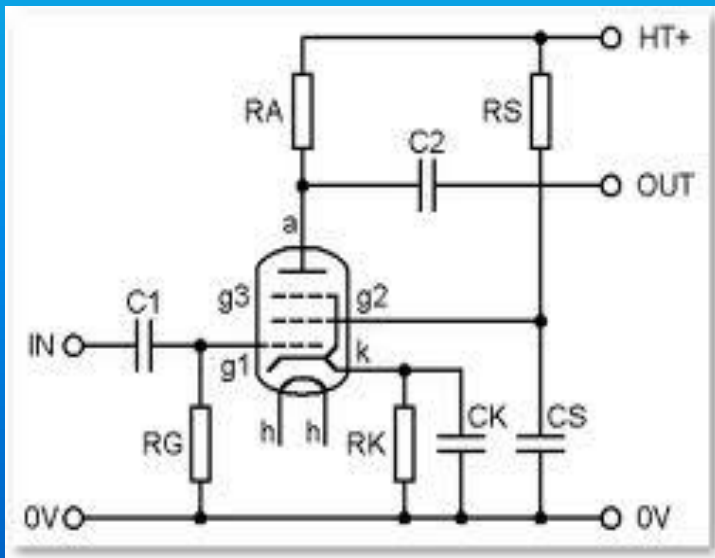
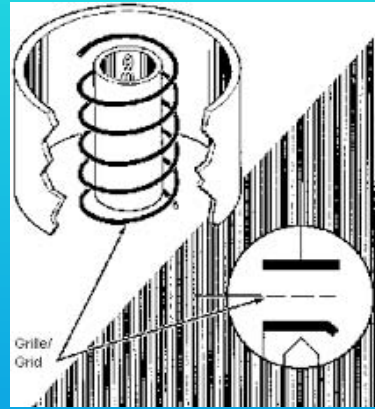
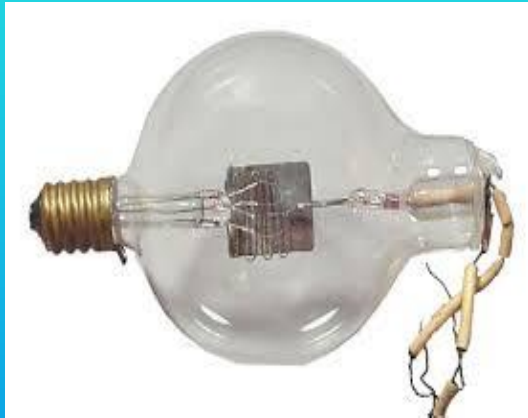
(προγενέστερα Frederick Guthrie 1873, Johann Wilhelm Hittorf (1869–1883), Eugen Goldstein (1885), Julius Elster, Hans Friedrich Geitel (1882–1889), Thomas 1880)





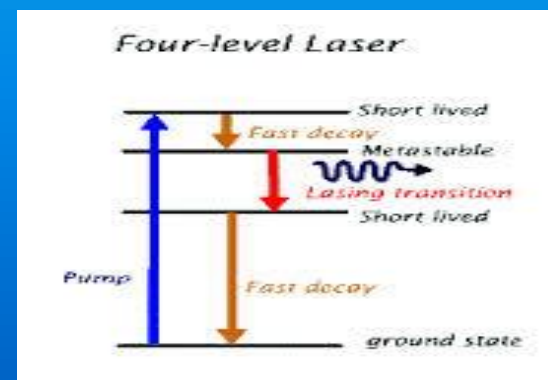
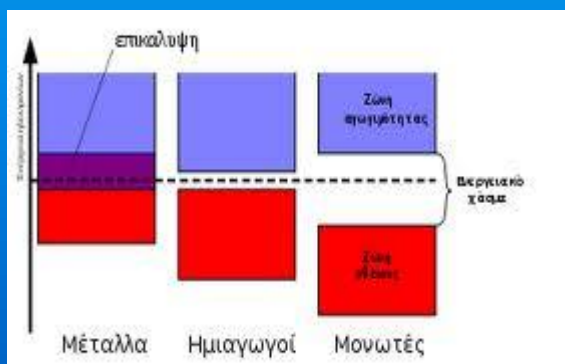
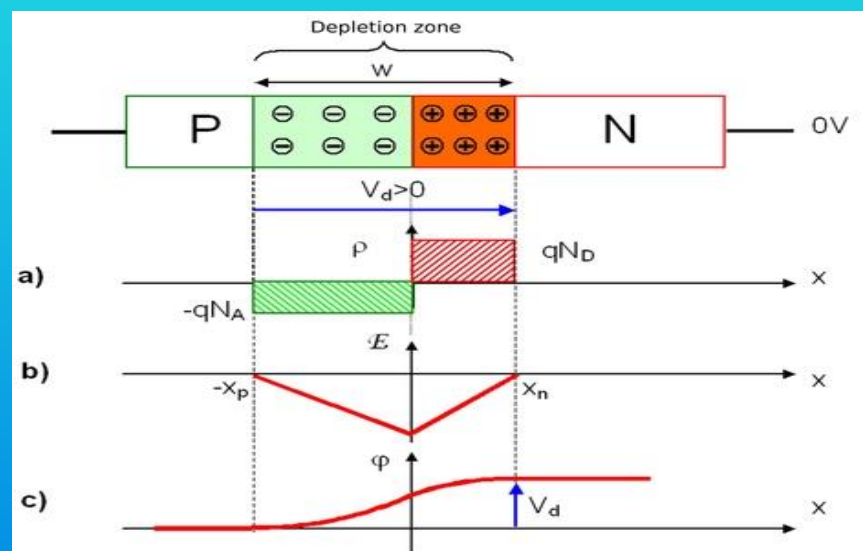
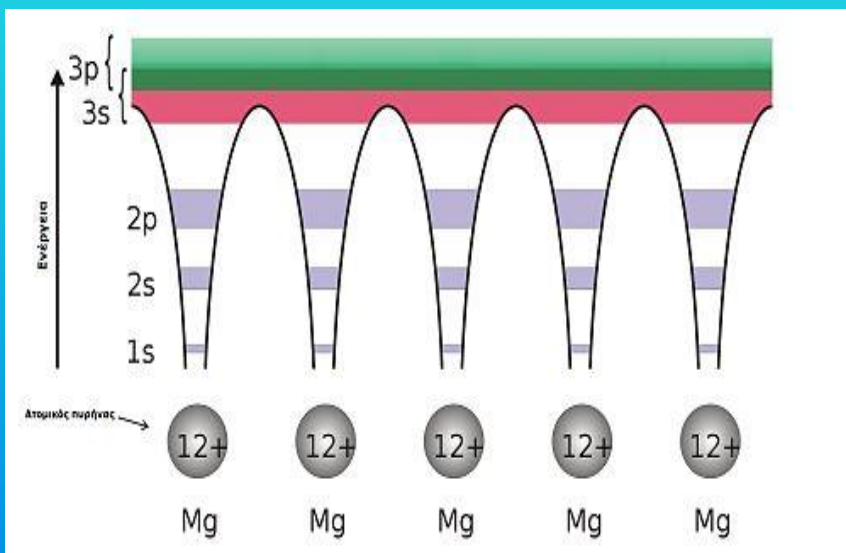
# Ιστορική αναδρομή

Της Ηλεκτρονικής Λυχνίας κενού (Δίοδος-Τρίοδος και των ενισχυτικών διατάξεων)



# Ιστορική αναδρομή

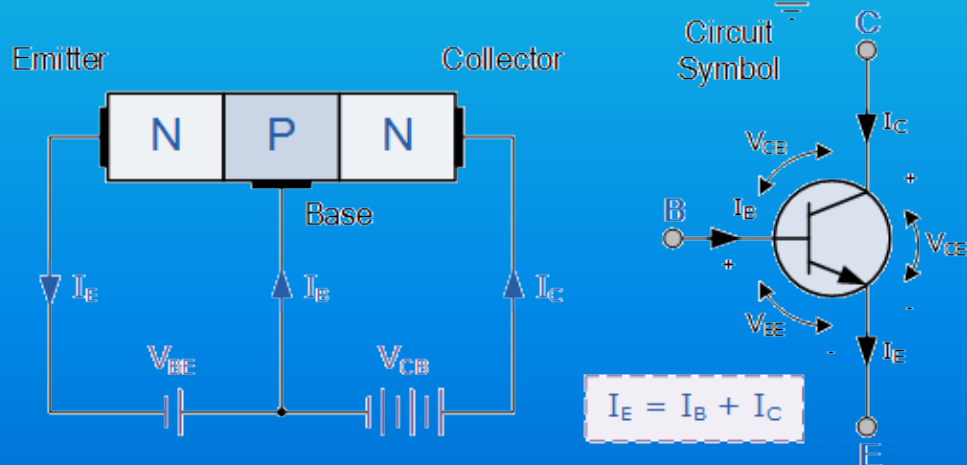
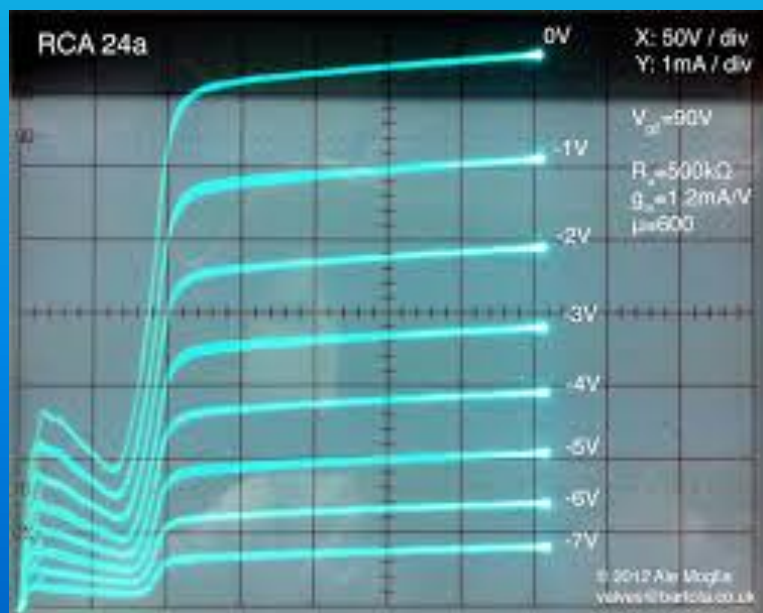
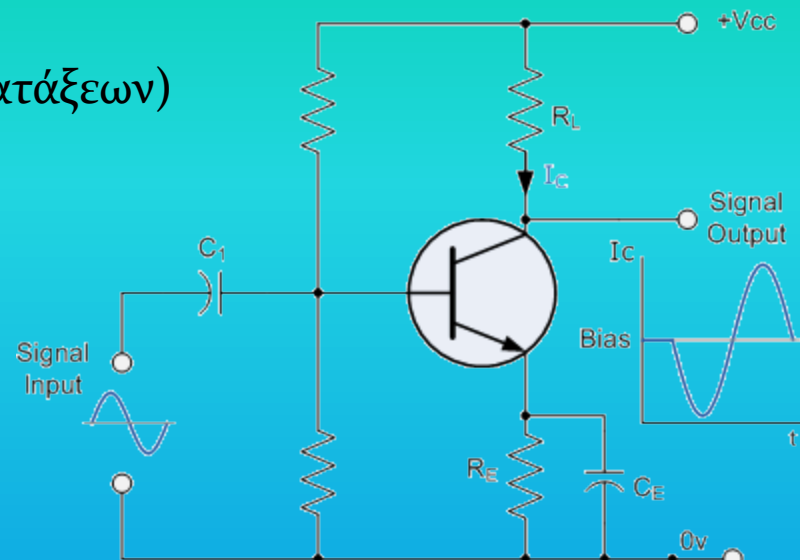
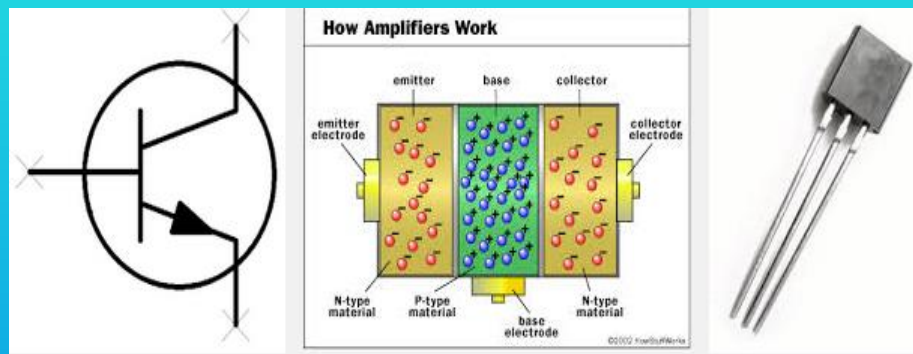
Την θεωρία των Ενεργειακών Ζωνών των υλικών που οδήγησε στην κατασκευή της διόδου (επαφής p-n, Zener, Tunnel κτλ) του τρανζίστορ, και των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων και αργότερα των LASER.



# Ιστορική αναδρομή

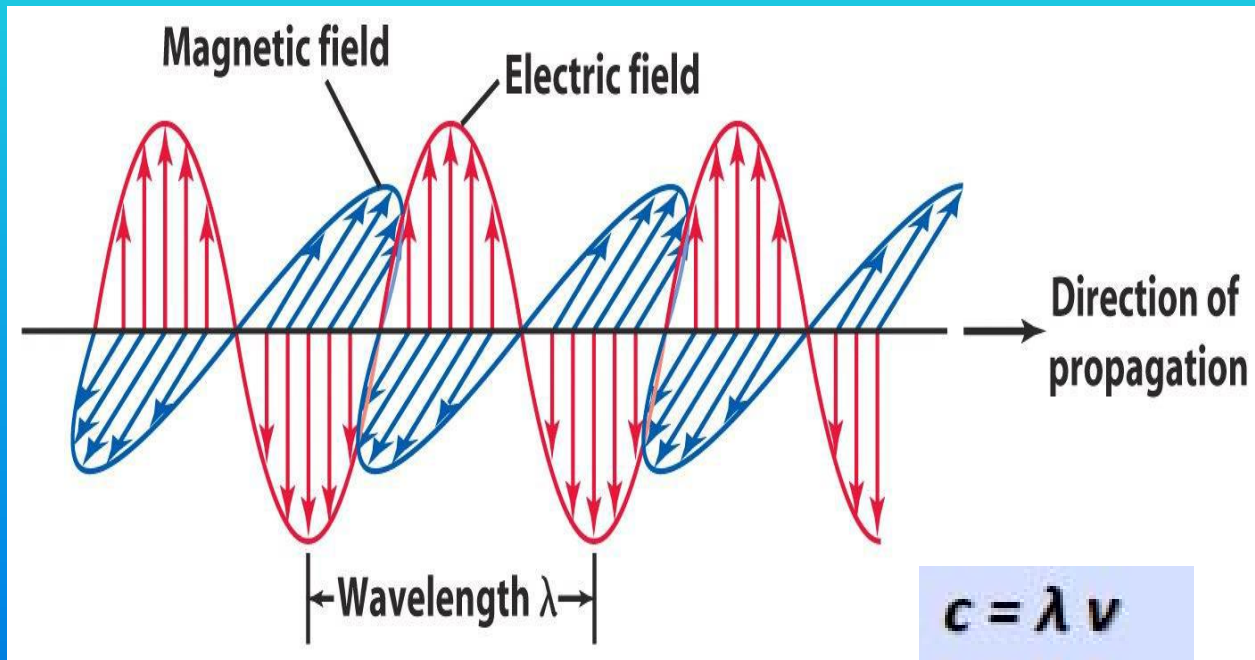
## Του Τρανζίστορ (και των ενισχυτικών διατάξεων)

William Shockley και η ομάδα του στα  
Bell Laboratories

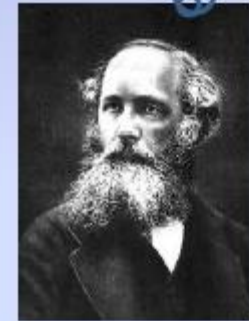


# Ιστορική αναδρομή

## Του Ηλεκτρομαγνητισμού



$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q_{enc}}{\epsilon_0}$$
$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$$
$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$
$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 i + \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt}$$



Maxwell



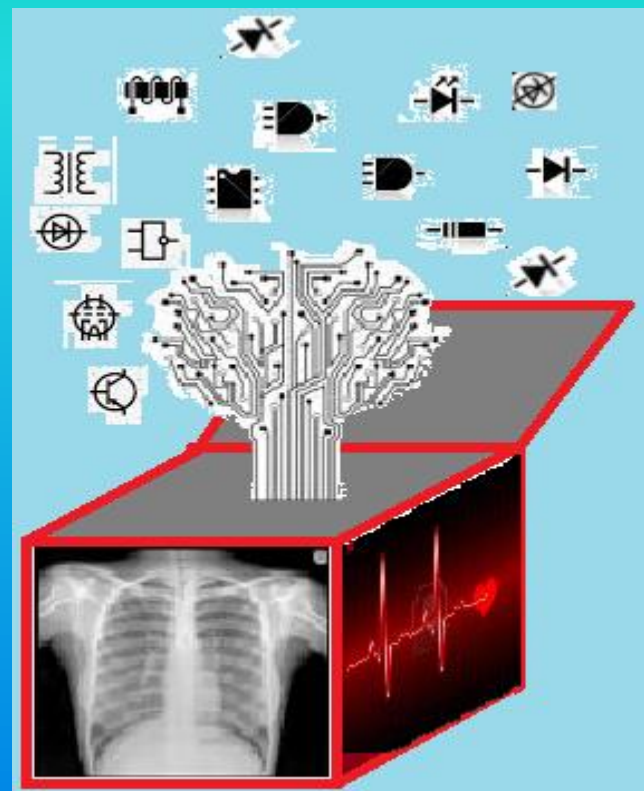
# Η Ηλεκτρονική στην Βιοϊατρική Τεχνολογία

**Βιοϊατρική Τεχνολογία** είναι ο τομέας εφαρμογής των σύγχρονων Θετικών επιστημών στην εξυπηρέτηση των αναγκών της Ιατρικής .

Αποτελεί την μετεξέλιξη, ως επιμέρους τομέας εξειδίκευσης του προγενέστερου τομέα των Ιατρικών Ηλεκτρονικών.

Λόγω των ιδιαίτερων συνθηκών και των απαιτήσεων που συνεχώς δημιουργούνται στον χώρο αυτό η εξειδίκευση επέβαλε, όπως και σε πολλούς άλλους χώρους, τον διαχωρισμό του γνωστικού αντικειμένου. Αυτό όμως δεν σημαίνει και την αποξένωσή του απο τον μητρικό χώρο της Ηλεκτρονικής.

Προκειμένου να εξυπηρετηθούν οι ανάγκες της Ιατρικής, πολλοί άλλοι επιστημονικοί τομείς συνεισφέρουν, όπως τα Μαθηματικά, η Χημεία, η Βιολογία-Βιοχημεία, οι Τηλεπικοινωνίες, η Πληροφορική κτλ.





# Η Ηλεκτρονική στην Βιοϊατρική Τεχνολογία

Με την πρώτη κιόλας κατασκευή της τριόδου λυχνίας κενού και των ενισχυτικών διατάξεων (Lee De Forest 1908), πέρα των άλλων χρήσεων (τηλεπικοινωνίες) αμέσως έγινε προσπάθεια επίλυσης προβλημάτων υγείας του ανθρώπου με την συμβολή της ηλεκτρονικής τεχνολογίας. Έτσι στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αι. οι εργασίες των Alexander Graham Bell και του Thomas Edison για μετάδοση ήχου και ενίσχυση, εφαρμόστηκαν για να επιτευχθεί η πρώτη προσπάθεια βοήθειες σε προβλήματα ακοής με επιτραπέζιες διατάξεις, οι οποίες ακολουθήθηκαν από τις πρώτες φορητές συσκευές (ή «luggable»), χρησιμοποιώντας ενισχυτές λυχνιών κενού που τροφοδοτείται από μεγάλες μπαταρίες.

(Ωστόσο, τα πρώτα φορητά βοηθήματα ακοής έπρεπε να περιμένουν την εξέλιξη του τρανζίστορ. Η μετέπειτα ανάπτυξη των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων και της τεχνολογίας των μπαταριών έχει οδηγήσει σε κατασκευές ακουστικών βαρηκοΐας σε μικρογραφία, που χωράνε εξ ολοκλήρου μέσα στο κανάλι του αυτιού).

# Η Ηλεκτρονική στην Βιοϊατρική Τεχνολογία

- **Ιστορικά επιτεύγματα Ηλεκτρονικών Ιατρικών συσκευών**
- Graeme Clarke (κοχλιακό εμφύτευμα).
- Philip Drinke(σύγχρονος αναπνευστήρας ή «πνεύμονας σιδήρου»).
- Willem Einthoven (ηλεκτροκαρδιογράφημα).
- Wilson Greatbatch (εσωτερικός καρδιακός βηματοδότης).
- Charles Hufnagel (τεχνητή καρδιακή βαλβίδα).
- Robert Jarvik (τεχνητή καρδιά).
- Willem Johan Kolff (αιμοκάθαρση).
- Michel Mirowski (εμφυτεύσιμος καρδιακός απινιδωτής).
- Wilhelm Roentgen (ακτίνες X).

# Η Ηλεκτρονική στην Βιοϊατρική Τεχνολογία

## • Τεχνολογίες Βιο-Υποστήριξης

- Χειρουργικές συσκευές και συστήματα, όπως ρομποτική και λέιζερ χειρουργική.
- Συστήματα για την παρακολούθηση των ζωτικών σημείων και της χημείας του αίματος.
- Εμφυτευμένες συσκευές, όπως αντλίες ινσουλίνης, βηματοδότες και τα τεχνητά όργανα.
- Μέθοδοι απεικόνισης, όπως υπέρηχος, ακτίνες X, δέσμες σωματιδίων και μαγνητικού συντονισμού.
- Διαγνωστικά, όπως συστήματα lab-on-a-chip.
- Θεραπευτικές συσκευές και εξοπλισμός, όπως αιμοκάθαρση και διαδερμική ηλεκτρική νευρική διέγερση (TENS).
- Ακτινοθεραπείας με δέσμες σωματιδίων και ακτίνες X.

# Μέθοδοι και Ηλεκτρονικά Δομικά στοιχεία υλοποίησης Βιοϊατρικών Μηχανημάτων

- Χρησιμοποιούνται όλα τα γνωστά σε μάς στοιχεία και διατάξεις της Ηλεκτρονικής τεχνολογίας :
- PCB's, τροφοδοτικά συστήματα (χαμηλής και υψηλής ισχύος)
- Ηλεκτρονικά εξαρτήματα όλων των τύπων
- Αισθητήρες
- Ενσωματωμένα συστήματα (Embedded Systems)
- Ειδικά τοπικά δίκτυα (Computer Area Networks) επικοινωνιών
- Συστήματα αυτομάτου ελέγχου (Σ.Α.Ε.)
- Ψηφιακή επεξεργασία σήματος και εικόνας με εξειδικευμένα λογισμικά
- Εργαλεία προγραμματισμού και ελέγχου μέσω ειδικευμένου λογισμικού και Η/Υ
- Ειδικά Δίκτυα (DICOM-RIS-HIS) διασύνδεσης και τήρησης ηλεκτρονικών αρχείων σε κατάλληλους servers (PACS)

# Τεχνικές Προδιαγραφές Ιατρικών Μηχανημάτων και συσκευών

- Όπως ήδη διαφάνηκε τα διάφορα μηχανήματα του Βιοϊατρικού Εξοπλισμού, όπως λέμε, είναι κατά βάση Ηλεκτρονικές Διατάξεις ή και Ηλεκτρομηχανολογικές ( ηλεκτρονικά ελεγχόμενες ) που υλοποιούνται με απαιτήσεις Υψηλών Προδιαγραφών, εξαιρετικής ποιότητας και επιδώσεων.

Οι λόγοι που αυτό γίνεται είναι κυρίως:

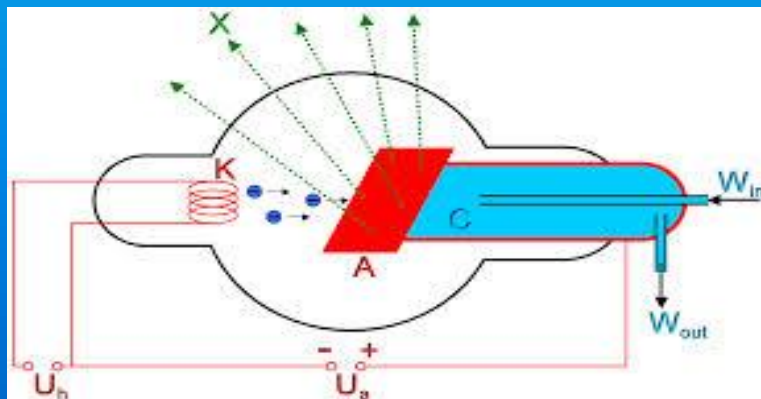
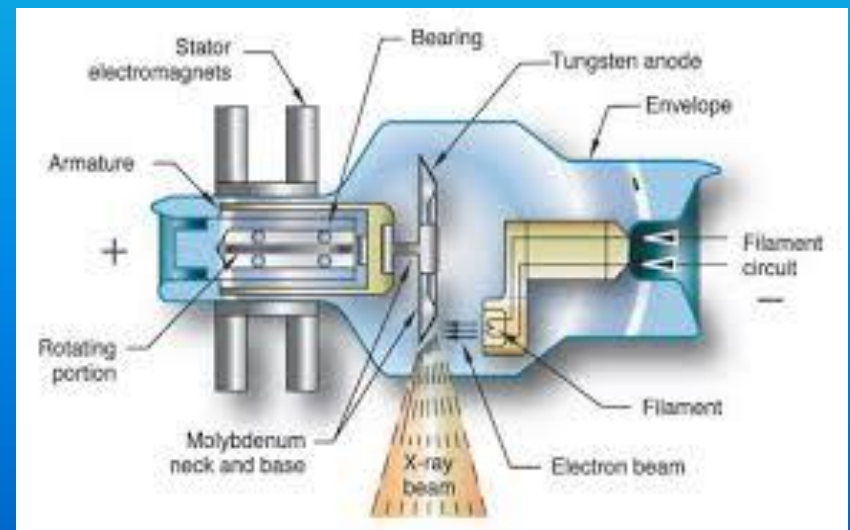
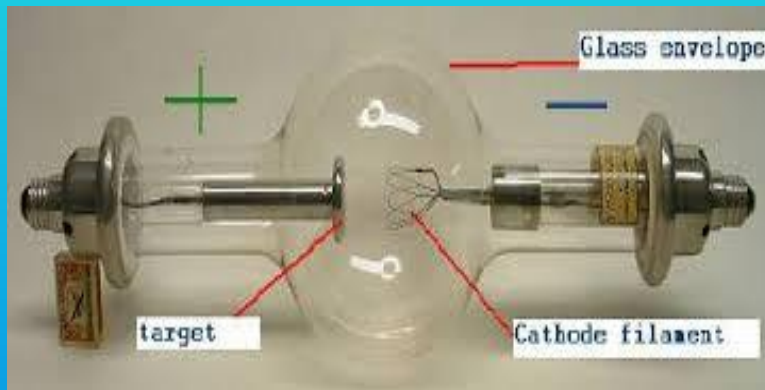
1. Η ασφάλεια του ασθενούς από πιθανές βλάβες και αστοχίες ( ) που θα εκθέσουν σε κίνδυνο την υγεία του,
2. Η ακρίβεια και πιστότητα των παρεχόμενων αποτελεσμάτων ή

Για τους λόγους αυτούς έχουν καθιερωθεί αυστηρά Διεθνή πρότυπα και διαδικασίες ελέγχου και πιστοποίησης (CE Mark, ISO κτλ) με τα οποία οι κατασκευάστριες εταιρείες πρέπει να συμμορφωθούν αποδεδειγμένα προκειμένου ένα μηχάνημα να πάρει άδεια διάθεσης.



# Αξιοσημείωτα Ηλεκτρονικά Δομικά στοιχεία Υλοποίησης Ιατρικών Μηχανημάτων και συσκευών

## Λυχνία Ακτίνων X 100 Kwatt /150 KVolt

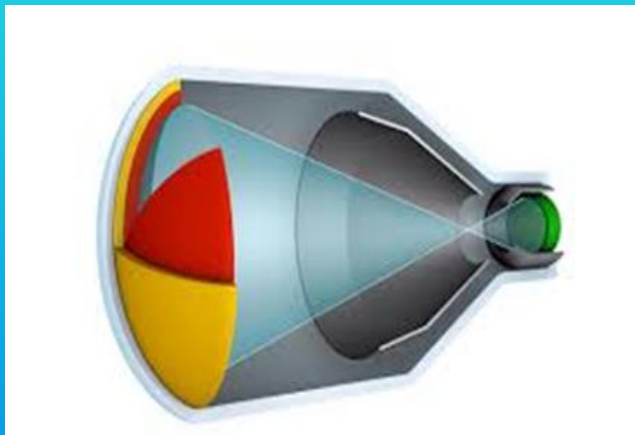


# Αξιοσημείωτα Ηλεκτρονικά Δομικά στοιχεία Υλοποίησης Ιατρικών Μηχανημάτων και συσκευών

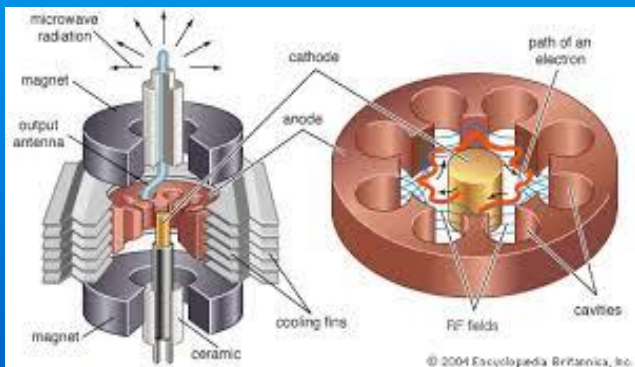
Ενισχυτής εικόνας-μετατροπή ακτίνων X σε οπτική πληροφορία

Διπλός Μετατροπέας - Ηλεκτρικός Φακός

Μετατροπή από X-Ray σε Ηλεκτρόνια και μετά σε φωτόνια Λυχνία τύπου Φάρος -ενισχυτής ισχύος RF 15KW

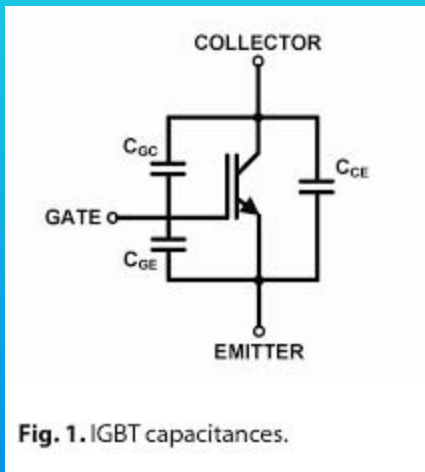


## Λυχνία MAGNETRON Υψηλής Ισχύος Μικροκυμάτων



# Αξιοσημείωτα Ηλεκτρονικά Δομικά στοιχεία Υλοποίησης Ιατρικών Μηχανημάτων και συσκευών

- IGBT's – Transistor υψηλής ισχύος RF 15KW



# Κύριες κατηγορίες Ιατρικών Μηχανημάτων και συσκευών

- Διαγνωστικά Μηχανήματα
- Θεραπευτικά Μηχανήματα/Επεμβατικά Μηχανήματα

# Ακτίνες Χ - Η πρώτη επανάσταση

- Προσπαθήστε να φανταστείτε πόσο διαφορετική θα ήταν η ζωή χωρίς τη σύγχρονη ιατρική τεχνολογία. Το 1895, η εφεύρεση των x-ray δημιούργησε ένα καταπληκτικό βήμα προς τα εμπρός στην ιστορία της ιατρικής. Για πρώτη φορά, οι εσωτερικές διεργασίες του σώματος θα μπορούσαν να γίνουν ορατές χωρίς να χρειάζεται να κοπεί η σάρκα.
- Ο Wilhelm Roentgen, καθηγητής της Φυσικής στο Wurzberg, της Βαυαρίας ήταν ο πρώτος που ανακάλυψε τη δυνατότητα χρήσης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας για να δημιουργήσει αυτό που γνωρίζουμε σήμερα ως το x-ray. Η παρακάτω εικόνα είναι η πρώτη ακτινογραφία Roentgen που δημιουργήθηκε ποτέ. Είναι μια εικόνα του χεριού της γυναίκας του - μπορείτε να δείτε βέρα της.





# Ακτίνες X

- Ονομάστηκαν ακτίνες X λόγω της άγνωστης, εκείνη την εποχή, φύσης τους. Η ιδιότητά τους να επηρεάζουν τα φωτογραφικά φιλμ και να διαπερνούν τους ανθρώπινους ιστούς με διαφορετικό βαθμό απορρόφησης, συνδυάστηκαν και οδήγησαν στην ακτινογραφία.
- Το ανθρώπινο σώμα παρουσιάζει διαφορετικό συντελεστή απορρόφησης ( $\mu$ ) της ακτινοβολίας που το διαπερνά, ανάλογα με το είδος του ιστού. Ο αέρας έχει  $\mu=0,0001$ , οι μύνες  $0,18$ , το αίμα  $0,178$ , οι ιστοί  $0,17$ , ενώ τα οστά  $0,48$ . Είναι φανερό, λοιπόν, ότι τα οστά θα διακρίνονται ευκρινέστερα στις ακτινοσκοπικές απεικονίσεις, αφού έχουν αρκετά διαφορετικό συντελεστή απορρόφησης από τα υπόλοιπα συστατικά του σώματος.
- Πριν τις ακτίνες X, ακόμη και η διάγνωση ενός σπασμένου οστού ήταν επώδυνη, αβέβαια και παρακινδυνευμένη διαδικασία. Η κοινή γνώμη δέχθηκε με ενθουσιασμό την ανακάλυψη. Οι μυστηριώδεις ακτίνες εντυπωσίασαν και άσκησαν ακατανίκητη γοητεία. Χρησιμοποιούσαν ακτινογραφίες ακόμη και για την καλή εφαρμογή των παπουτσιών. Παράλληλα, δημιουργήθηκε ο φόβος ότι κάποιοι «αδίστακτοι» θα μπορούσαν να τις χρησιμοποιήσουν για να βλέπουν μέσα από τα ρούχα των γυναικών. Στις εφημερίδες του Λονδίνου της βικτωριανής ηθικής, υπήρχαν διαφημίσεις για «εσώρουχα αδιαφανή στις ακτίνες X, για ''σεμνές κυρίες''!»
- Η πρώτη εφαρμογή στην ιατρική έγινε από τον Τόμας Έντισον, που εφηύρε το ακτινοσκοπικό μηχάνημα. Η κατάχρηση όμως έφερε σημαντικές παρενέργειες. Η υπερέκθεση προκαλούσε βιολογικές αλλοιώσεις, εγκαύματα, ακόμη και θάνατο. Πολλοί από τους πρωτοπόρους αυτής της τεχνολογίας πέθαναν από υπερβολική δόση ακτινοβολίας. Παρά τις επαναστατικές αλλαγές που έχουν σημειωθεί από τότε, ακόμη και σήμερα η κλασική ακτινογραφία αποτελεί μοναδική διαγνωστική μέθοδο.

# Ακτίνες Χ

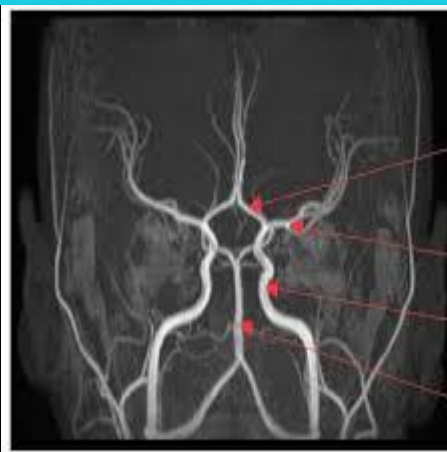
- Μετά τη διαπίστωση ότι η συχνή έκθεση σε ακτίνες Χ είναι επιβλαβής, λαμβάνονται πλέον ειδικά μέτρα για την προστασία του ασθενούς και του προσωπικού. Από τις αρχές του 1900 οι επιβλαβείς ιδιότητες των ακτίνων Χ έδειξαν να είναι πολύ ισχυρό εργαλείο για την καταπολέμηση καρκίνου και δερματικών παθήσεων.



# Ακτινοδιαγνωστικά-Ακτινοσκοπικά- Αγγειογραφικά



# Ακτινοδιαγνωστικά-Ακτινοσκοπικά- Αγγειογραφικά-Στεφανιογράφοι



Tętka przednia mózgu  
Tętka środkowa mózgu  
Tętka szyjna wewnętrzna  
Tętka podstawna



# Ακτινοδιαγνωστικά-Ακτινοσκοπικά- Αγγειογραφικά

- Κλασσική Ακτινογραφία (Φίλμ)
- Υπολογιστική Ακτινογραφία (**Computed Radiography**)
- Ακτινοσκόπηση (**Real Time Radiography**)
- Ψηφιακή Ακτινογραφία(**Direct Radiography**)



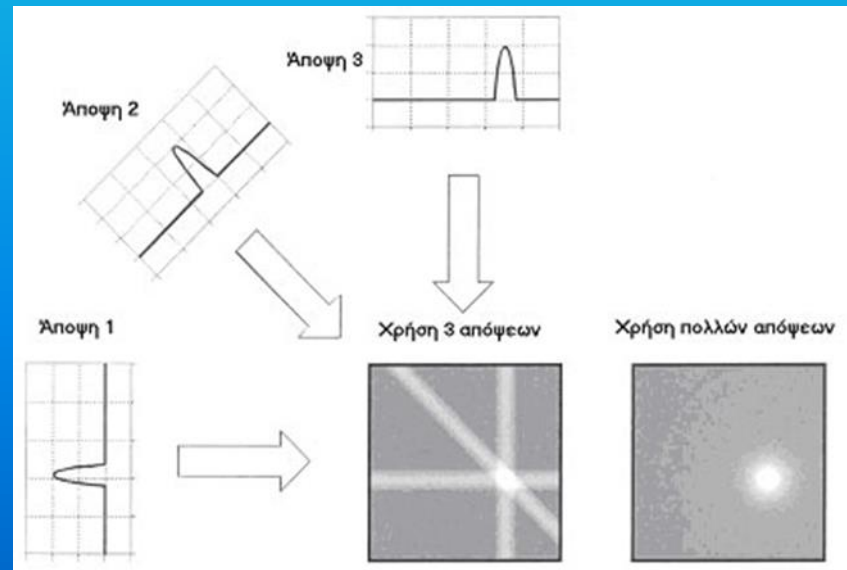
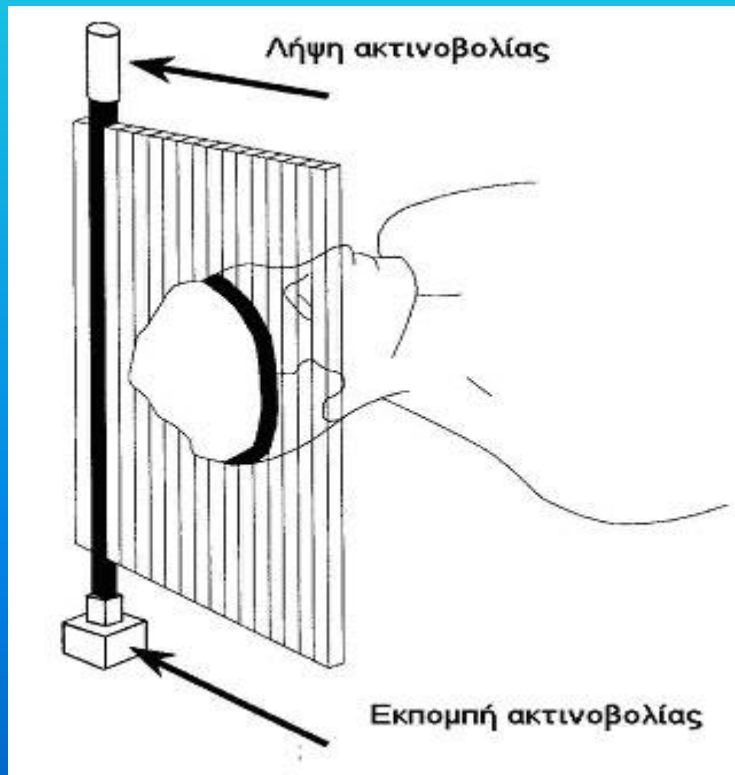
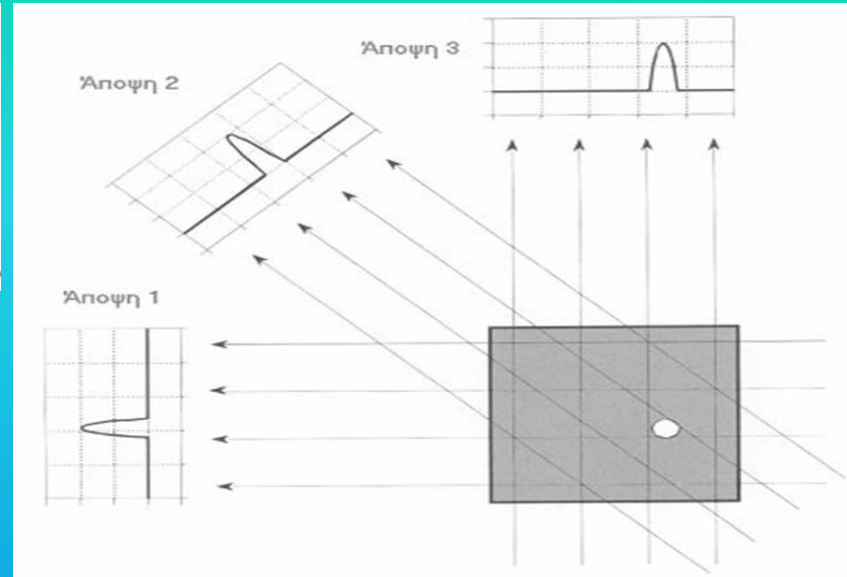
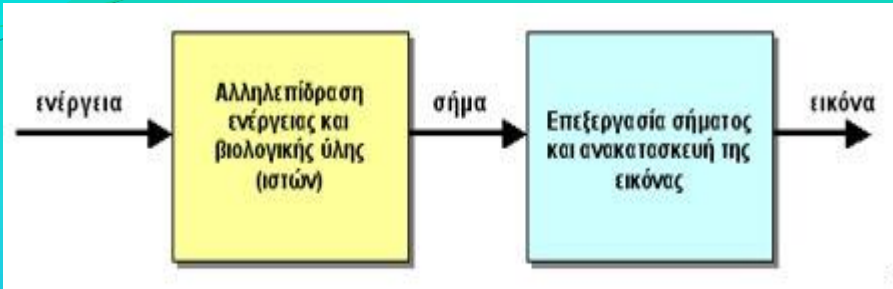
# Υπολογιστική Αξονική Τομογραφία - Η δεύτερη επανάσταση

Το θεμελιώδες πρόβλημα της ακτινοδιαγνωστικής είναι ότι ο άνθρωπος είναι τρισδιάστατος!

Οι κλασικές μέθοδοι ακτινοσκόπησης δίνουν επίπεδα είδωλα δύο διαστάσεων (2-D imaging). Έτσι, πολλές σημαντικές λεπτομέρειες αλληλεπικαλύπτονται. Η λύση δόθηκε με την εισαγωγή της υπολογιστικής τομογραφίας (computed tomography, CT), στις αρχές της δεκαετίας του 1970. Η δεύτερη επανάσταση της ακτινοδιαγνωστικής οφείλεται, σε μεγάλο βαθμό, στην ανάπτυξη και εισαγωγή, σε όλους τους τομείς της επιστήμης των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Στηρίχτηκε παράλληλα και στην ανακάλυψη μαθηματικών μεθόδων (αλγορίθμων) γρήγορης επεξεργασίας μεγάλου όγκου πληροφορίας, όπως ο γρήγορος μετασχηματισμός Fourier.

Η βασική ιδέα της αξονικής υπολογιστικής τομογραφίας οφείλεται στον Άγγλο **ηλεκτρονικό μηχανικό Godfrey Hounsfield**, των φημισμένων, κάποτε, εργαστηρίων της EMI. Το θεωρητικό υπόβαθρο ανέπτυξε ο Allan Cormack στο Πανεπιστήμιο Tufts στη Μασαχουσέτη. Για την ουσιαστική προσφορά τους στην Ιατρική τιμήθηκαν με το αντίστοιχο βραβείο Νόμπελ, το 1979. Όταν ο Godfrey Hounsfield, στα εργαστήρια της EMI, «πάλευε» με τις δυσκολίες της υπολογιστικής τομογραφίας, χρησιμοποιούσε μια απλή αριθμομηχανή για τα επεξεργαστεί τα data μιας απλής τομής (slice). Χρειαζόταν εννέα ημέρες για την ανακατασκευή μιας απλής εικόνας τριών διαστάσεων, από τις επιμέρους τομές. Μετά από χρόνια βελτιώσεων, μείωσε το χρόνο σε εννέα ώρες! Οι σημερινοί αξονικοί τομογράφοι χρειάζονται 4 χιλιοστά του δευτερολέπτου για να λάβουν 10 τομές και περίπου 1 δευτερόλεπτο για να επεξεργαστούν τα δεδομένα και να κατασκευάσουν μία εικόνα 512 x 512 pixels. Μία πλήρης αξονική τομογραφία θώρακος χρειάζεται περίπου 40 διαφορετικές τομές, που λαμβάνονται σε περίπου 10 δευτερόλεπτα και επεξεργάζονται από ταχύτατους υπολογιστές, δίνοντας την τελική εικόνα σε λιγότερο από ένα λεπτό. Όσο και αν φαίνεται παράξενο, η πρώτη αντιμετώπιση αυτής της τεχνολογίας ήταν αρνητική και οι περισσότεροι «ειδικοί» επέμεναν ότι η κλασική ακτινογραφία δεν πρόκειται να αντικατασταθεί ποτέ! Οι πρώτοι αξονικοί τομογράφοι λειτούργησαν στα νοσοκομεία το 1974. Τα πρώτα συστήματα σχεδιάστηκαν για απεικονίσεις του εγκεφάλου, αλλά από το 1976 αναπτύχθηκαν και συστήματα τομογραφικής ακτινοδιαγνωστικής ολόκληρου του σώματος.

# Αξονικός Τομογράφος



# Υπολογιστική Αξονική Τομογραφία - Η δεύτερη επανάσταση

## Η επίλυση ενός puzzle

Η διαδικασία της ανακατασκευής της τελικής εικόνας από τις επιμέρους τομές, μπορεί να θεωρηθεί σαν ένα παιχνίδι sudoku! Πρόκειται για την επίλυση ενός μαθηματικού γρίφου με κρυμμένους αριθμούς. Σκεφτείτε ένα πίνακα που περιέχει άγνωστους αριθμούς  $\alpha, \beta, \gamma, \dots$ . Το μόνο γνωστό είναι τα αθροίσματά τους, σε οποιαδήποτε διεύθυνση (οριζόντια, κατακόρυφη ή διαγώνια). Μπορούν να βρεθούν οι αριθμοί αυτοί; Η αντιστοιχία είναι προφανής: Τα αθροίσματα είναι οι προβολές, δηλαδή η εξασθένηση της ακτινοβολίας καθώς διέρχεται από τους ιστούς. Κάθε αριθμός του πίνακα αντιστοιχεί στη συγκεκριμένη απορρόφηση. Όλη η επιστήμη της τομογραφικής ακτινοδιάγνωσης συνοψίζεται στην εύρεση μεθόδων και τρόπων επίλυσης αυτού του puzzle. Το μόνο που αλλάζει κάθε φορά, είναι η μέθοδος λήψης του αθροίσματος. Στην αξονική τομογραφία, το άθροισμα αντιστοιχεί στην απορρόφηση της ακτινοβολίας που διαπερνά τους ιστούς. Στη μαγνητική τομογραφία, αντιστοιχεί στη συγκέντρωση πρωτονίων, ενώ στην Πυρηνική Ιατρική στη συγκέντρωση των ραδιοϊσοτόπων.

Για να ανακαλύψουμε τους κρυμμένους αριθμούς, πρέπει να «γράψουμε τις εξισώσεις» για τα επιμέρους αθροίσματα. Συμβολίζουμε τα αθροίσματα αυτά σαν  $P_i(j)$ , όπου  $i$  είναι η διεύθυνση κατά την οποία γίνεται η άθροιση (1 = κατακόρυφη, 2 = οριζόντια, 3 = διαγώνια κατά 45 μοίρες.), και  $j$  η σειρά ή στήλη του αθροίσματος. Έτσι:

$$P_1(1) = \text{κατακόρυφο άθροισμα της πρώτης στήλης} = \alpha + \zeta + \lambda + \eta + \phi = 5$$

$$P_1(2) = \text{κατακόρυφο άθροισμα της δεύτερης στήλης} = \beta + \eta + \mu + \rho + \chi = 7$$

$$P_2(1) = \text{οριζόντιο άθροισμα της πρώτης σειράς} = \alpha + \beta + \gamma + \delta + \epsilon = 4$$

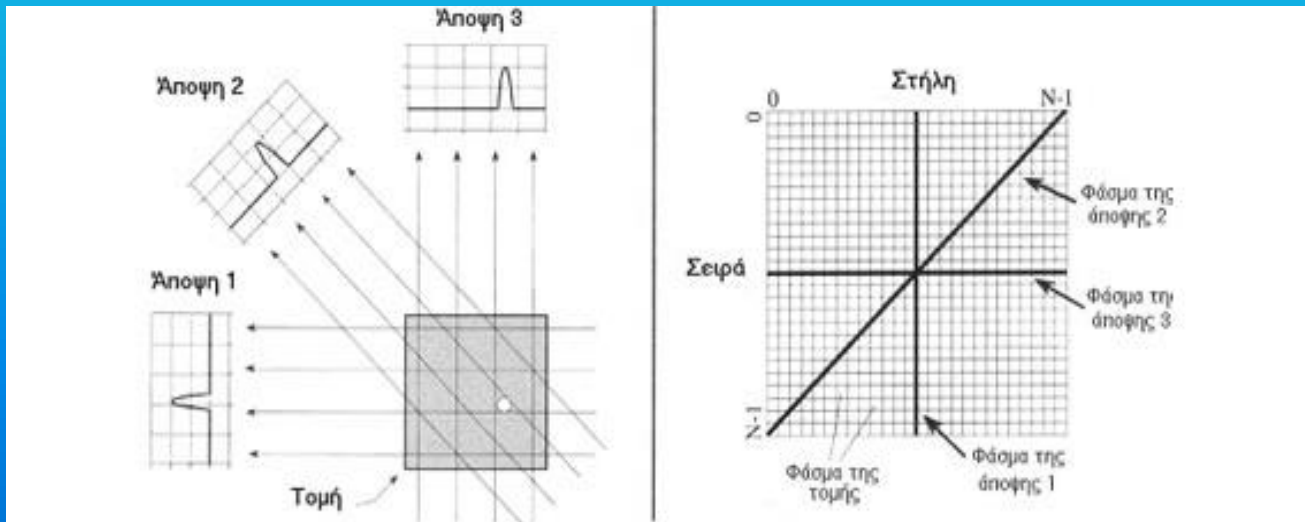
$$P_2(2) = \text{οριζόντιο άθροισμα της δεύτερης σειράς} = \zeta + \eta + \theta + \iota + \kappa = 6$$

Κάθε άγνωστος αριθμός συνεισφέρει σε όποια διεύθυνση και αν γίνεται η άθροιση, επειδή υπάρχει πάντα κάποια «ακτίνα» που διέρχεται από τη θέση του. Για την επίλυση του συστήματος, πρέπει να σχηματίσουμε τόσες εξισώσεις όσοι και οι άγνωστοι. Στην προκειμένη περίπτωση είναι λίγες και το σύστημα που σχηματίζουν είναι «εύκολο» να λυθεί. Αν όμως το πλήθος των εξισώσεων αυξηθεί, τότε τα πράγματα γίνονται πιο πολύπλοκα έως απελπιστικά. Σκεφτείτε ότι ένας πίνακας διαστάσεων 128x128 (μία συνηθισμένη περίπτωση) δίνει περίπου 16.000 εξισώσεις. Και πάλι λύνεται, αλλά απαιτείται χρόνος, προγραμματισμός και υπολογιστές. Ευτυχώς, υπάρχει και πιο απλός τρόπος εύρεσης των «κρυμμένων αριθμών». Δεχόμαστε ότι κάθε «κελί» συνεισφέρει εξίσου στο τελικό άθροισμα. Άρα, η συνεισφορά κάθε άγνωστου αριθμού της πρώτης κατακόρυφης στήλης είναι  $P_1(1) / 5 = 1$ , της δεύτερης σειράς  $P_2(1) / 5 = 7/5$ . Παράλληλα, το πρώτο κελί έχει συνεισφορά  $P_2(1) / 5 = 4/5 = 0,8$  κατά την οριζόντια διεύθυνση. Έτσι, η συνολική συνεισφορά του, οριζοντίως και καθέτως, είναι  $1 + 0,8 = 1,8$ . Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται για όλες τις διευθύνσεις άθροισης. Το τελικό άθροισμα σε κάθε κελί, προσεγγίζει ικανοποιητικά τον «κρυμμένο» θετικό αριθμό!

$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$	$\epsilon$	4
$\zeta$	$\eta$	$\theta$	$\iota$	$\kappa$	6
$\lambda$	$\mu$	$\nu$	$\xi$	$\omicron$	10
$\pi$	$\rho$	$\sigma$	$\tau$	$\upsilon$	7
$\phi$	$\chi$	$\psi$	$\omega$	$z$	5
5	7	9	6	8	

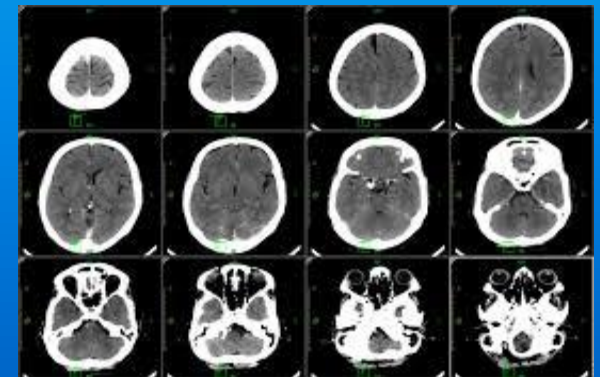
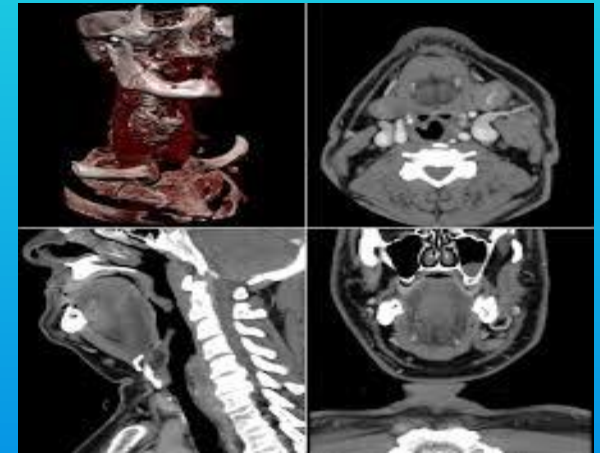
# Αξονικός Τομογράφος

Ο μετασχηματισμός Fourier και το θεώρημα της κεντρικής τομής  
Η εντυπωσιακή ανάπτυξη των τομογραφικών μεθόδων στηρίζεται ολοκληρωτικά στο «θεώρημα της κεντρικής τομής» (central slice theorem), που είναι απόρροια των μετασχηματισμών Fourier. Ο μετασχηματισμός Fourier μεταφέρει όλη τη διαδικασία ανασύνθεσης της εικόνας από το πραγματικό χωρικό πεδίο, όπου οι υπολογισμοί είναι δύσκολοι, σε ένα άλλο μαθηματικό χώρο εύκολων και σύντομων μαθηματικών διαδικασιών. Όταν η επεξεργασία ολοκληρωθεί, ο αντίστροφος μετασχηματισμός μας επαναφέρει στην πραγματικότητα, αλλά με έτοιμη τη ζητούμενη εικόνα.



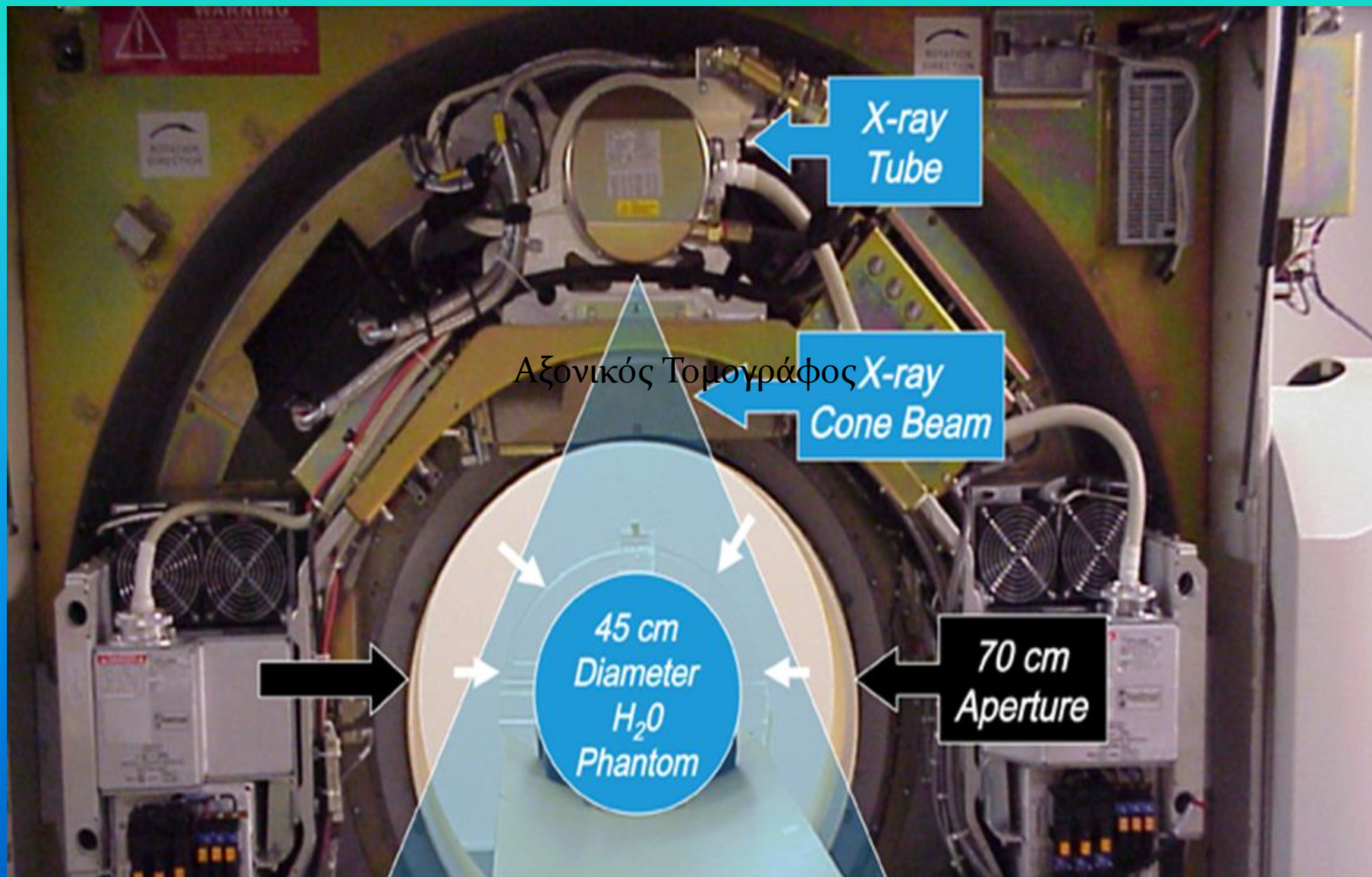
**Εικόνα 5.** Η κατανομή των αθροισμάτων  $P_i(j)$  σε κάθε διεύθυνση, δίνει το προφίλ (profile)  $P(X)$ . Επειδή οι υπολογισμοί στον πραγματικό χώρο είναι δύσκολοι, μεταφερόμαστε με τη βοήθεια του μετασχηματισμού **Fourier** σε διαφορετικό μαθηματικό χώρο. Αφού γίνουν οι εύκολοι υπολογισμοί στο χώρο αυτό, επιστρέφουμε στη σκληρή πραγματικότητα με τον αντίστροφο μετασχηματισμό και έχουμε πλήρη την τρισδιάστατη ανασυντεθειμένη εικόνα του αρχικού «αντικειμένου». }

# Αξονικός Τομογράφος





# Αξονικός Τομογράφος

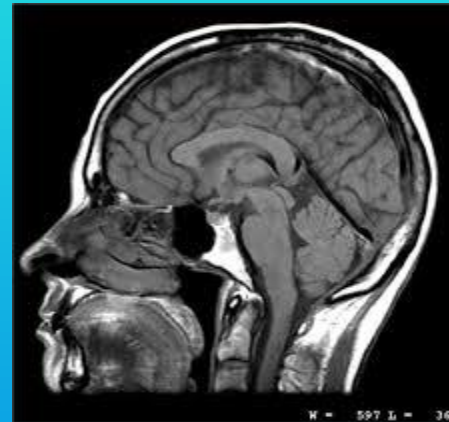


# Αξονικός Τομογράφος

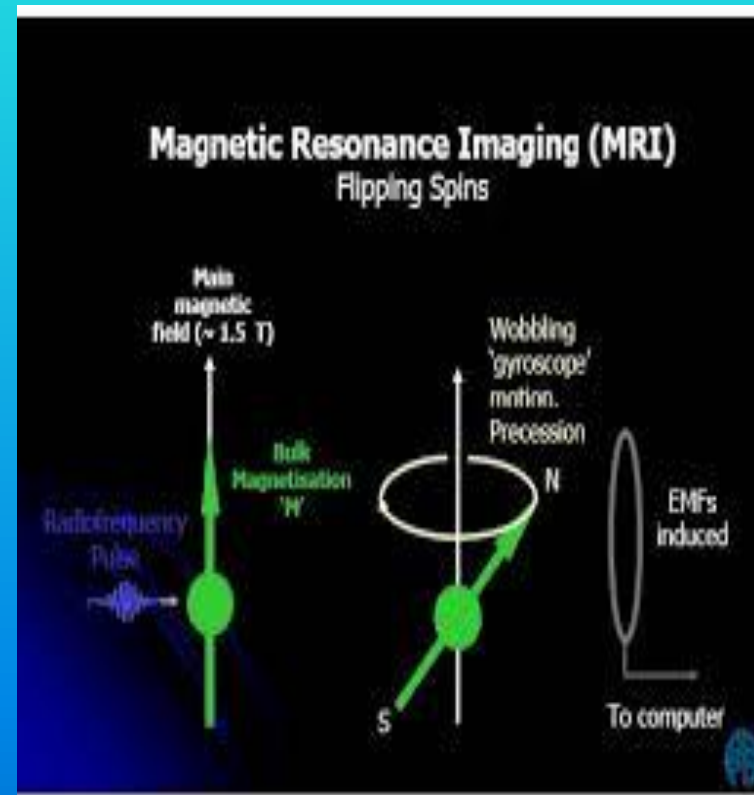
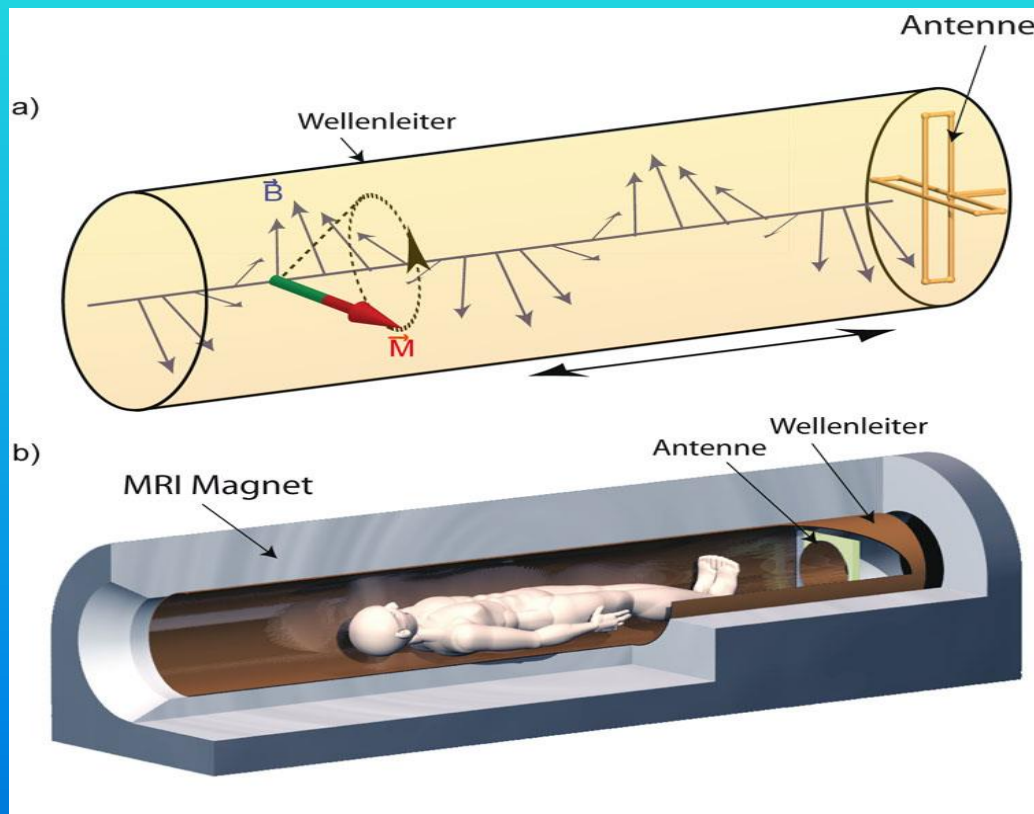




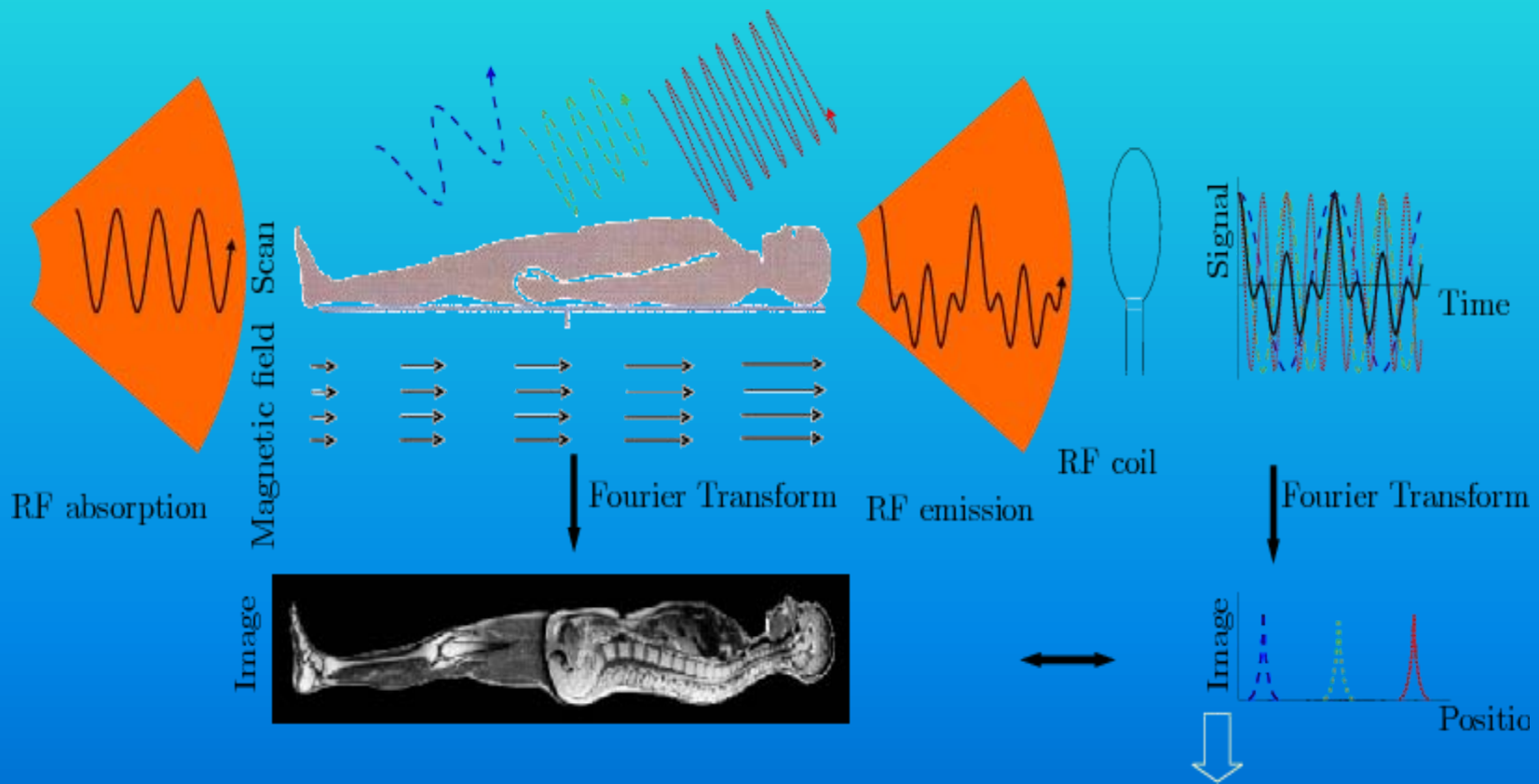
# Μαγνητικός Τομογράφος MRI



# Μαγνητικός Τομογράφος MRI



# Μαγνητικός Τομογράφος MRI



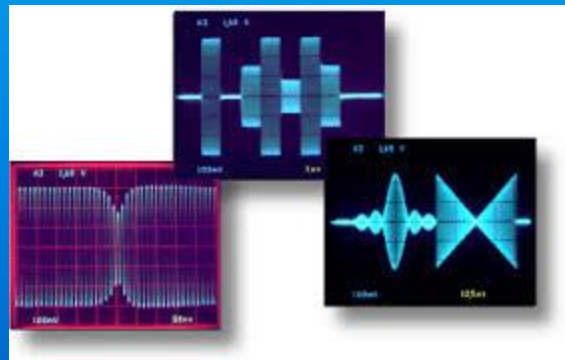
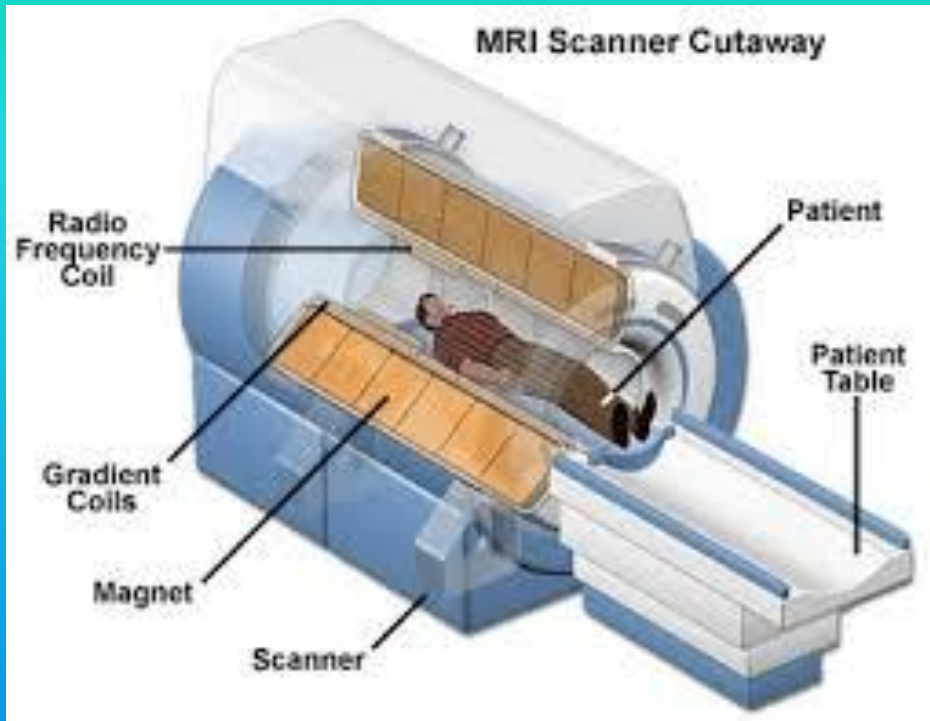




# Μαγνητικός Τομογράφος MRI



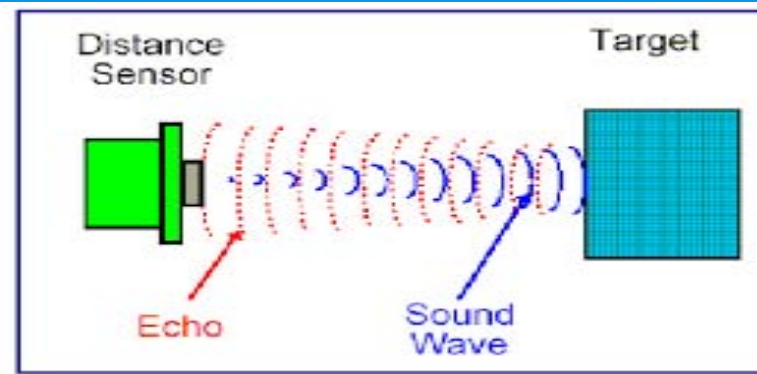
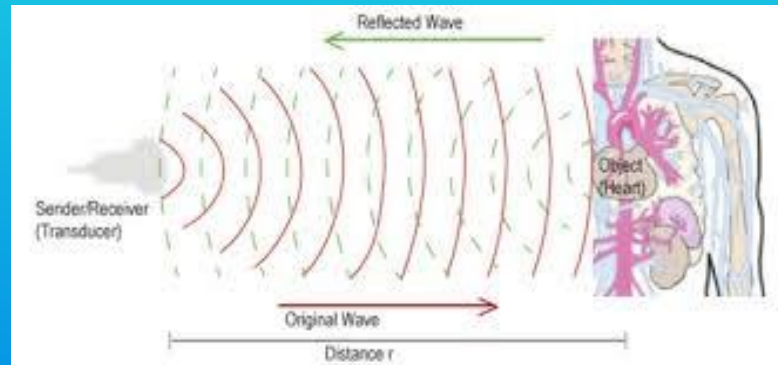
# Μαγνητικός Τομογράφος MRI





# Υπερηχοτομογράφος

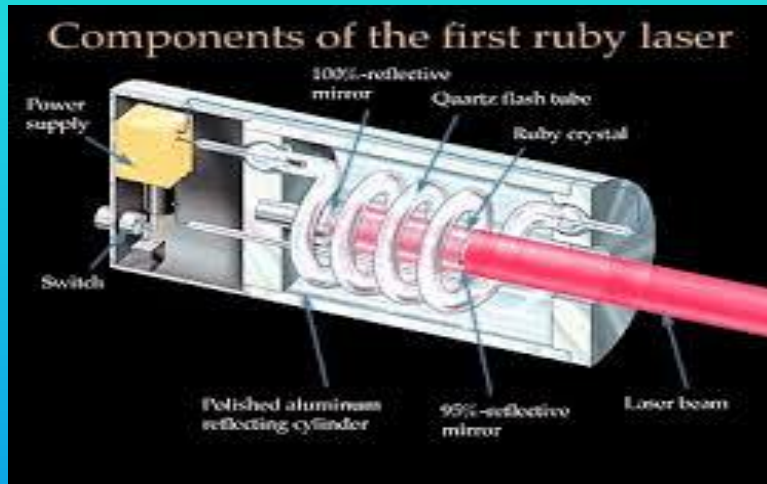
Διατάξεις Πιεζοηλεκτρικών Κρυστάλων παράγουν συχνότητες μερικών MHz



# “Ηλεκτρονικά νυστέρια”

Διαθερμία (Βραχέων -Μικροκυμάτων)

Laser (CO<sub>2</sub>-Argon)

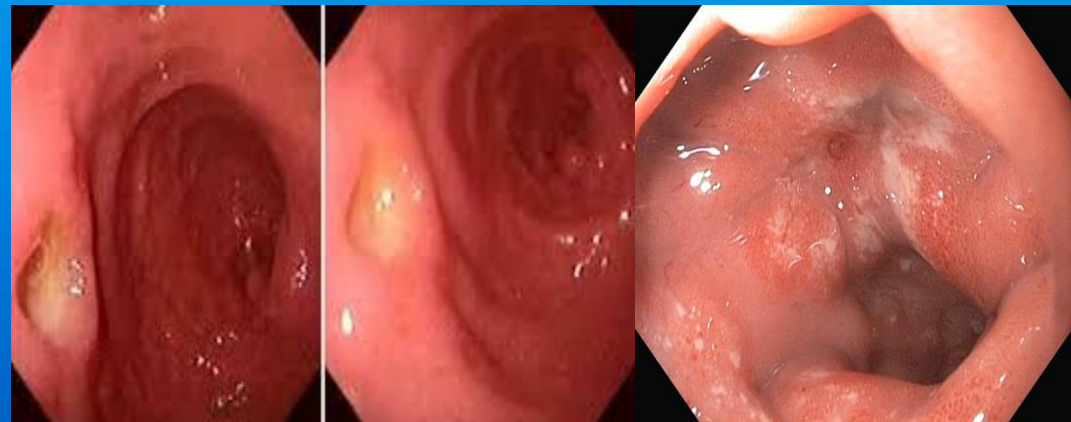
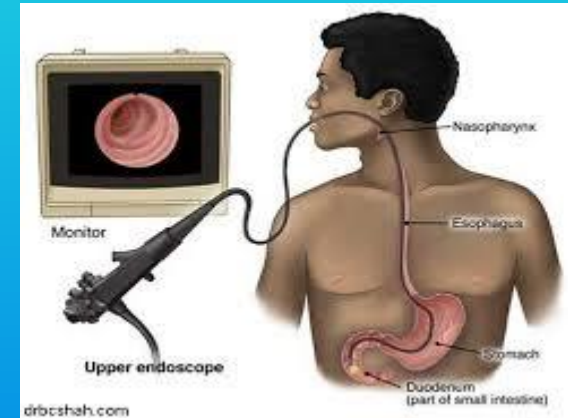




# Ενδοσκοπικά συστήματα

Αποτελούν ένα ειδικευμένο τομέα διάγνωσης και  
θεραπείας του πεπτικού συστήματος

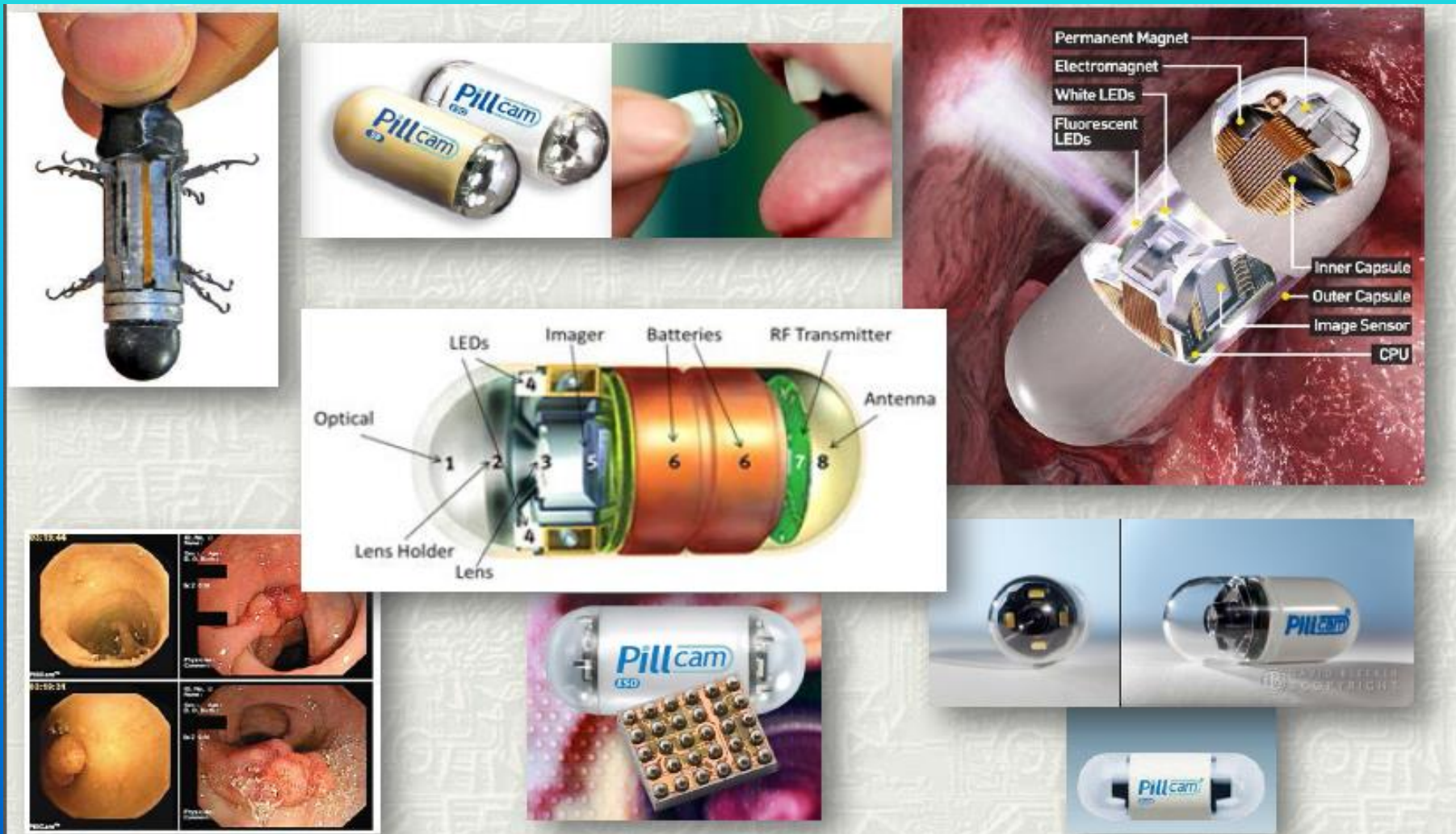
Κλασική εκδοχή



# Ενδοσκοπικά συστήματα

Ασύρματες ενδοσκοπικές Μικροκάμερες – Χάπια

Πλήρης καταγραφή ολόκληρης της πεπτικής οδού



# Αναλυτές

Διαγνωστικά Μηχάνημα Ανάλυσης Βιοχημικών - Αιματολογικών Μικροβιολογικών Παραμέτρων

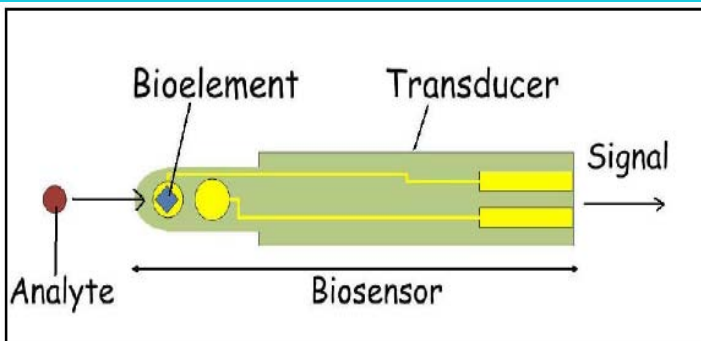
Ηλεκτροχημεία (Μέσω κατάλληλων χημικών αντιδράσεων του βιολογικού υλικού και των παραμέτρων του που ενδιαφέρουν, με αντίστοιχα αντιδραστήρια Εντός ειδικών διατάξεων - αισθητήρων εξάγεται πληροφορία ως ηλεκτρικό σήμα που στην συνέχεια αξιολογείται κατάλληλα από υπολογιστικό σύστημα και εξάγονται οι χρήσιμες πληροφορίες)



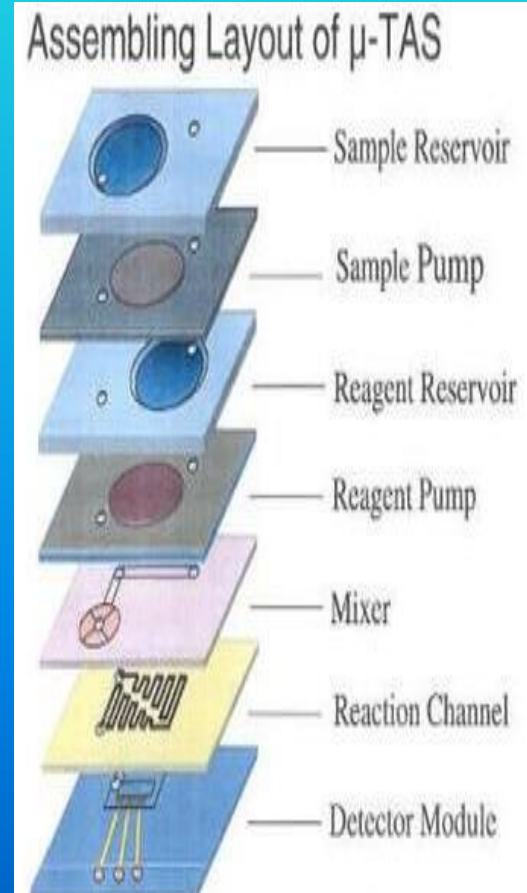
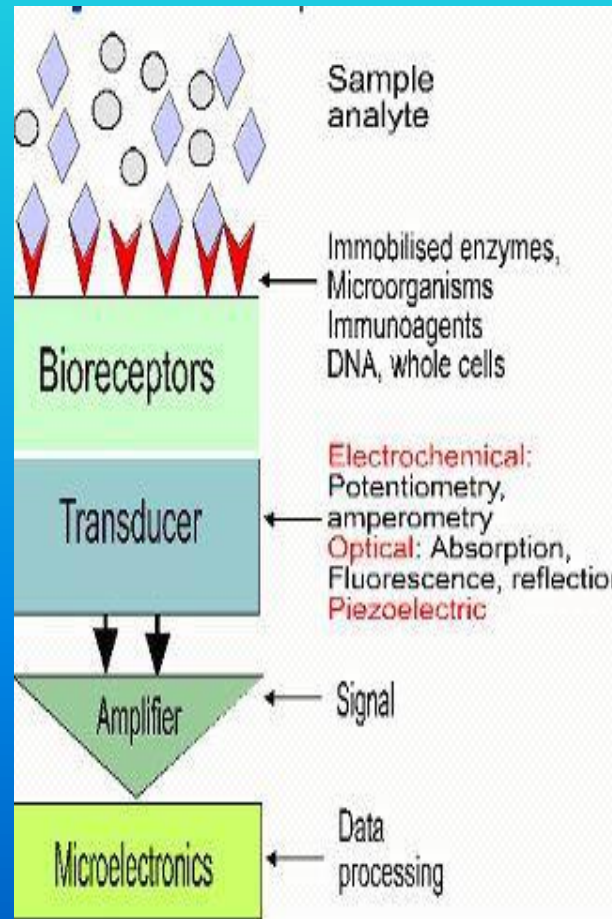
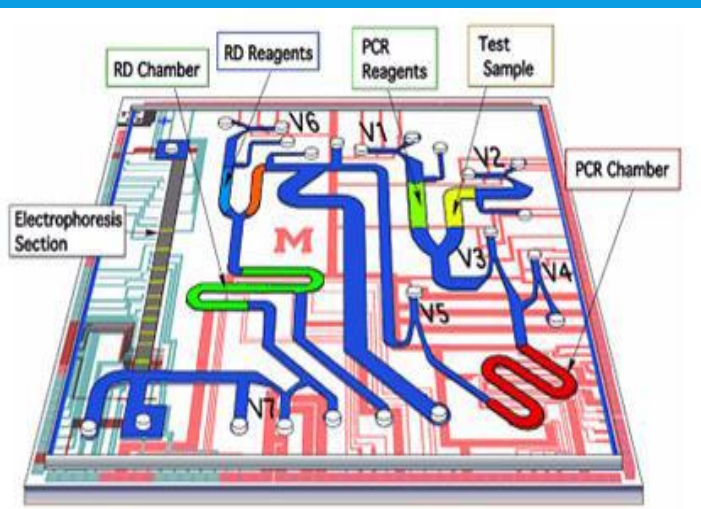


# Αναλυτές

Υλοποιούνται ως πεδίο Εφαρμογής των Βιοαισθητήρων



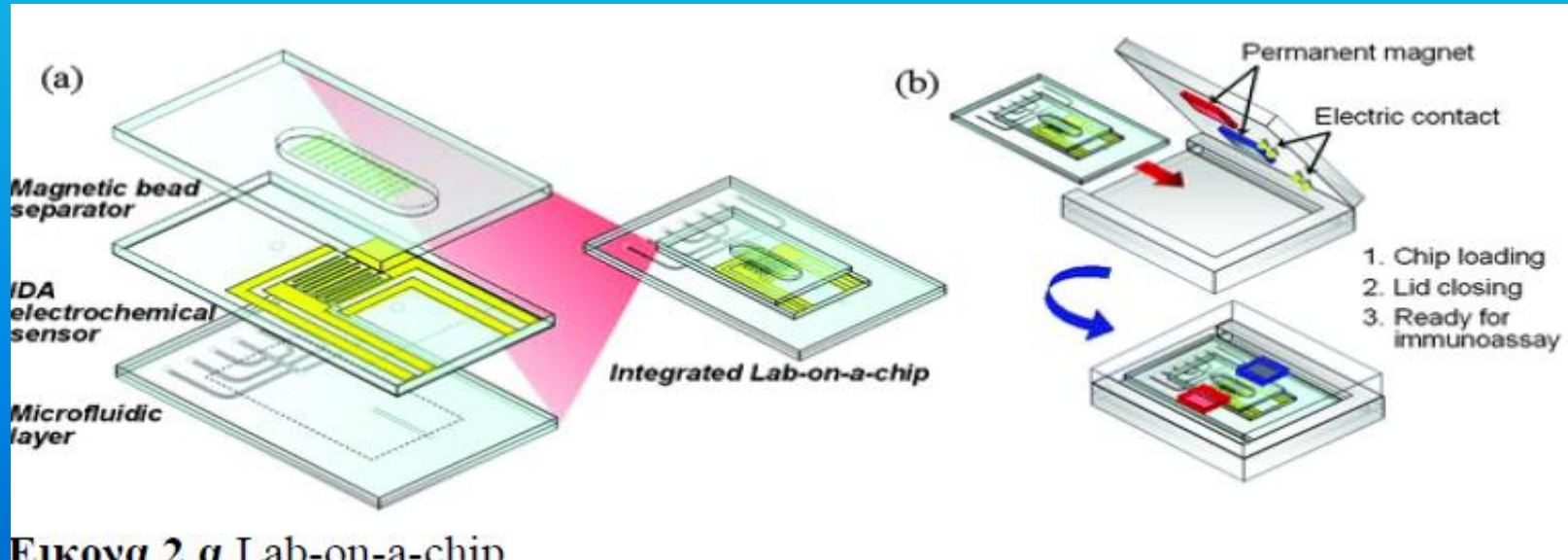
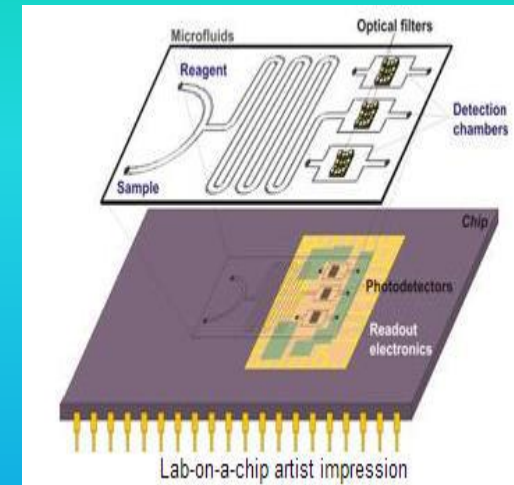
Εικόνα1 Τυπική μορφή βιοαισθητήρα



# Αναλυτές

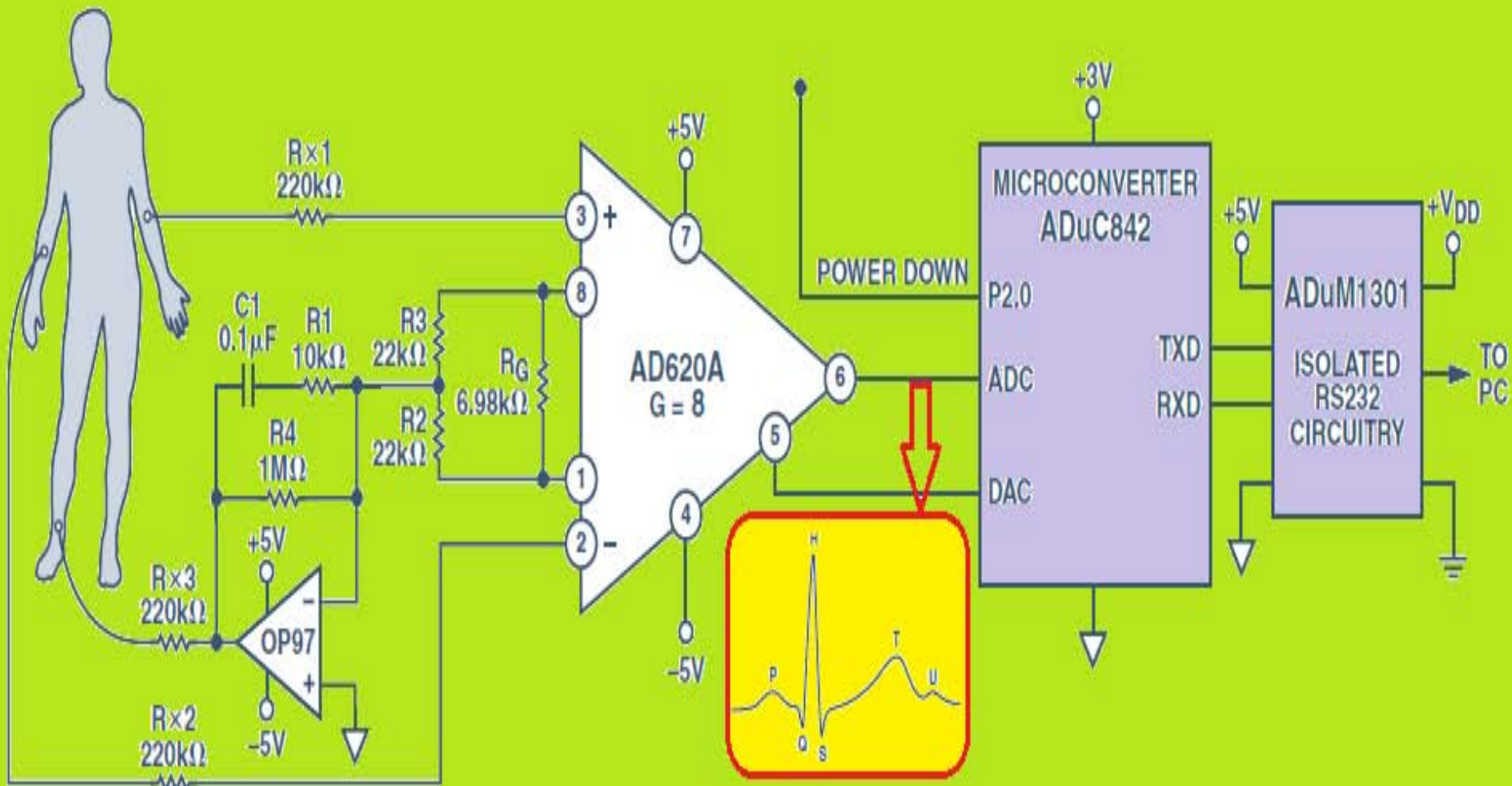
- Αισθητήρες :
- Μίκρο και Νάνο Τεχνολογίας
- MEMS ( micro-electro-mechanical )

## • Lab-On-a-Chip !!!



Εικόνα 2.α Lab-on-a-chip

# Ο Τελεστικός Ενισχυτής Οργανολογίας (Instrumentation Amplifier)





# Κύρια Εφαρμογή Instrumentation Amplifier

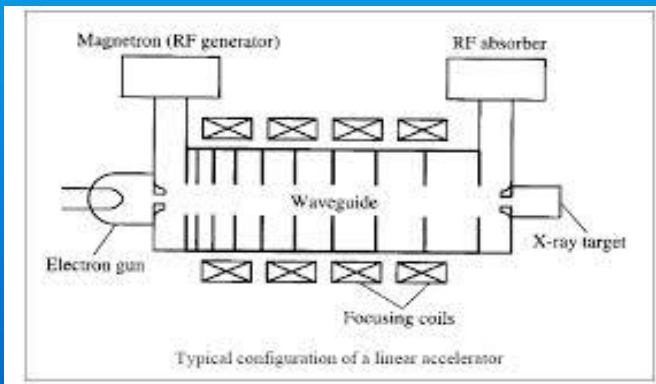
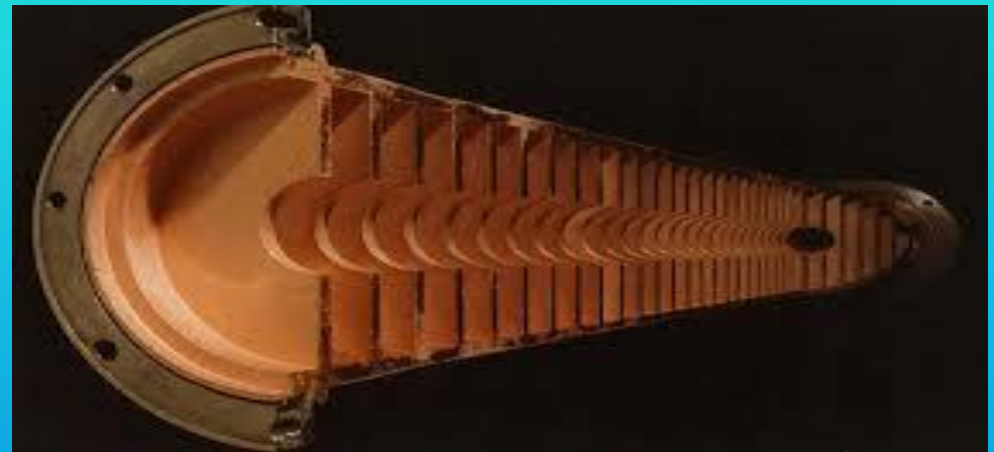
Μηχανήματα καταγραφής και χειρισμού ασθενικών (< 1 mV) βιοσημάτων καρδιάς

- Καρδιογράφοι (Καταγραφή καρδιακού Ρυθμού)
- Απινιδωτές (Επαναφορά καρδιακής λειτουργίας)
- Βηματοδότες (Επιδιόρθωση καρδιακού Ρυθμού)



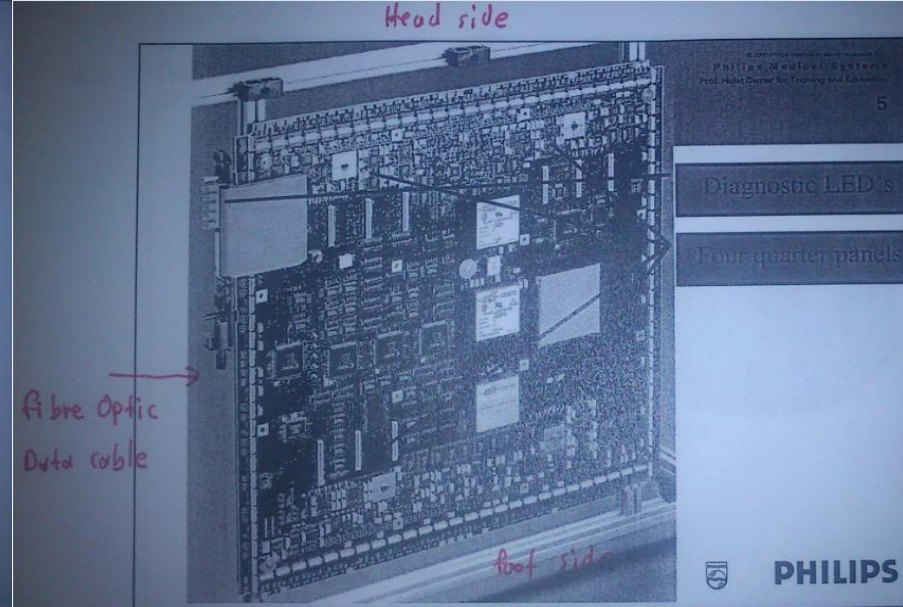
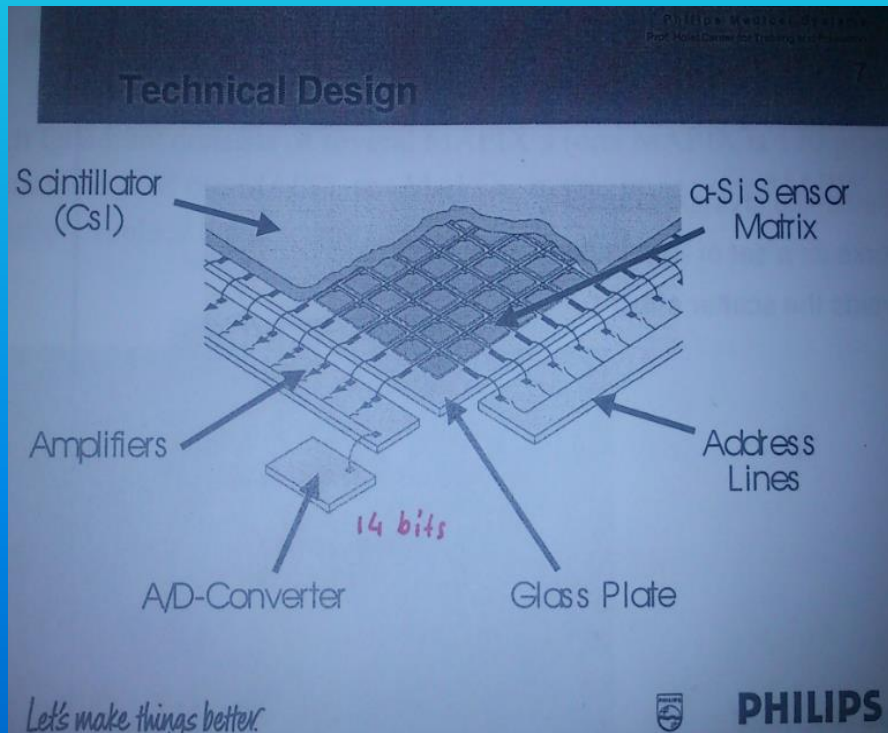
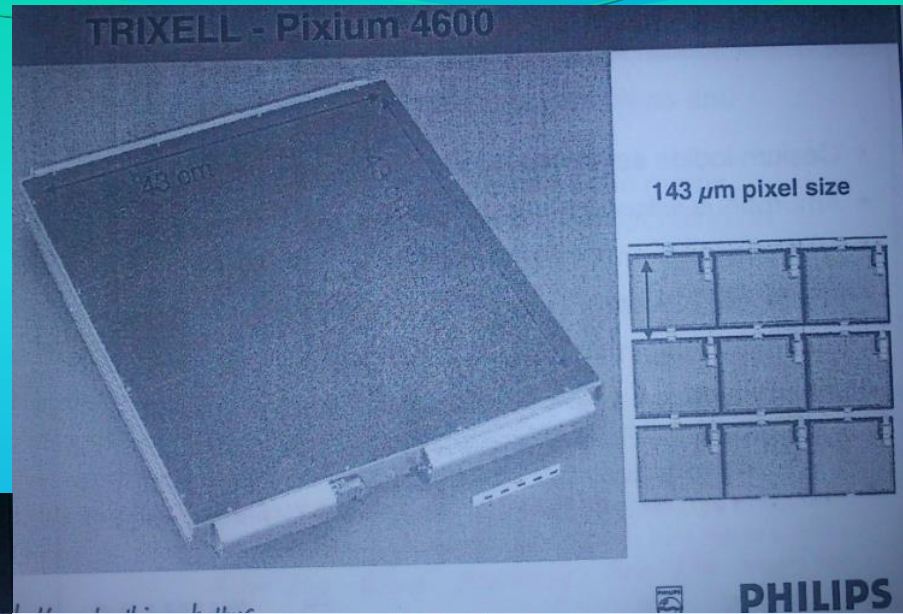
# Μηχανήματα Ακτινοθεραπείας

## Γραμμικός Επιταχυντής



# Ειδικά Θέματα Ακτινολογίας

- Ψηφιακός Ανιχνευτής
- D.R.





# Ειδικά Θέματα Ακτινολογίας

## Αρχή λειτουργίας Computed Radiography

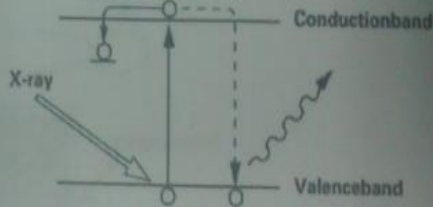
### PCR Principles Image Plate (IP)

© 2004.04 Philips Medical Systems  
Professor Holst Center for Training and Education

6

- Exposure
  - separated process
  - electrons "stored" in traps

Exposure:



PHILIPS

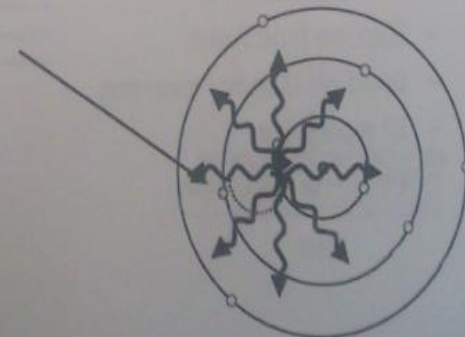
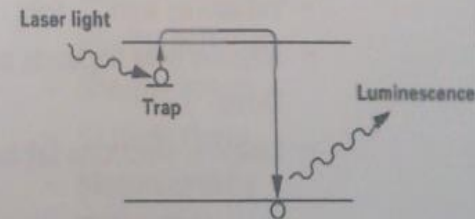
### PCR Principles Image Plate (IP)

© 2004.04 Philips Medical Systems  
Professor Holst Center for Training and Education

7

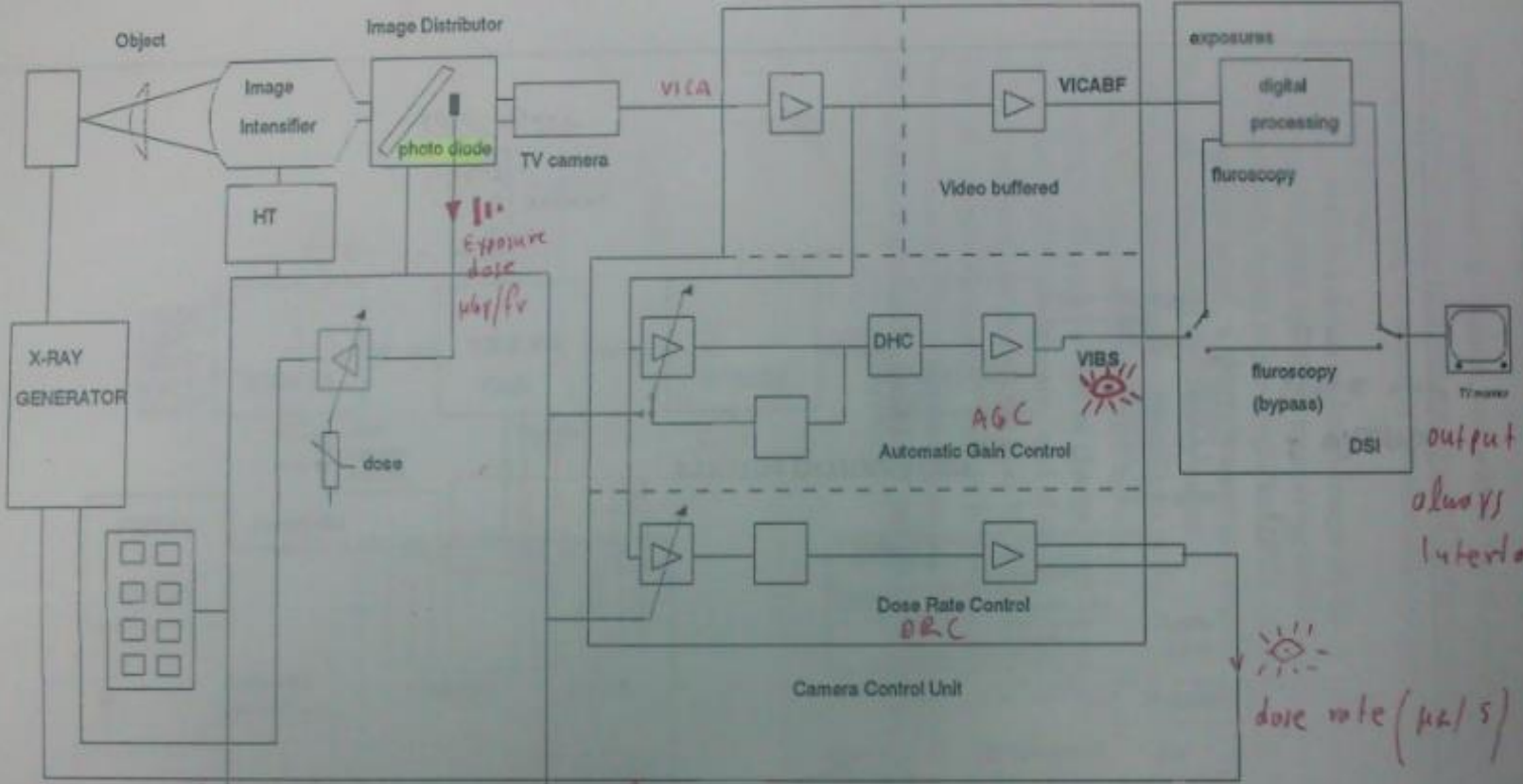
- Exposure
  - separated process
  - electrons "stored" in traps
- Readout
  - scan with laser beam
  - stimulated luminescence
  - Discharges 20 % of electrons

Readout:



PHILIPS

# Ψηφιακή λήψη ακτινοσκοπικής/ακτινολογικής εικόνας

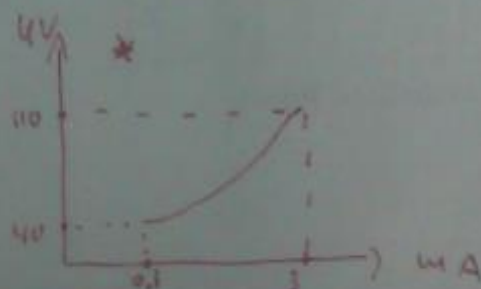
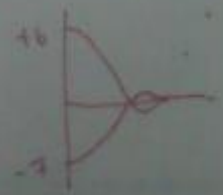


3.2 SYSTEM IMAGING PRINCIPLE  
Student Manual DSI

output DSI:  
always 1249 line  
interlaced

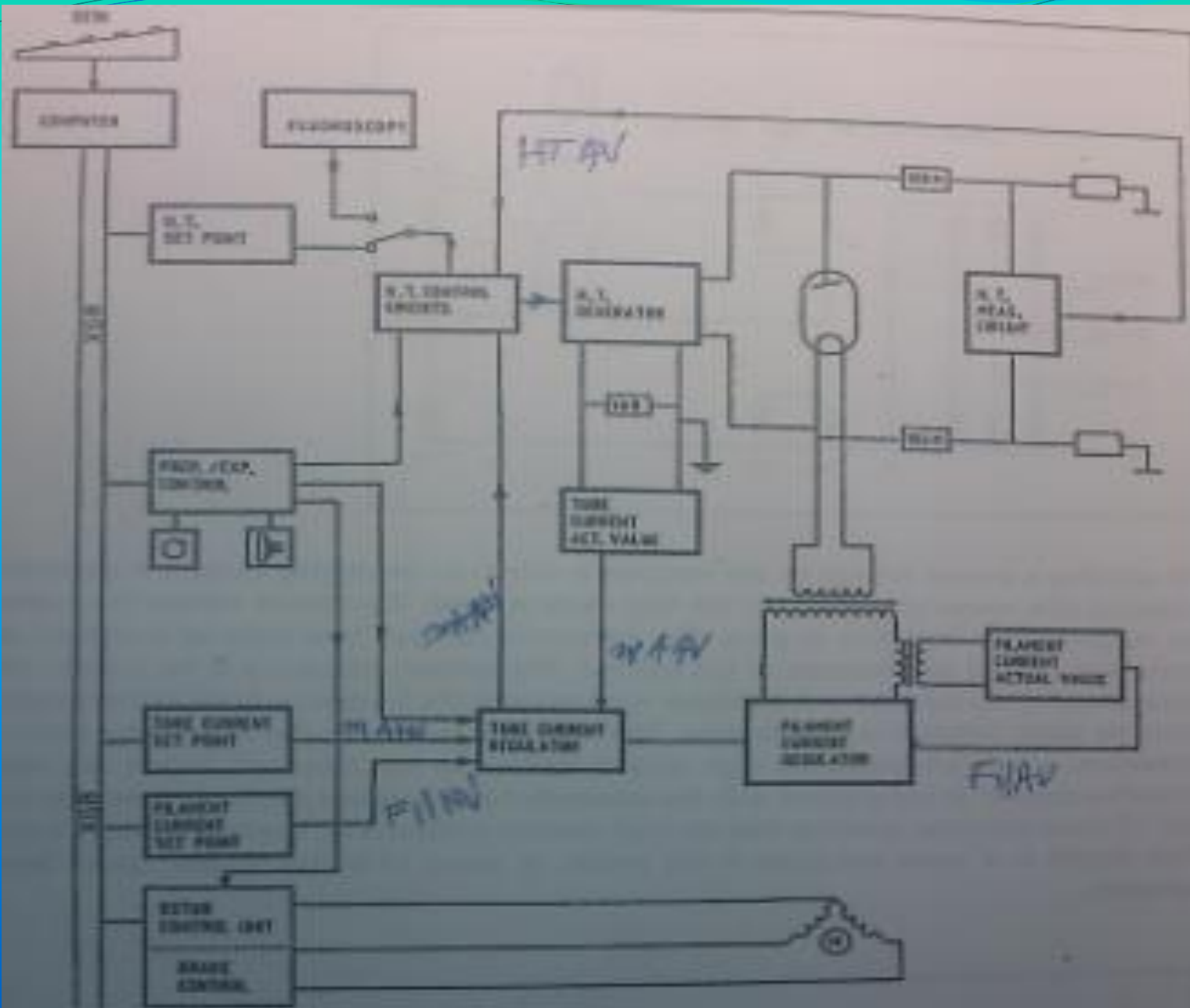
dose rate ( $\mu\text{A}/\text{s}$ )

κατά χρήση η επιλογή αλβιούρα  
των αλβιούρων. Ο αριθμός των αλβιούρων  
είναι 1249

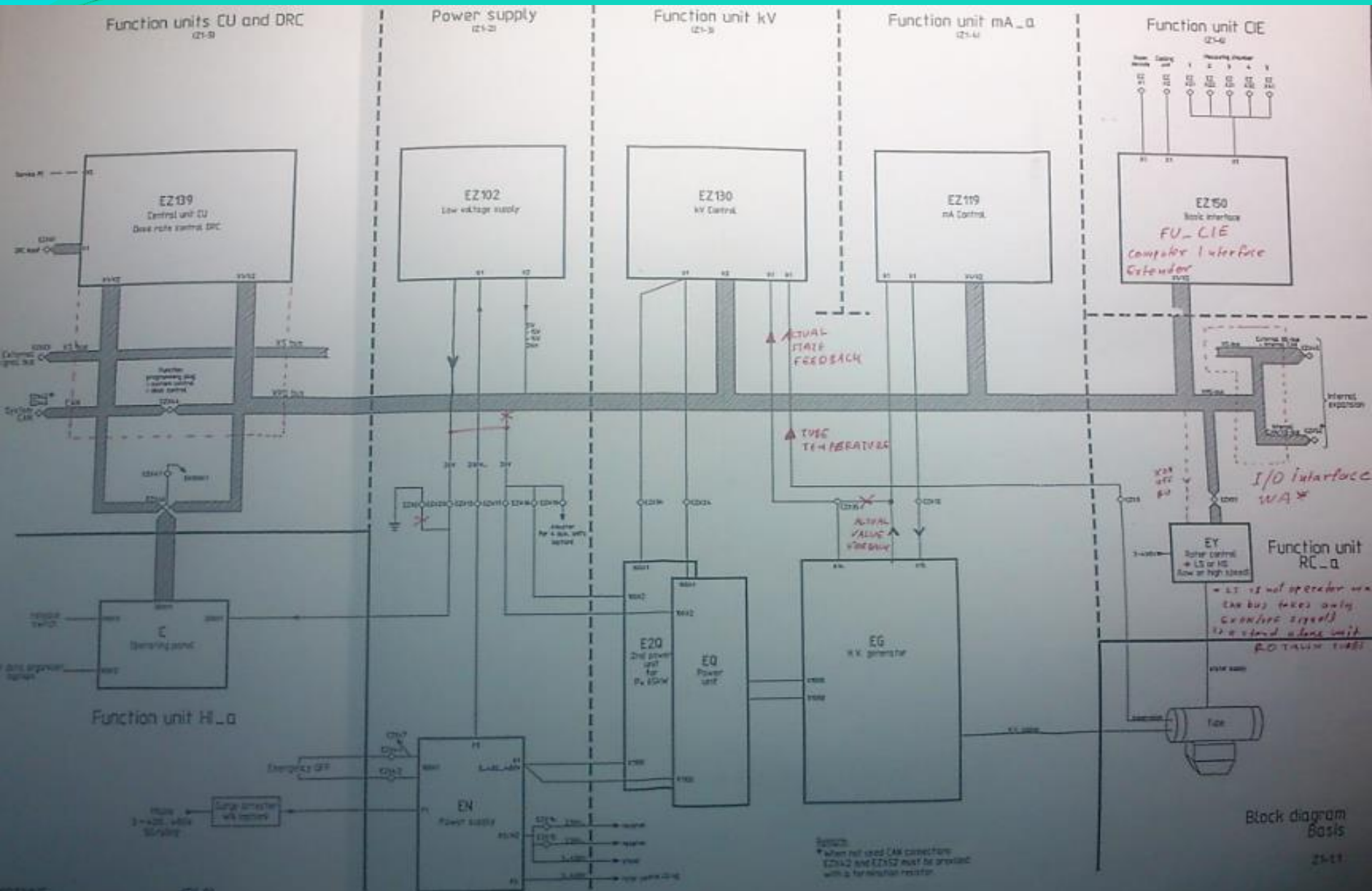




# Διάγραμμα Γεννήτριας Ακτίνων -X



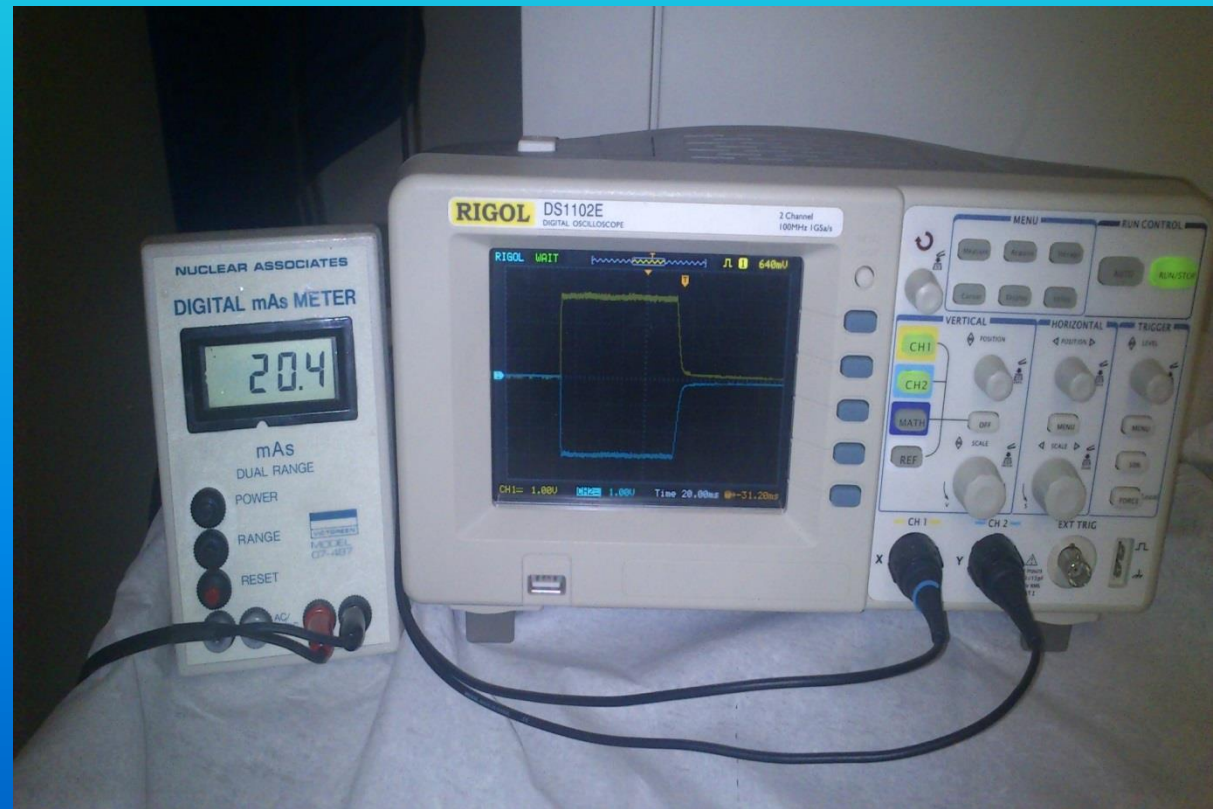
# Διάγραμμα Γεννήτριας Ακτίνων -X



# Τεχνολογία Ηλεκτρονικών μετρήσεων στα ιατρικά μηχανήματα

Μετρήσεις έντασης (Δόσης ) ακτινοβολήσης (X-Ray Dose measurements )

Μετρήσεις Γειώσεων, Ακρίβειας (πχωΚνρ ,mAs)



# Ο ρόλος του Ηλεκτρονικού Μηχανικού στην λειτουργία ενός ιατρικού μηχανήματος

- Εγκατάσταση
- Ρύθμισεις
- Συντήρηση
- Επίλυση Βλαβών

# • Ευχαριστώ

