

ΑΣΚΗΣΗ 5η

ΜΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ

NON DESTRUCTIVE TESTING

NDT Methods

NON DESTRUCTIVE TESTING

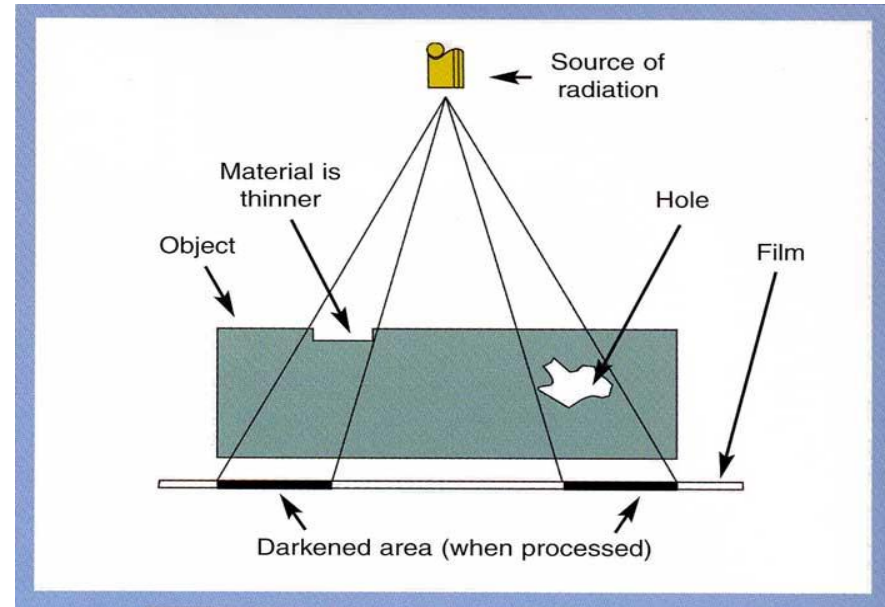
Radiographic Testing -	RT
Magnetic Particle Testing -	MP
Penetrant Testing -	PT
Ultrasonic Testing -	UT
Eddy Current Testing -	ET
Neutron Radiographic Testing-	NRT
Acoustic Emission Testing -	AE

NON DESTRUCTIVE TESTING

Radiographic Testing - RT

Επιστημονική Αρχή Λειτουργίας

Οι ραδιογραφίες χρησιμοποιούνται για να παραχθεί το είδωλο της κατάστασης υλικού πάνω σε ευαίσθητα σε ακτινοβολία φιλμ. Το δοκίμιο που πρόκειται να ελεγχθεί τοποθετείται ανάμεσα στην πηγή εκπομπής ακτίνων Χ ή γ και στο φιλμ. Το πάχος του δοκιμίου και η πυκνότητά του επιδρούν στην απορρόφηση των ακτίνων Χ ή γ. Η διαφορετικότητα προσβολής (αμαύρωσης) του φιλμ φανερώνει την εσωτερική κατάσταση του δοκιμίου.



Εφαρμογή

Χρησιμοποιείται στο έλεγχο σχεδόν όλων των υλικών για να εντοπισθούν ατέλειες επιφανειακές ή πολύ κοντά στην επιφάνεια. Ακόμα οι ακτίνες Χ μπορούν να εντοπίσουν τη θέση ατελειών και να μετρήσουν χαρακτηριστικά του υλικού. Να προσδιορίσουν τη θέση κρυμμένων υλικών (συναρμολογημένων μερών) και να μετρήσουν το πάχος τους.

NON DESTRUCTIVE TESTING

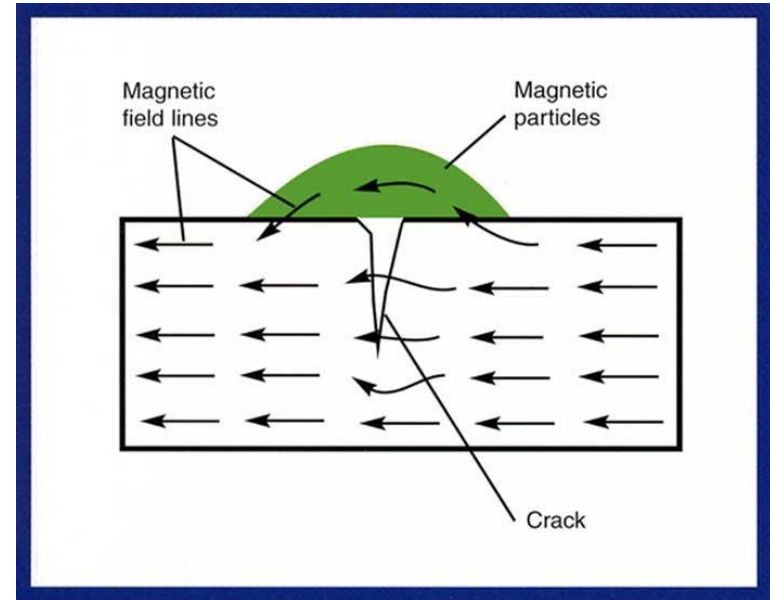
Magnetic Particle Testing - MP

Επιστημονική Αρχή Λειτουργίας

Η μέθοδος των μαγνητικών πεδίων εφαρμόζεται μόνο σε σιδηρομαγνητικά υλικά. Οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου διαπερνούν την επιφάνεια του δοκιμίου σύμφωνα με την πολικότητα. Ατέλειες όπως ρωγμές ή κενά στην επιφάνεια του δοκιμίου εμποδίζουν τη ροή των δυναμικών γραμμών. Έτσι στα όρια των ρωγμών παρατηρείται συγκέντρωση (πύκνωμα) των δυναμικών γραμμών. Για να γίνει ορατή η περιοχή αυτή, αφήνονται ρινίσματα σιδήρου στην επιφάνεια του δοκιμίου, τα οποία ακολουθώντας την ροή των δυναμικών γραμμών συγκεντρώνονται γύρω από τις ρωγμές και έτσι τις αποκαλύπτουν.

Εφαρμογή

Χρησιμοποιείται για έλεγχο σιδηρομαγνητικών υλικών (υλικών που μπορούν να μαγνητιστούν). Μπορεί να εντοπίσει ρωγμές επιφανειακές ή πολύ κοντά στην επιφάνεια οι οποίες επιδρούν στην μαγνητική διαπερατότητα των υλικών.

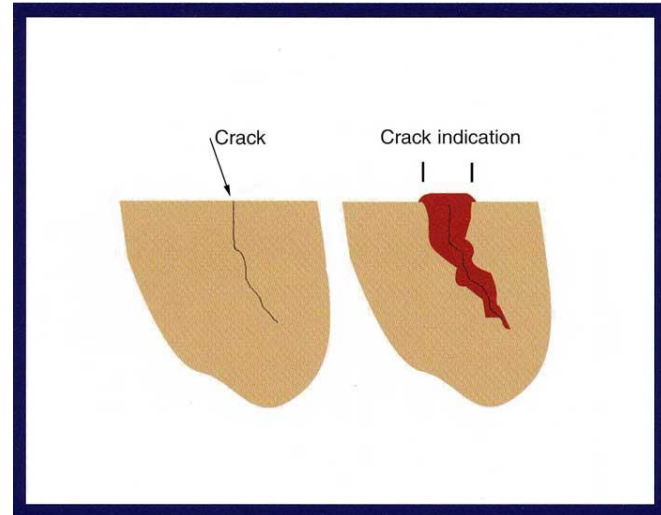


NON DESTRUCTIVE TESTING

Penetrant Testing - PT

Επιστημονική Αρχή Λειτουργίας

Η μέθοδος των διεισδυτικών υγρών εφαρμόζεται στην επιφάνεια εξαρτημάτων τα οποία έχουν αρχικά επιμελώς καθαριστεί. Το υγρό απλώνεται στην επιφάνεια του δοκιμίου με σκοπό την εξωτερίκευση της ρωγμής με τη βοήθεια του τριχοειδούς φαινομένου. Αυτό επιτυγχάνεται αφού απλωθεί σε μορφή σκόνης ένας εμφανιστής για να βγάλει στην επιφάνεια το υγρό που είχε εισχωρήσει στη ρωγμή και να την καταστήσει έτσι ορατή .



Εφαρμογή

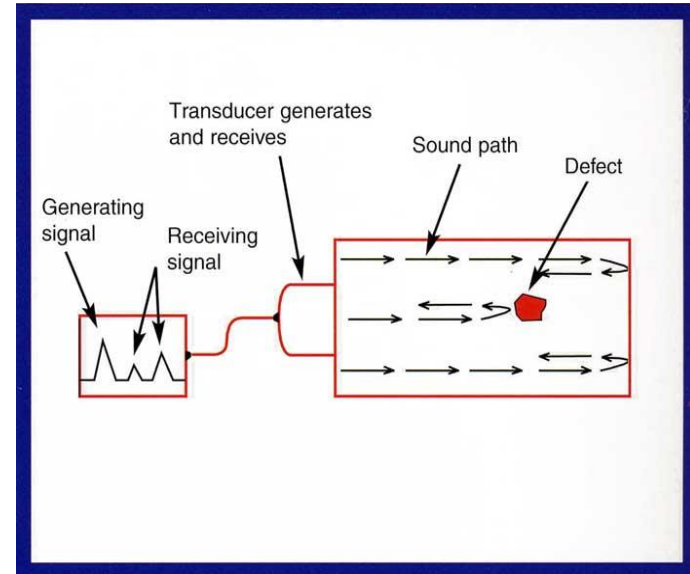
Χρησιμοποιείται με επιτυχία για έλεγχο μεγάλων επιφανειών, στα περισσότερα μη πορώδη υλικά. Εντοπίζονται ρωγμές, πορώδεις περιοχές ή άλλες ατέλειες οι οποίες διακόπτουν την συνέχεια της δομής των υλικών και των οποίων το μέγεθος είναι αρκετό για να παγιδεύσει και να κατακρατήσει το διεισδυτικό υγρό.

NON DESTRUCTIVE TESTING

Ultrasonic Testing - UT

Επιστημονική Αρχή Λειτουργίας

Μηχανικά ή τασικά κύματα υψηλών συχνοτήτων στέλνονται να «ταξιδεύσουν» σ' ένα υλικό από έναν πομπό. Οι υπέρηχοι (τα κύματα) ταξιδεύουν στο υλικό και ανακλώμενα στο τέλος του δοκιμίου επιστρέφουν στον ίδιο ή άλλον πομπό (τώρα δέκτης). Η ποσότητα της ενέργειας η οποία παρελήφθη από τον δέκτη καθώς και ο χρόνος που χρειάστηκε να διανυθεί, αναλύονται για να προσδιοριστεί η ατέλεια. Ταυτόχρονα μπορούν να μετρηθούν και να προσδιοριστούν, το πάχος του υλικού και τυχόν αλλαγές στη δομή (ιδιότητες) του υλικού.



Εφαρμογή

Χρησιμοποιείται για να εντοπιστούν ασυνέχειες (ρωγμές, φυσαλίδες, πόροι) των υλικών, επιφανειακές ή εσωτερικές σε πολλά υλικά όπως μέταλλα, πλαστικά, από ξύλο κλπ. Με τη μέθοδο των υπερήχων μπορούν να προσδιοριστούν εκτός του πάχους των υλικών, και διάφορες χαρακτηριστικές τους ιδιότητες που σχετίζονται με την ταχύτητα και την εξασθένιση των κυμάτων στα υλικά αυτό.

NON DESTRUCTIVE TESTING

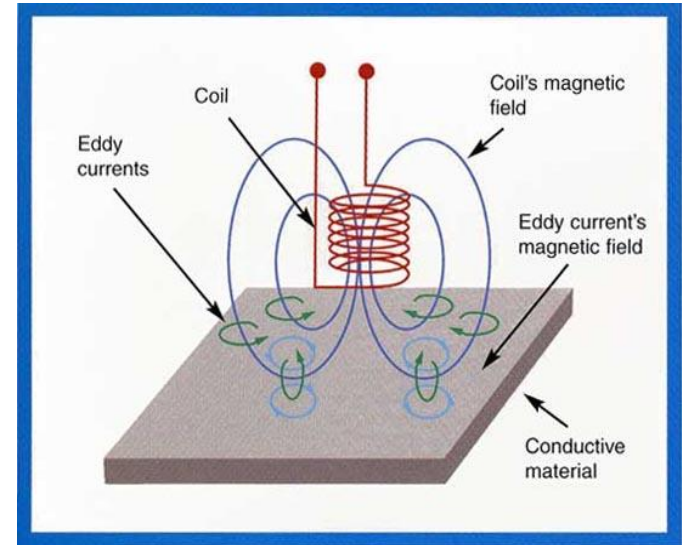
Eddy Current Testing - ET

Επιστημονική Αρχή Λειτουργίας

Σε ένα πηνίο παρέχεται εναλλασσόμενο ρεύμα. Αποτέλεσμα αυτού είναι η δημιουργία μαγνητικού πεδίου. Όταν το πηνίο πλησιάσει την επιφάνεια ενός ηλεκτρικά αγώγιμου υλικού, τότε η μεταβολή του μαγνητικού πεδίου επάγει ρεύματα στο υλικό. Τα ρεύματα αυτά κινούμενα σε κλειστούς βρόγχους ονομάζονται επαγωγικά ρεύματα ή δινορεύματα. Τα δινορεύματα δημιουργούν τα δικά τους μαγνητικά πεδία τα οποία τείνουν να αναιρέσουν τα αρχικώς σχηματισθέντα. Αναλύοντας τα δινορεύματα μπορούν να μετρηθούν χαρακτηριστικά των υλικών όπως η ηλεκτρική αγωγιμότητα, η μαγνητική διαπερατότητα, και διαστασιακά χαρακτηριστικά.

Εφαρμογή

Χρησιμοποιείται για να εντοπιστούν ασυνέχειες, επιφανειακές ή κοντά στην επιφάνεια με προϋπόθεση το προς εξέταση υλικό να είναι ηλεκτρικά αγώγιμο όπως τα μέταλλα. Ακόμη μπορεί να μετρήσει πάχη σε πολύ λεπτά ελάσματα καθώς και επικαλύψεις αγώγιμες και μη όπως τη βαφή.



NON DESTRUCTIVE TESTING

Neutron Radiographic Testing- NRT

Επιστημονική Αρχή Λειτουργίας

Μέθοδος ίδιας αρχής με αυτήν των ραδιογραφιών με x & γ . Δέσμη θερμικών νετρονίων προσβάλλει αντικείμενο και σε μαγνητικό φωτοευαίσθητο φιλμ αποτυπώνεται η εσωτερική εικόνα του υλικού. Τα νετρόνια παράγονται κατά την σχάση ασταθή ατομικού πυρήνα με ταυτόχρονη παραγωγή ενέργειας σε μορφή γ ακτινοβολίας.
252-Cf, [Ir-192](#), [Co-60](#), or in rarer cases [Cs-137](#)

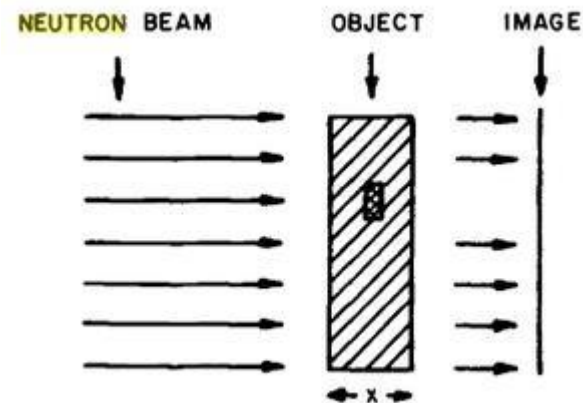


FIG. 1—The principle of neutron radiography.

Εφαρμογή

Χρησιμοποιείται για να εντοπιστούν ασυνέχειες, οι οποίες δεν εντοπίζονται από τις x & γ ακτινοβολίες. Λόγω μεγάλου κόστους εφαρμογής έχει μικρή εφαρμογή στη βιομηχανία. Έχει όμως ιδιαίτερες δυνατότητες, «μοναδικές» γι' αυτό και έχει ιδιικές εφαρμογές σε κατασκευές πολύ μεγάλου κόστους, πχ. Πύραυλοι, έλεγχο πυρινικών αντιδραστήρων, σχεδιασμός μηχανολογικών κατασκευών (βλέπε φωτο,)

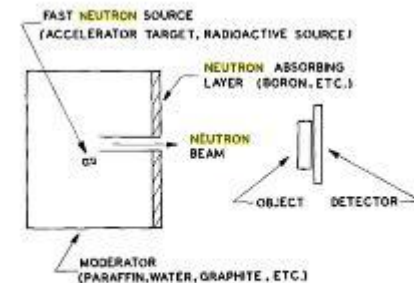


FIG. 1—Typical arrangement for thermal neutron radiography using an accelerator or radioactive neutron source. The detector is usually located directly behind the object.

NON DESTRUCTIVE TESTING

Acoustic Emission - AE

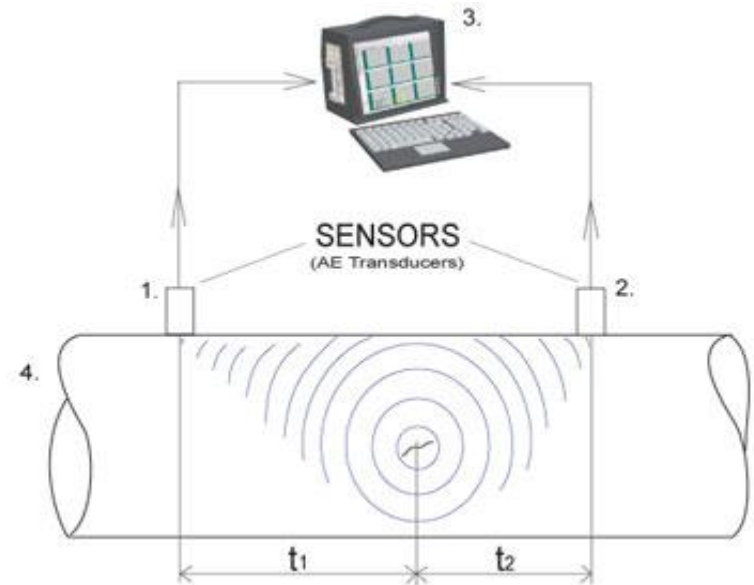
Επιστημονική Αρχή Λειτουργίας

Σε ένα δοκίμιο τοποθετούνται πιεζοηλεκτρικοί αισθητήρες συνδεδεμένοι με ένα σύστημα καταγραφής. Ελαστικά κύματα παραγόμενα από ρωγή λαμβάνονται από τους δέκτες και αναλύονται με Η/Υ αφού είναι προκαθορισμένη η θέση των αισθητήρων και η ταχύτητα των υπερήχων στο υπό έλεγχο δοκίμιο. Προϋπόθεση εφαρμογής της μεθόδου το δοκίμιο να βρίσκεται σε συνθήκες φόρτισης.

Εφαρμογή

Χρησιμοποιείται για να εντοπιστούν ρωγμές, στα μέταλλα.

- Διυλιστήρια και χημική βιομηχανία
- Πυρηνικούς αντιδραστήρες παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
- Σιδηροδρόμους
- Αεροπορική βιομηχανία
- Κατασκευές γεφυρών
- Κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα



NON DESTRUCTIVE TESTING

Γενικά

Καμιά NDT method δεν μπορεί να καλύψει όλες τις περιπτώσεις εντοπισμού ασυνεχειών στα υλικά. Κάθε μέθοδος έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Για τη σύγκρισή τους χρησιμοποιούμε κριτήρια όπως:

- Αξιοπιστία αποτελεσμάτων
- Κόστος εφαρμογής
- Ταχύτητα αποτελεσμάτων
- Πεδίο εφαρμογής
- Ευκολία εφαρμογής

Για την αποδοχή των αποτελεσμάτων ελέγχου στις συνεργασίες εταιρειών καθιερώθηκε διεθνώς ενιαία εκπαίδευση των μηχανικών που εφαρμόζει NDT μεθόδους. Η εκπαίδευση και πιστοποίηση του προσωπικού γίνεται σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 473 (Καταλληλότητα και πιστοποίηση προσωπικού μη καταστροφικών ελέγχων (Μ.Κ.Ε.) - Γενικές αρχές)

Η εκπαίδευση αφορά:

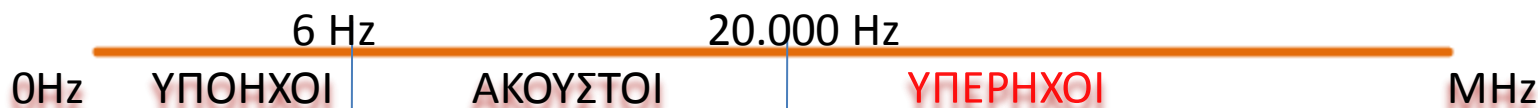
- | | |
|-----------|--|
| Level I | χειριστής συσκευής |
| Level II | αξιολογητής αποτελεσμάτων |
| Level III | εκπαιδευτής (χειριστών, αξιολογητών) και γνώστης NDT methods |

Η εκπαίδευση περιλαμβάνει,

Θεωρία, πράξη, εξετάσεις (γραφτές και ασκήσεις με δοκίμια), πιστοποιητικό υπογεγραμμένο από Level III

NON DESTRUCTIVE TESTING

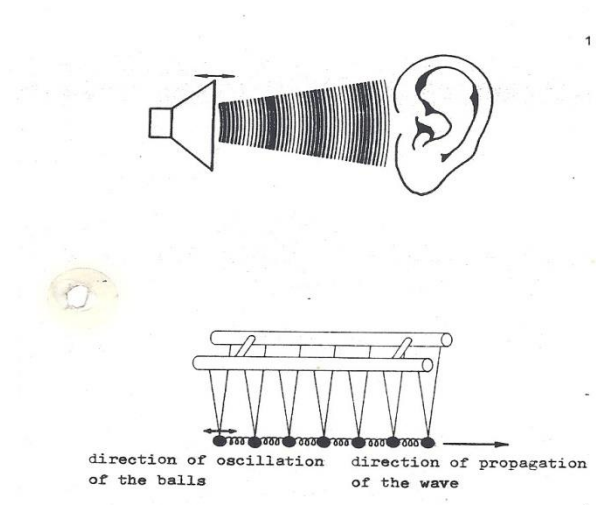
ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ



Ελαστικά ή τασικά κύματα, που μεταδίδονται στον αέρα καταφέρνουν να διεγείρουν το αισθητήριο της ακοή ονομάζονται

ήχοι

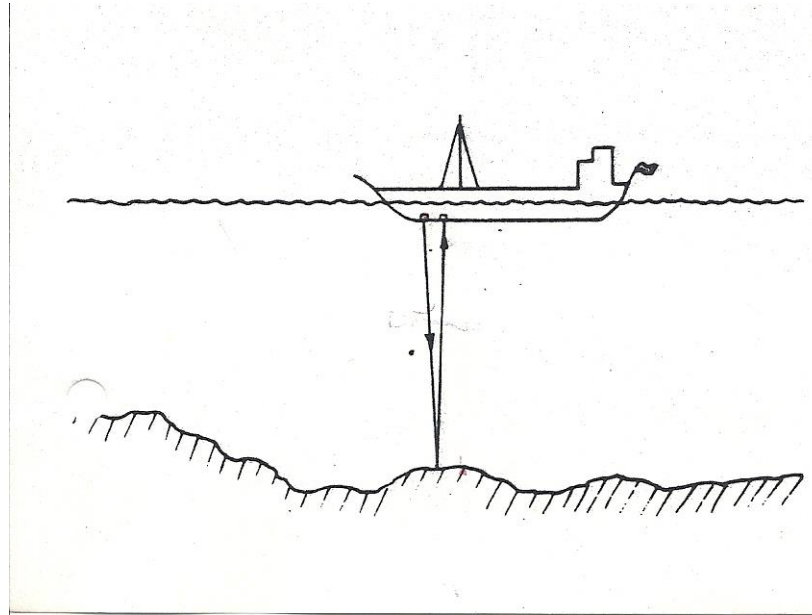
Υπέρηχοι ονομάζονται οι ήχοι με συχνότητα μεγαλύτερη των 20000 Hz



Μηχανικά ή ελαστικά ή τασικά κύματα, δηλαδή ήχο
Ονομάζουμε την μέσω ύλης μεταφορά της ενέργειας.

NON DESTRUCTIVE TESTING

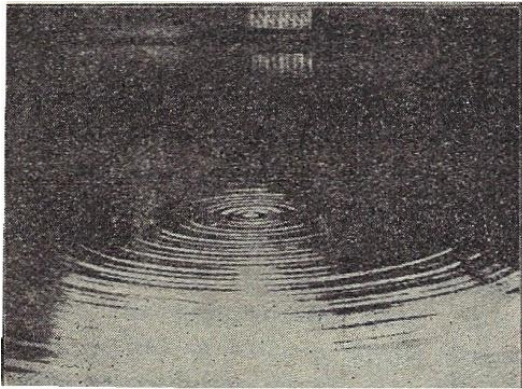
ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ



Η πρώτη εφαρμογή της μεθόδου, το **Sonar**
Αφορμή έδωσε η βύθιση του Τιτανικού.

NON DESTRUCTIVE TESTING

ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ



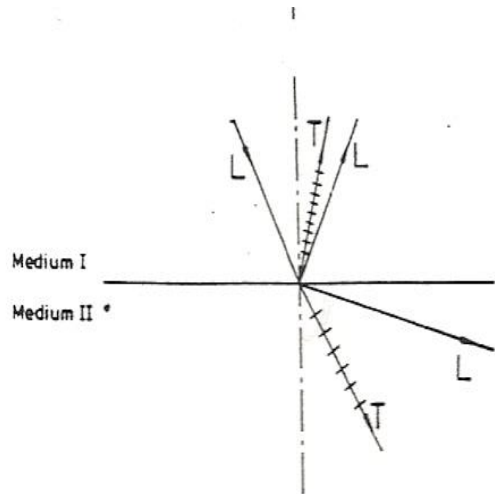
ΜΕΣΟ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (° C)	ΤΑΧΥΤΗΤΑ (m/sec)
Αέρας	0	331,3
Υδρογόνο	0	1286
Οξυγόνο	0	317,2
Νερό	15	1450
Μόλυβδος	20	1230
Αργίλιο	20	5100
Χαλκός	20	3560
Σίδηρος	20	5130
Γρανίτης	-	6000
Καουτσούκ	-	54

(στοιχεία από «Φυσική Hallicay-Resnick»)

NON DESTRUCTIVE TESTING

ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ

Φαινόμενα που παρατηρούνται κατά την διάδοση των υπερήχων



$$Z = \rho c$$

Z: impedance

ρ : density

c: sound velocity

The relation R of the reflected to the incident sound pressure is calculated by the formula

$$R = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1}$$

R is also called reflection factor. The relation D of transmitted sound pressure to incident sound pressure is calculated by the formula

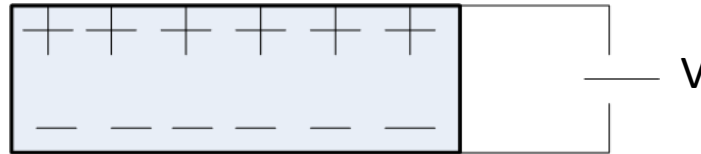
$$D = \frac{2 Z_2}{Z_2 + Z_1}$$

D means transmission factor. The example of the interface steel/water produces the following values:

NON DESTRUCTIVE TESTING

ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ

Παραγωγή και λήψη των υπερήχων



Piezoelectric phenomenon:

Εάν εξασκηθεί μηχανικά πίεση σε πιεζοηλεκτρικό κρύσταλλο, τότε στα άκρα του εμφανίζεται τάση (λήψη υπερήχων)

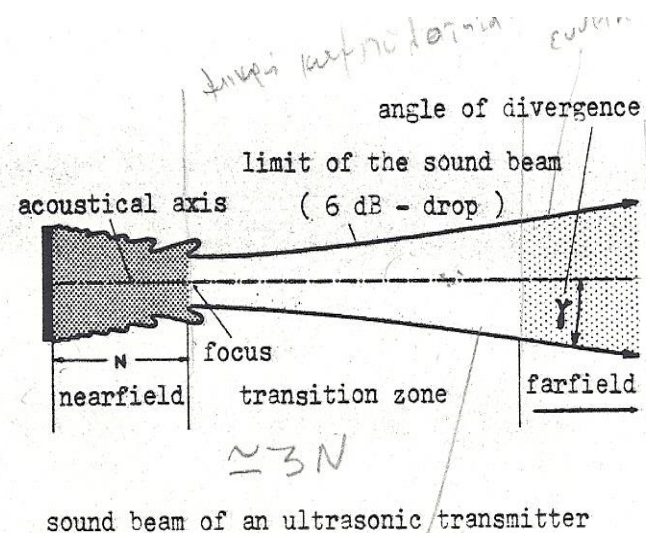
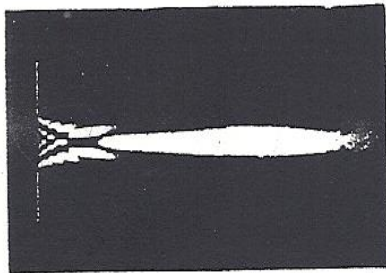
Αντίστροφο φαινόμενο:

Εάν εφαρμοστεί τάση στα άκρα ενός πιεζοηλεκτρικού κρυστάλλου, τότε αυτός ταλαντώνεται (εκπομπή υπερήχων)

*Οι πιο πολύ χρησιμοποιημένοι κρύσταλλοι είναι:
ο χαλαζίας και το τιτανικό θάριο*

NON DESTRUCTIVE TESTING

ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ



Η μετάδοση των κυμάτων γίνεται αρχικά υπό μορφή κώνου που συγκλίνει, ενώ στη συνέχεια υπό μορφή κώνου που αποκλίνει.

Σημείωση:

Το πρώτο μισό της περιοχής nearfield χαρακτηρίζεται σαν **dead zone**

NON DESTRUCTIVE TESTING

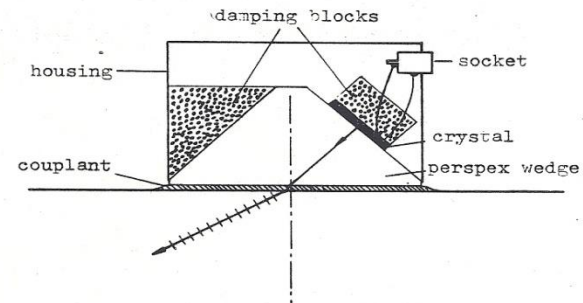
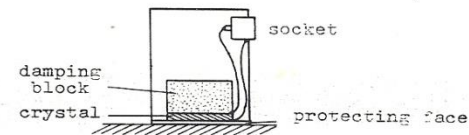
ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ

ΚΕΦΑΛΕΣ ΗΧΟΣΚΟΠΗΣΗΣ

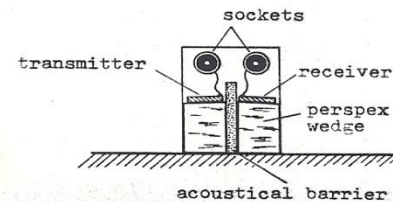
Κεφαλή καθέτου εκπομπής

Κεφαλή γωνιακής εκπομπής

Διπλή κεφαλή ή κεφαλή TR



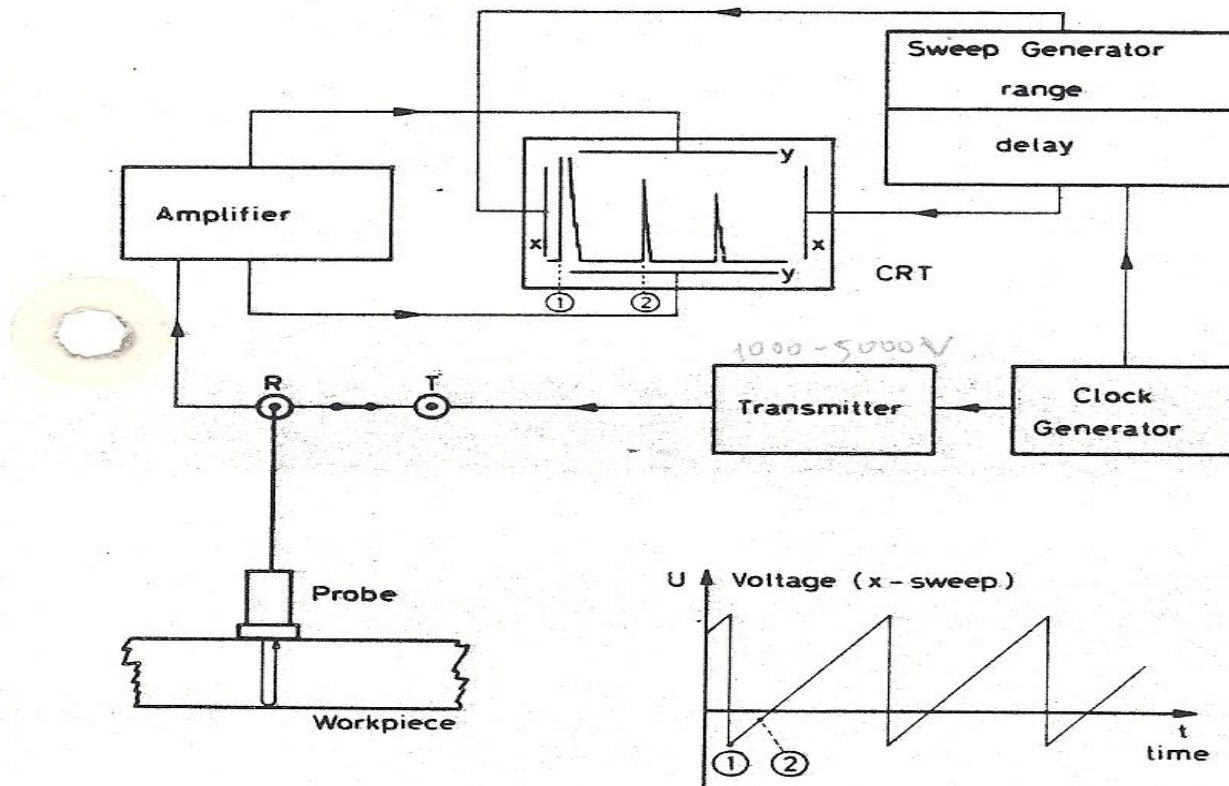
3.



NON DESTRUCTIVE TESTING

ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ

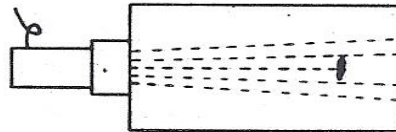
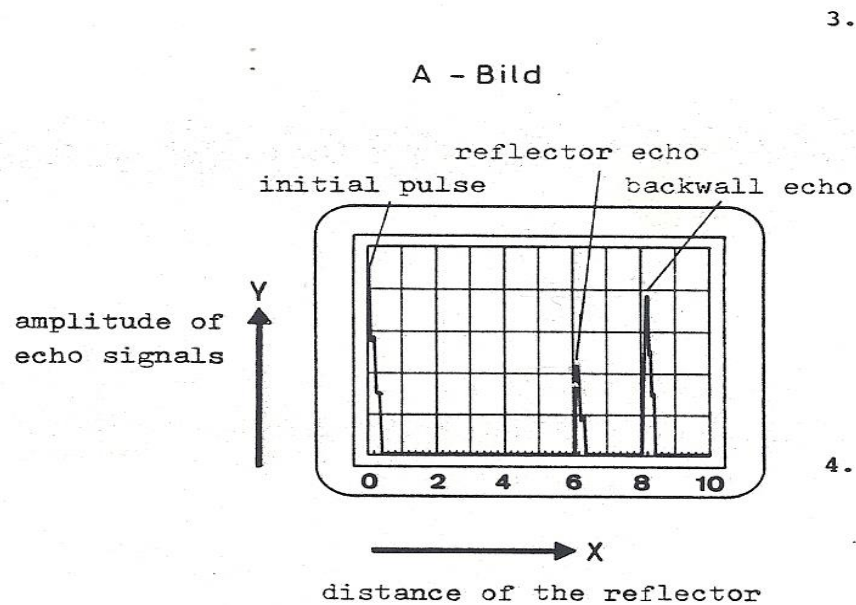
Ηλεκτρικό κύκλωμα λειτουργίας της μεθόδου των υπερήχων



NON DESTRUCTIVE TESTING

ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ

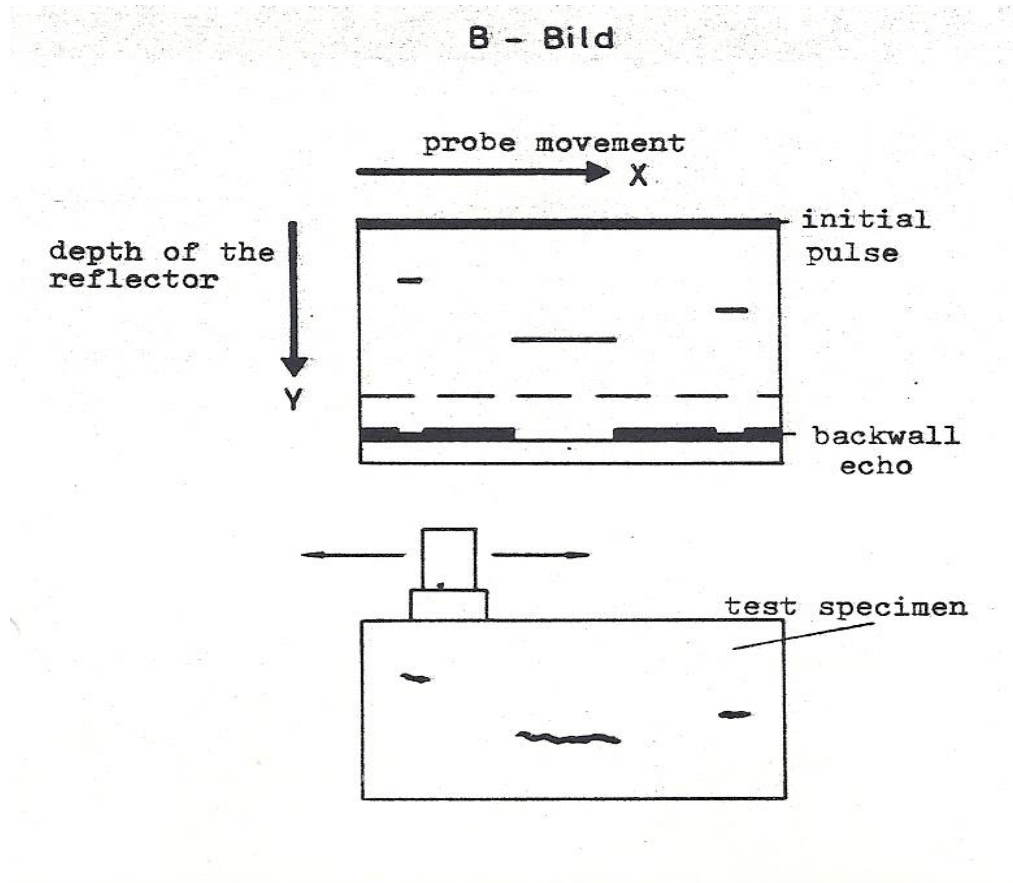
Εφαρμογή της μεθόδου των υπερήχων και τρόπος παρουσίασης των αποτελεσμάτων - A Scan



NON DESTRUCTIVE TESTING

ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ

Εφαρμογή της μεθόδου των υπερήχων και τρόπος παρουσίασης των αποτελεσμάτων - B Scan



NON DESTRUCTIVE TESTING

ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ

Εφαρμογή της μεθόδου των υπερήχων και τρόπος παρουσίασης των αποτελεσμάτων - C Scan

