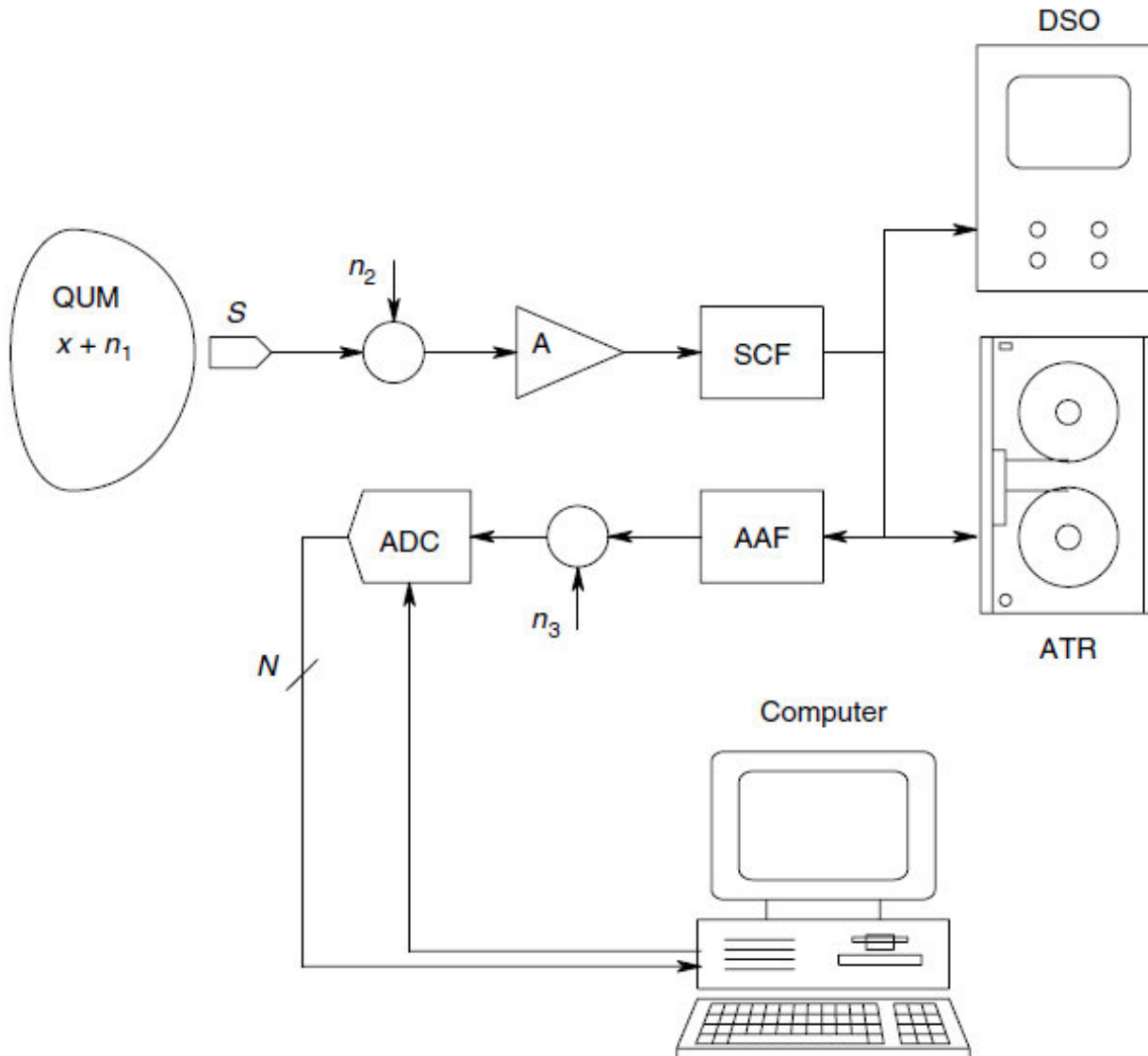


Μηχανολογικές Μετρήσεις - Εργασία

Σχεδιασμός και Κατασκευή Μετρητικής Διάταξης

Δημήτρης Κατσαρέας

μια τυπική μετρητική διάταξη



QUM = quantity under measurement.

S = sensor,

A = amplifier,

SCF = signal conditioning filter,

DSO = digital storage oscilloscope,

ATR = analog tape recorder,

AAF = anti-aliasing (lowpass) filter,

n_1 = noise accompanying the QUM,

n_2 = noise from electronics,

n_3 = equivalent quantization noise,

ADC = analog to digital converter,

DC = digital computer,

MON = monitor,

KBD = keyboard.

ΥΠΟΨΗΦΙΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Θέμα 1 – ηχώμετρο

Θέμα 2 – εξ αποστάσεως θερμόμετρο (χωρίς επαφή)

Θέμα 3 – επιταχυνσιόμετρο

Θέμα 4 – ραντάρ

Θέμα 5 – ανεμόμετρο

Θέμα 6 – ταχύμετρο (αέρα)

Θέμα 7 – μετρητής ηλιακής σταθεράς

Θέμα 8 - σεισμόμετρο

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Αντικείμενο της εργασίας είναι ο σχεδιασμός και η κατασκευή ενός σειсмоγράφου για εκπαιδευτική χρήση.

Με τον όρο εκπαιδευτική χρήση εννοούμε ότι θα πρέπει να πληρούνται οι παρακάτω προϋποθέσεις:

- ευκολία κατασκευής και συναρμολόγησης
- χαμηλό κόστος από υλικά άμεσα διαθέσιμα στο εμπόριο
- ελεύθερα διαθέσιμο συνοδευτικό λογισμικό (αν χρειάζεται)
- ευκολία χρήσης από ανειδίκευτο «σεισμολόγο»
- άμεση και εύκολη μέτρηση των σεισμικών παραμέτρων (κίνηση του εδάφους)

Η κατασκευή που επιλέξαμε είναι ένα σεισμόμετρο μίας συνιστώσας (οριζόντιας) τύπου εκκρεμούς.

Η αρχική ιδέα και υλοποίηση ανήκει στην Γεωλογική Κοινότητα των ΗΠΑ (USGS).

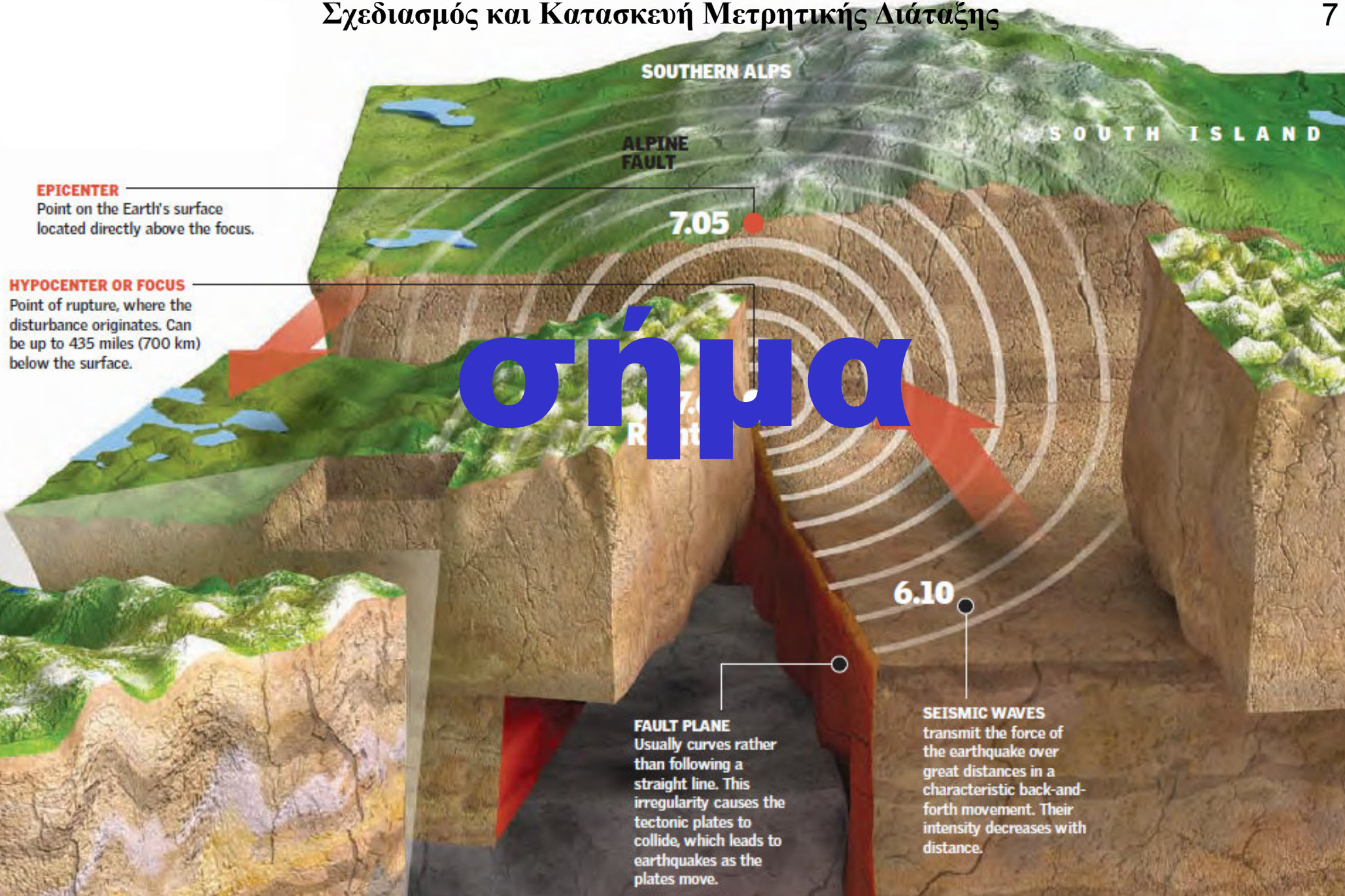
σχετικά με την εργασία

- **παραδοτέα για κάθε ομάδα: α) λειτουργική διάταξη, β) έκθεση**
- **μέρα, ώρα και τόπος κάθε διάλεξης θα ανακοινώνεται στο eclass**
- **η εργασία και η συμμετοχή στην ομάδα είναι προαιρετική**
- **οι ομάδες είναι αυτές που έχουν ανακοινωθεί για το εργαστήριο**
- **ο τρόπος βαθμολόγησης θα ανακοινωθεί**
- **θα οριστεί ημέρα παρουσίασης της εργασίας πριν τις γραπτές εξετάσεις**

έκθεση

η έκθεση συνιστάται να περιλαμβάνει:

- τίτλο
- ονόματα εκπονητών της μελέτης και της κατασκευής
- περίληψη (μέχρι 200 λέξεις)
- εισαγωγή (ιστορική αναδρομή με βιβλιογραφικές αναφορές)
- περιγραφή των επιμέρους τμημάτων της μετρητικής διάταξης, σχετική θεωρία και εξισώσεις, αιτιολόγηση σχεδιαστικών επιλογών
- πλήρη κατασκευαστικά και λειτουργικό σχέδιο της μετρητικής διάταξης
- περιγραφή της διαδικασίας πιστοποίησης της διάταξης (δοκιμές που έγιναν και αποτελέσματα αυτών, εκτιμώμενη ακρίβεια, ευαισθησία, αβεβαιότητα)
- συμπεράσματα (μέχρι 150 λέξεις)



EPICENTER
Point on the Earth's surface located directly above the focus.

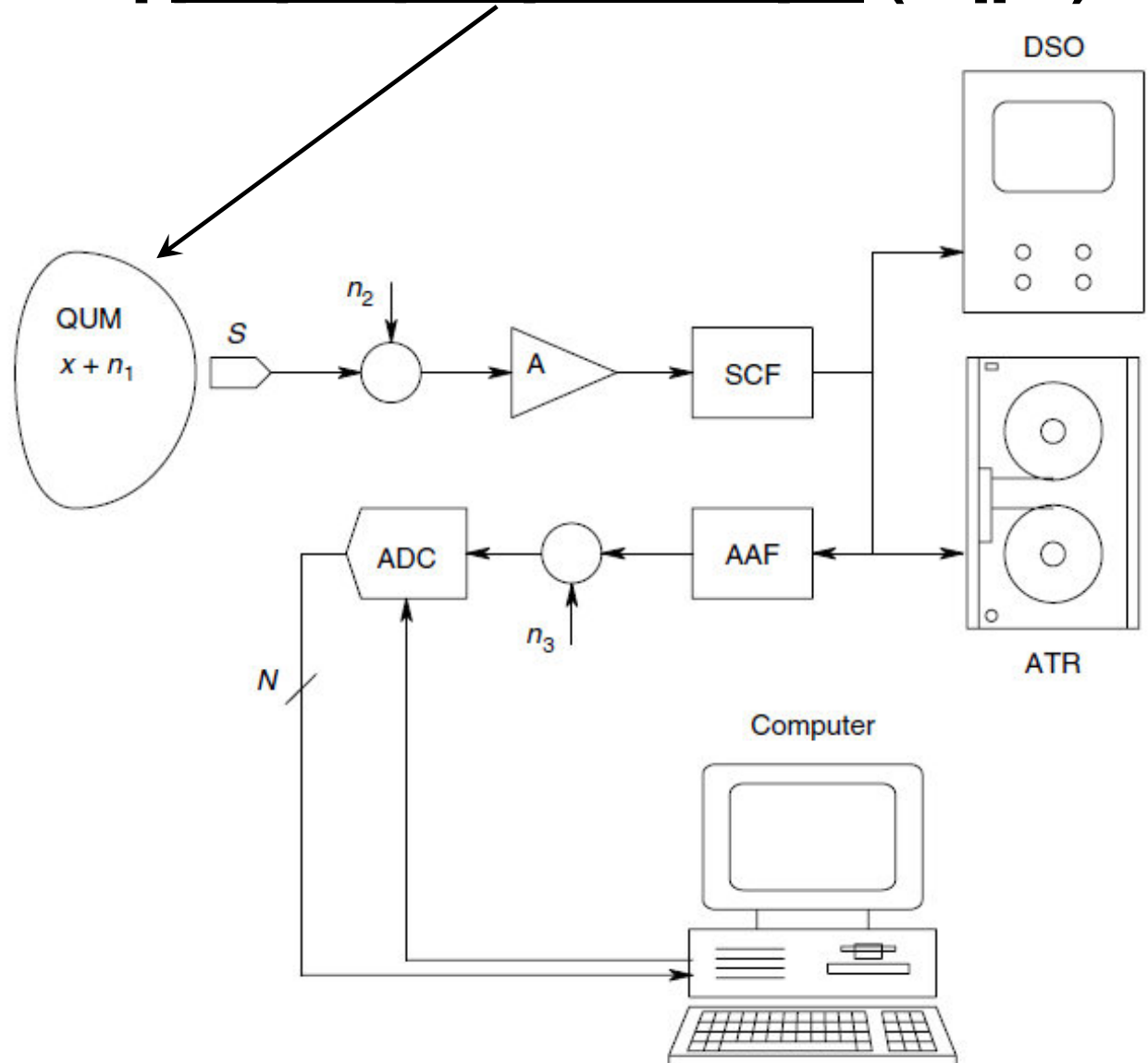
HYPOCENTER OR FOCUS
Point of rupture, where the disturbance originates. Can be up to 435 miles (700 km) below the surface.

FAULT PLANE
Usually curves rather than following a straight line. This irregularity causes the tectonic plates to collide, which leads to earthquakes as the plates move.

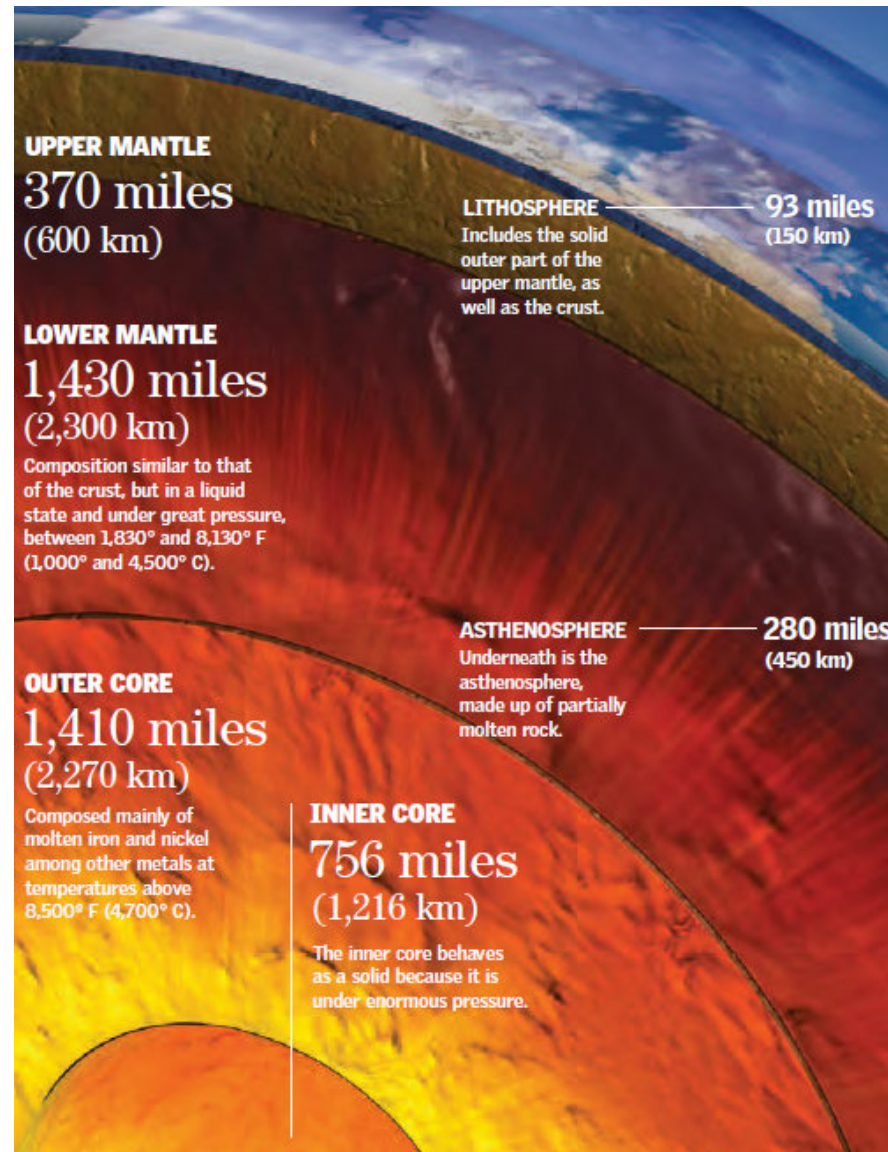
SEISMIC WAVES
transmit the force of the earthquake over great distances in a characteristic back-and-forth movement. Their intensity decreases with distance.

σχεδιασμός - ποια είναι η μετρούμενη ποσότητα (σήμα)?

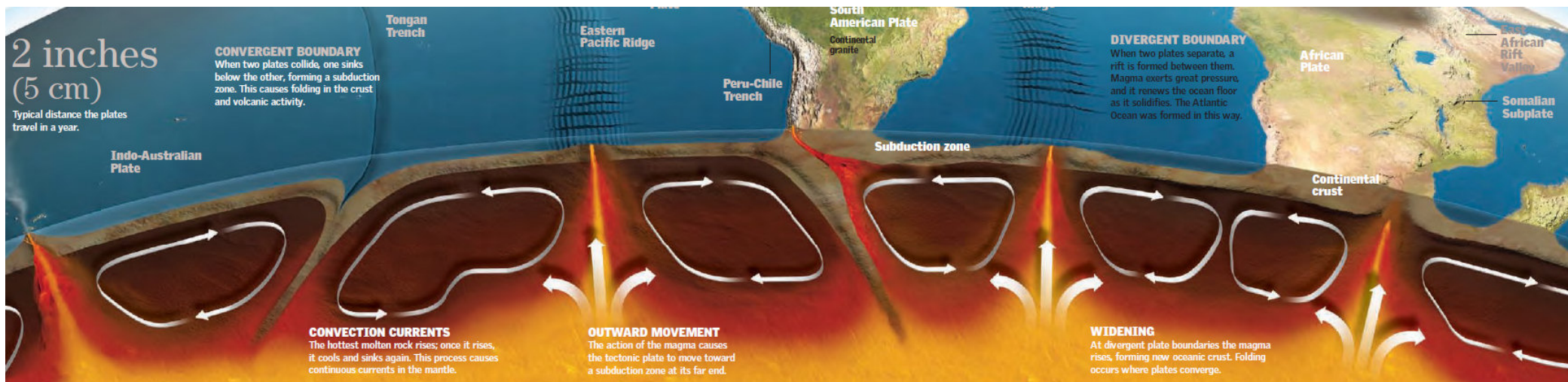
QUM = quantity under measurement.
 S = sensor,
 A = amplifier,
 SCF = signal conditioning filter,
 DSO = digital storage oscilloscope,
 ATR = analog tape recorder,
 AAF = anti-aliasing (lowpass) filter,
 n_1 = noise accompanying the QUM,
 n_2 = noise from electronics,
 n_3 = equivalent quantization noise,
 ADC = analog to digital converter,
 DC = digital computer,
 MON = monitor,
 KBD = keyboard.



σεισμική διέγερση (φλοιός)



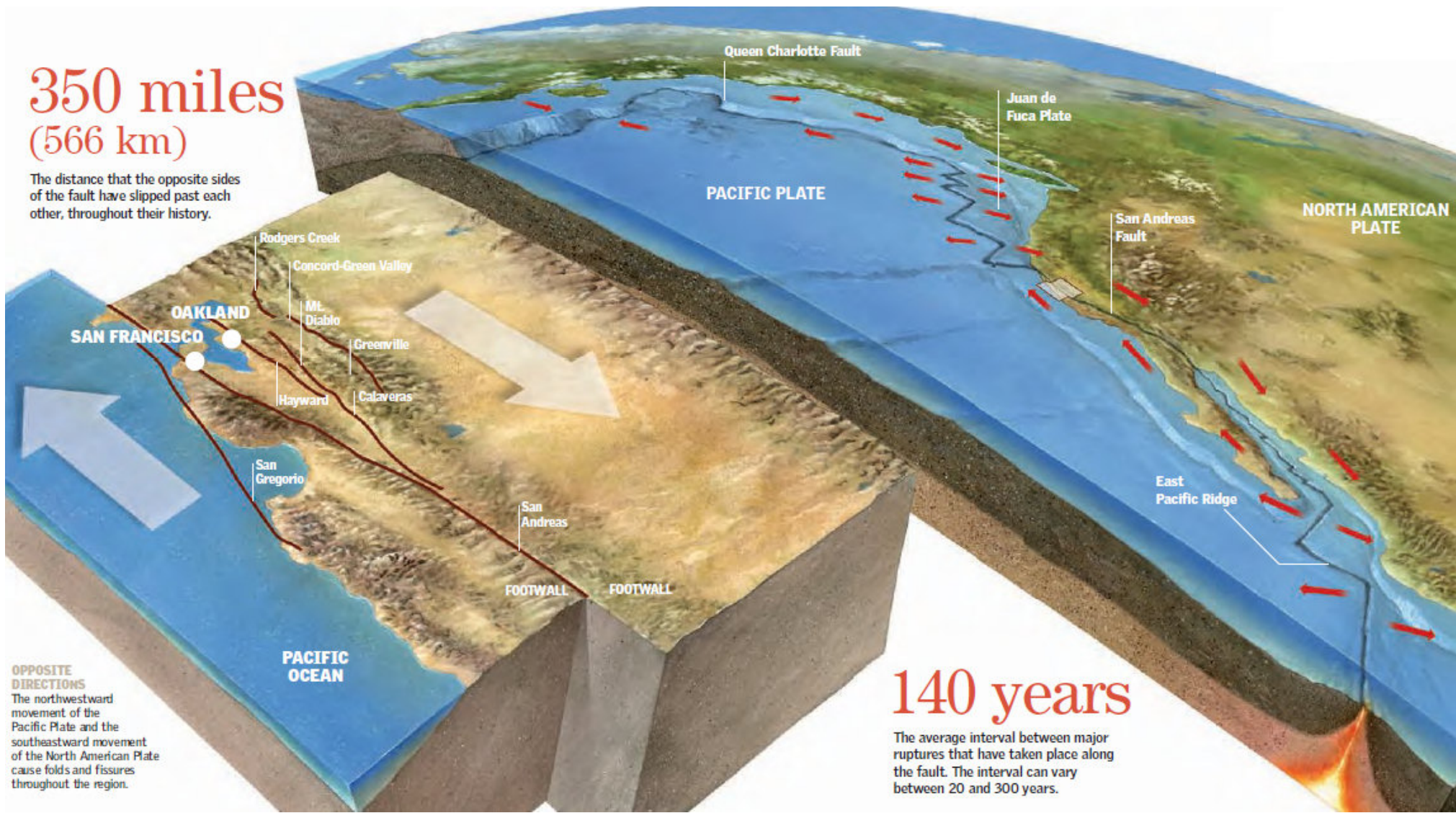
σεισμική διέγερση (λιθοσφαιρικές πλάκες)



σεισμική διέγερση (πηγή μετρούμενης ποσότητας)

350 miles
(566 km)

The distance that the opposite sides of the fault have slipped past each other, throughout their history.

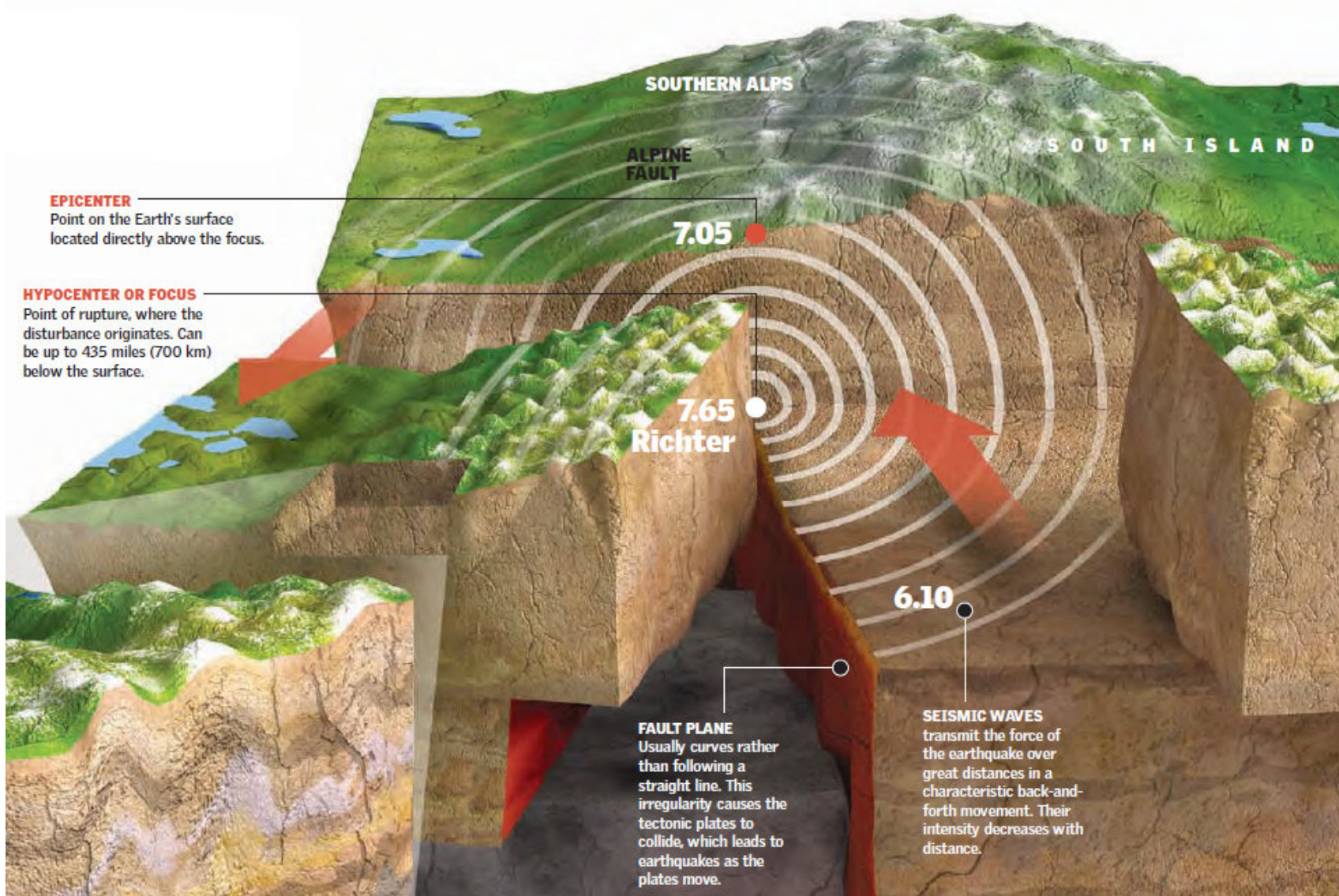


140 years

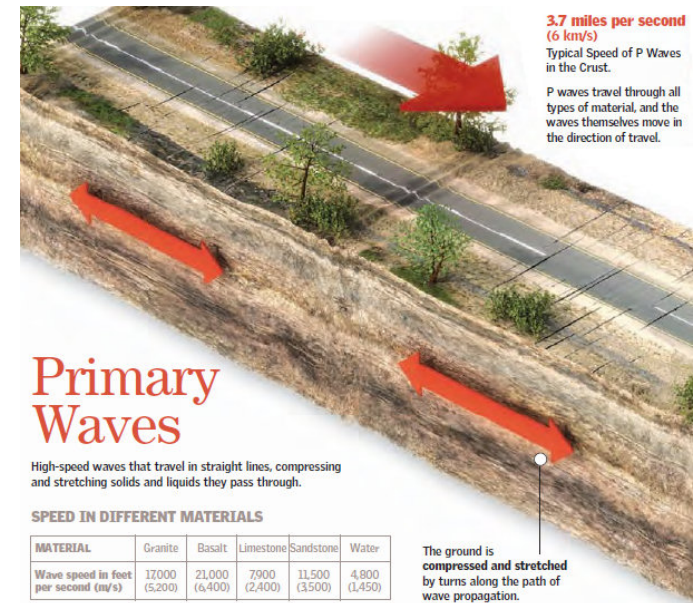
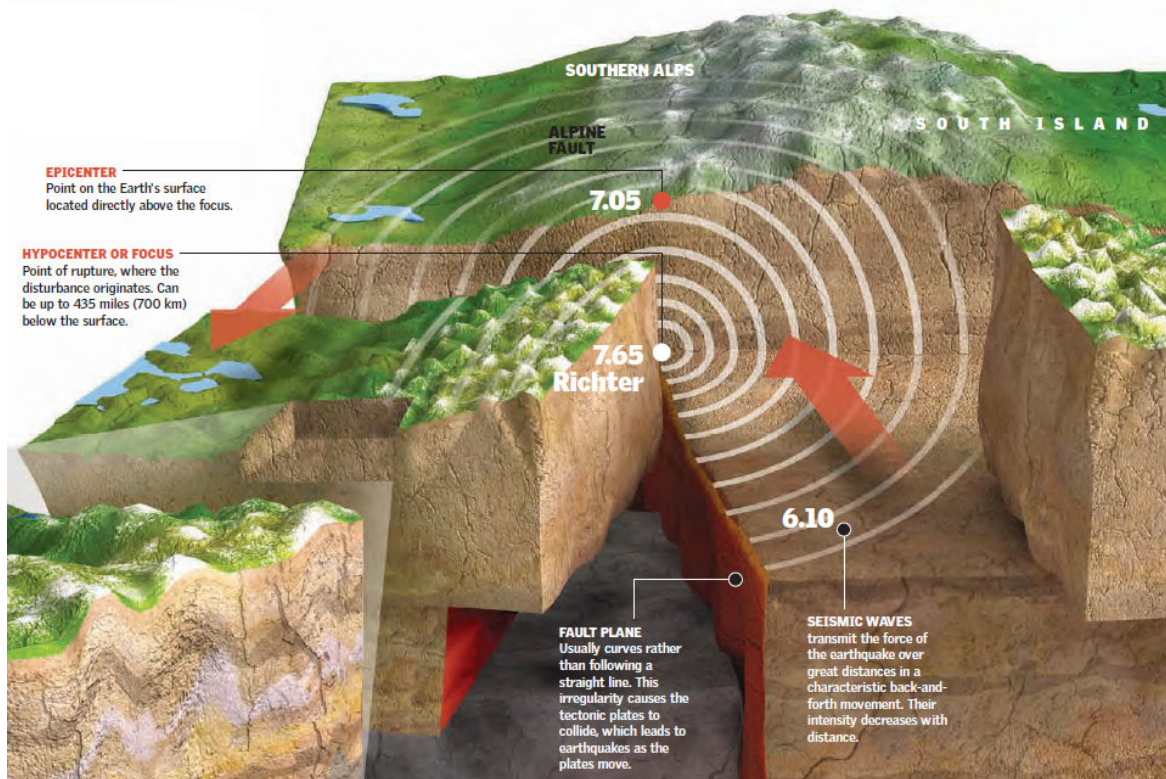
The average interval between major ruptures that have taken place along the fault. The interval can vary between 20 and 300 years.

OPPOSITE DIRECTIONS
The northwestward movement of the Pacific Plate and the southeastward movement of the North American Plate cause folds and fissures throughout the region.

μετρούμενη ποσότητα (απόκριση)



κίνηση του εδάφους



κύρια & δευτερεύοντα κύματα (P και S)

3.7 miles per second (6 km/s)
Typical Speed of P Waves in the Crust.

P waves travel through all types of material, and the waves themselves move in the direction of travel.

Primary Waves

High-speed waves that travel in straight lines, compressing and stretching solids and liquids they pass through.

SPEED IN DIFFERENT MATERIALS

MATERIAL	Granite	Basalt	Limestone	Sandstone	Water
Wave speed in feet per second (m/s)	17000 (5,200)	21,000 (6,400)	7900 (2,400)	11,500 (3,500)	4,800 (1,450)

The ground is compressed and stretched by turns along the path of wave propagation.

2.2 miles per second (3.6 km/s)
S waves are 1.7 times as slow as P waves.

They travel only through solids. They cause splitting motions that do not affect liquids. Their direction of travel is perpendicular to the direction of travel.

Secondary Waves

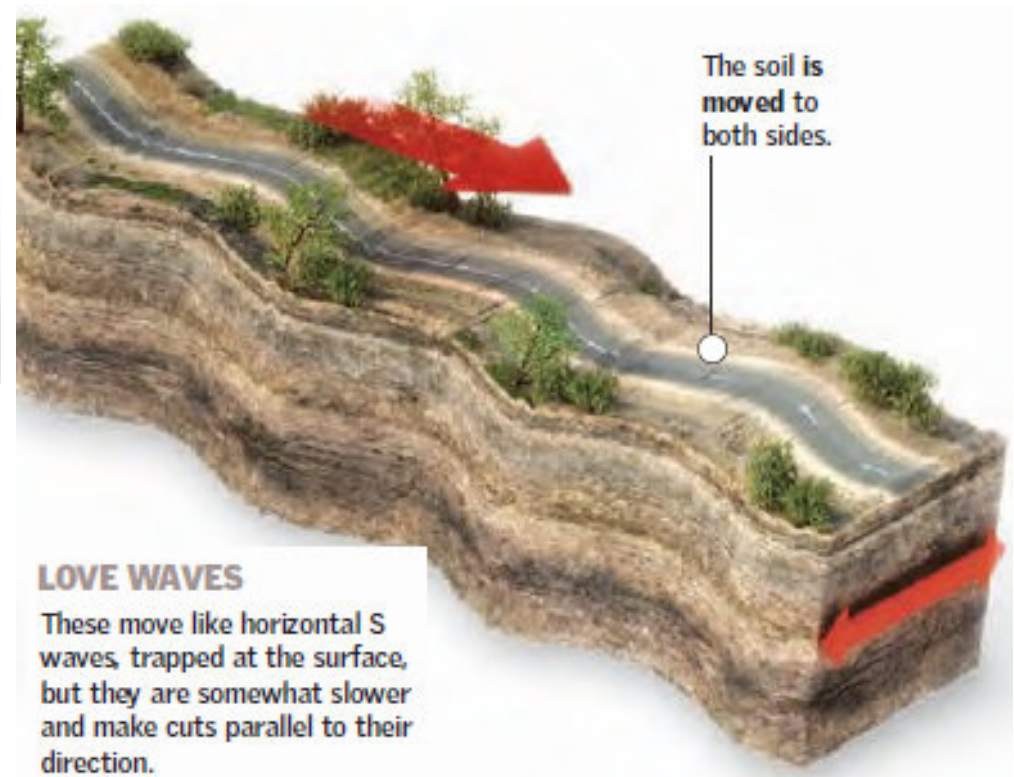
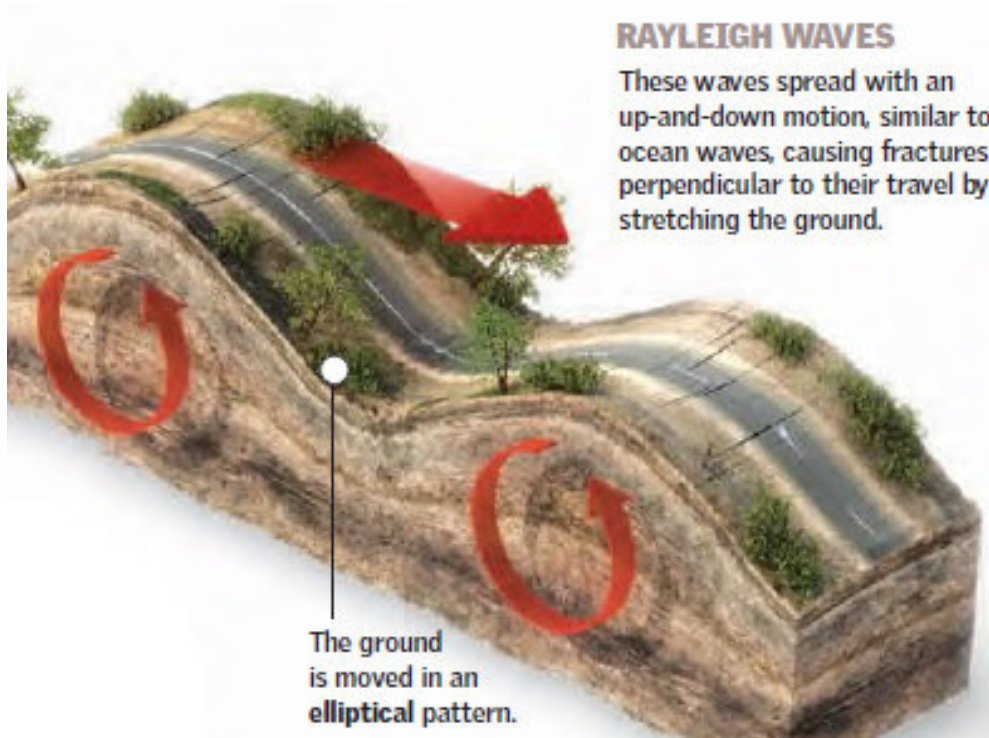
Body waves that shake the rock up and down and side to side as they move.

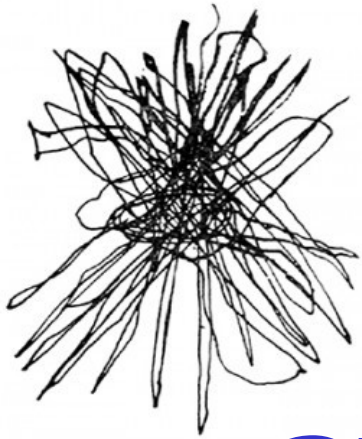
SPEED IN DIFFERENT MATERIALS

MATERIAL	Granite	Basalt	Limestone	Sandstone
Wave speed in feet per second (m/s)	9,800 (3,000)	1,500 (3,200)	4,430 (1,350)	7,050 (2,150)

The soil is moved to both sides, perpendicular to the wave's path of motion.

Επιφανειακά κύματα (Rayleigh και Love)





5.15 .A.M
April 18, '06.
Veterans Home, Cal
Napa Co.

αισθητήρας



σχεδιασμός - τι μορφή έχει ο αισθητήρας?

QUM = quantity under measurement.

S = sensor,

A = amplifier,

SCF = signal conditioning filter,

DSO = digital storage oscilloscope,

ATR = analog tape recorder,

AAF = anti-aliasing (lowpass) filter,

n_1 = noise accompanying the QUM,

n_2 = noise from electronics,

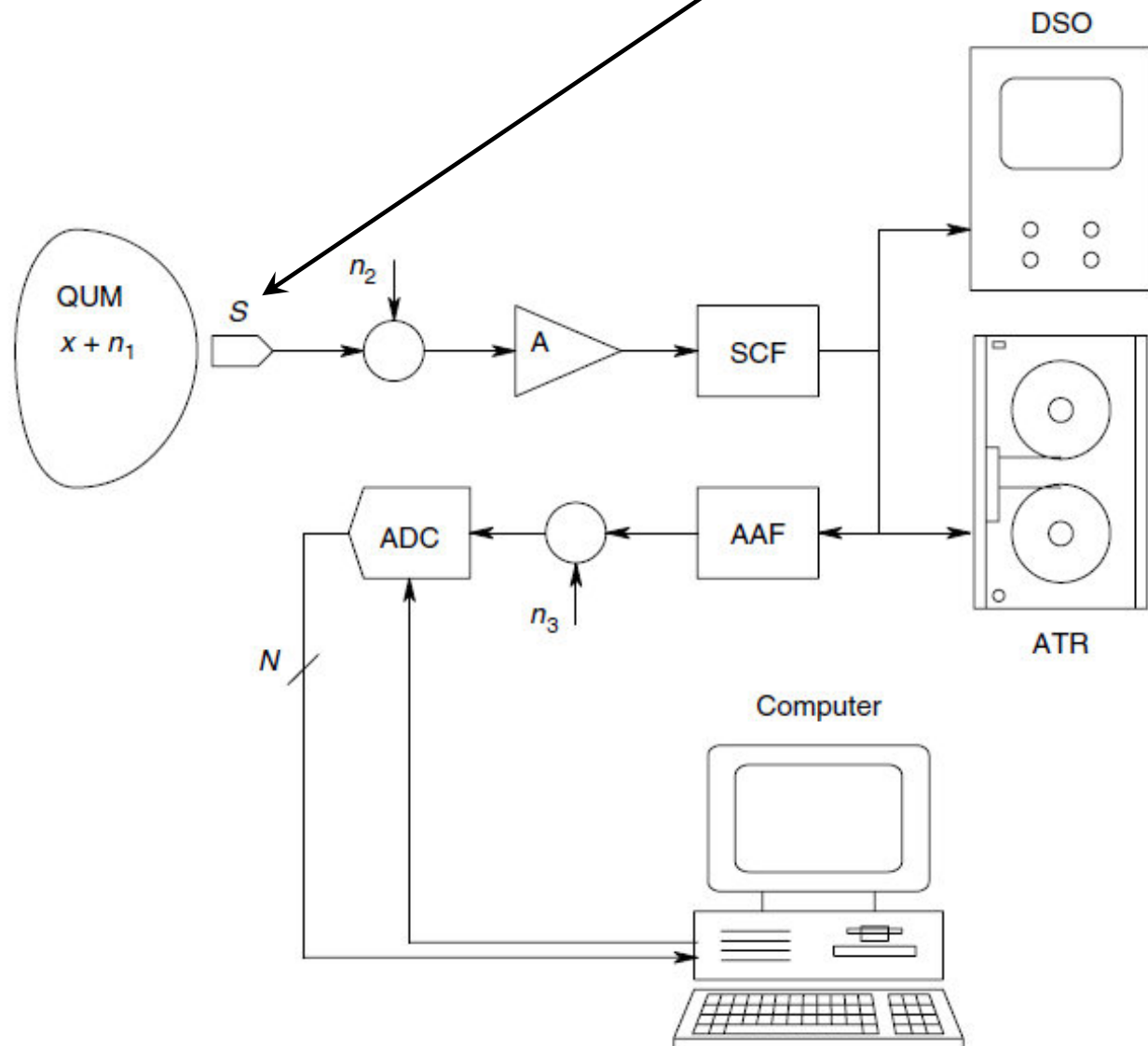
n_3 = equivalent quantization noise,

ADC = analog to digital converter,

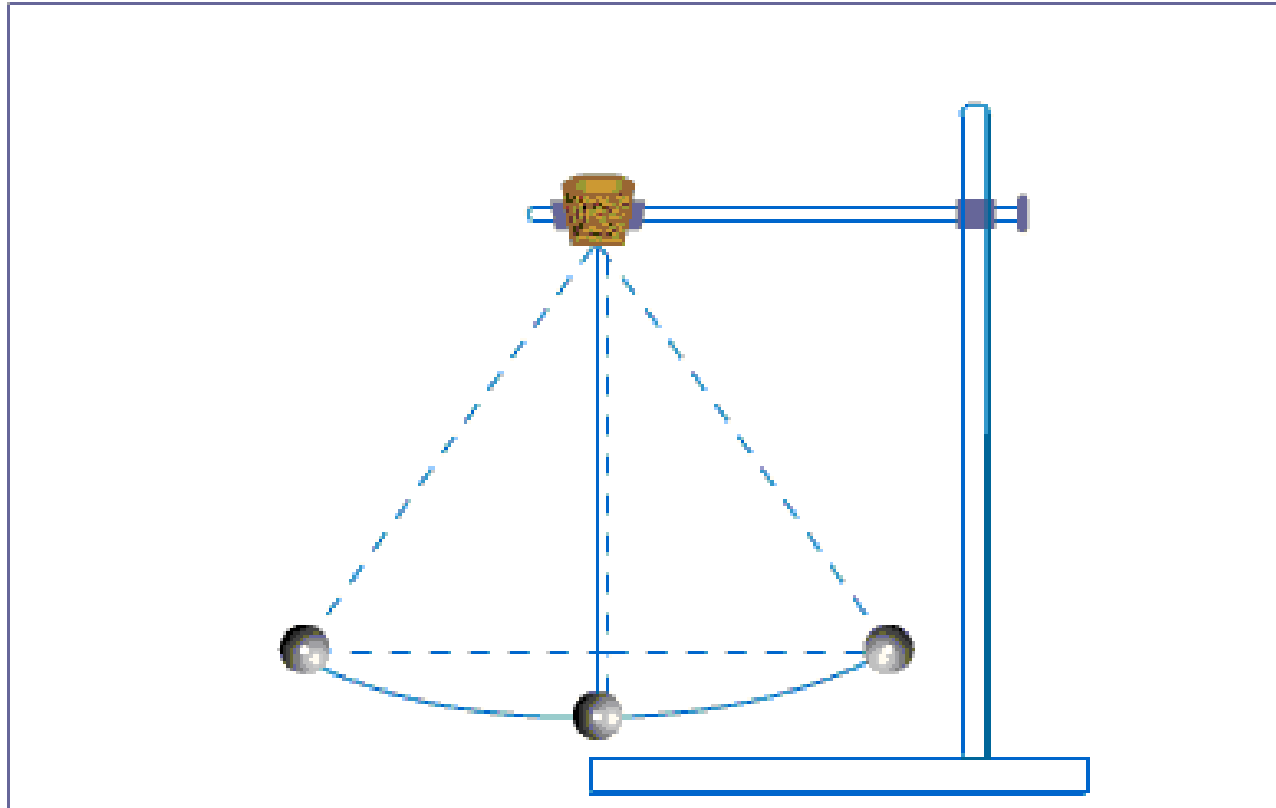
DC = digital computer,

MON = monitor,

KBD = keyboard.



αισθητήρας οριζόντιας μετατόπισης



αδρανειακός αισθητήρας (απλό εκκρεμές)

αισθητήρας

αδρανειακός (επιτάχυνση βαρύτητας g)

εκκρεμές του Foucault (μήκος L)

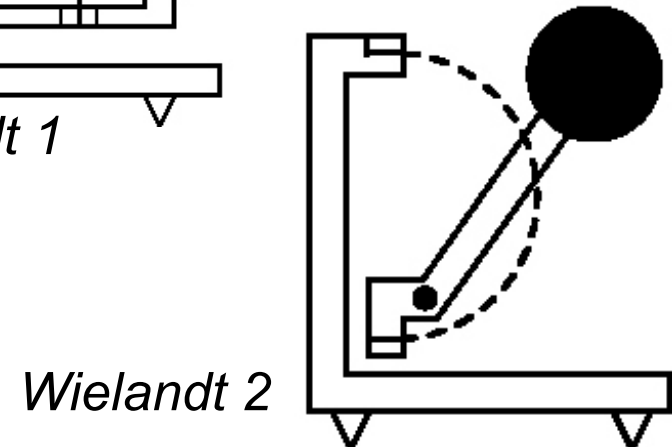
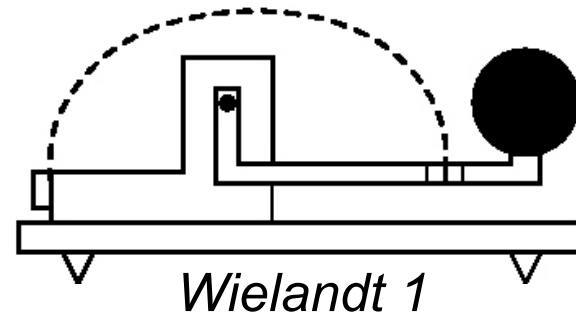
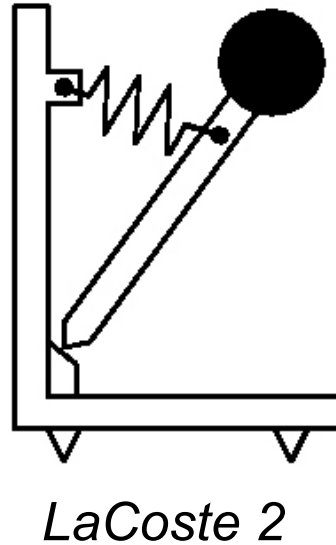
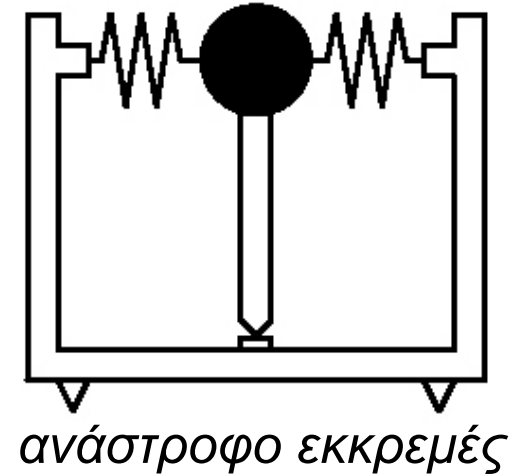
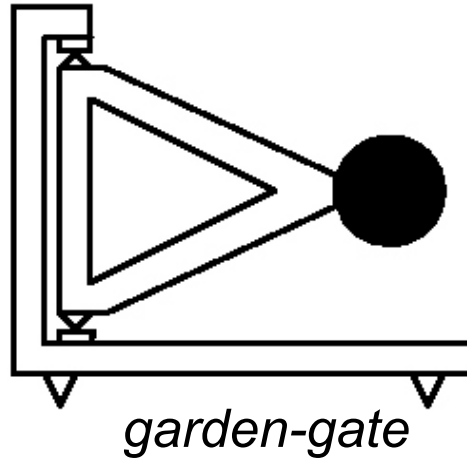
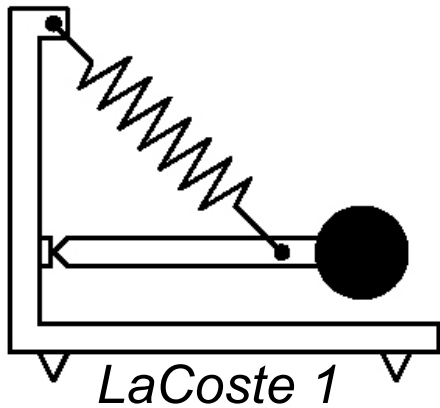
φυσική συχνότητα $(\omega_0 2\pi)^2 = g / L$

Πίνακας 2.1 Χαρακτηριστικές συχνότητες που παράγονται από τις διαφορετικές σεισμικές πηγές

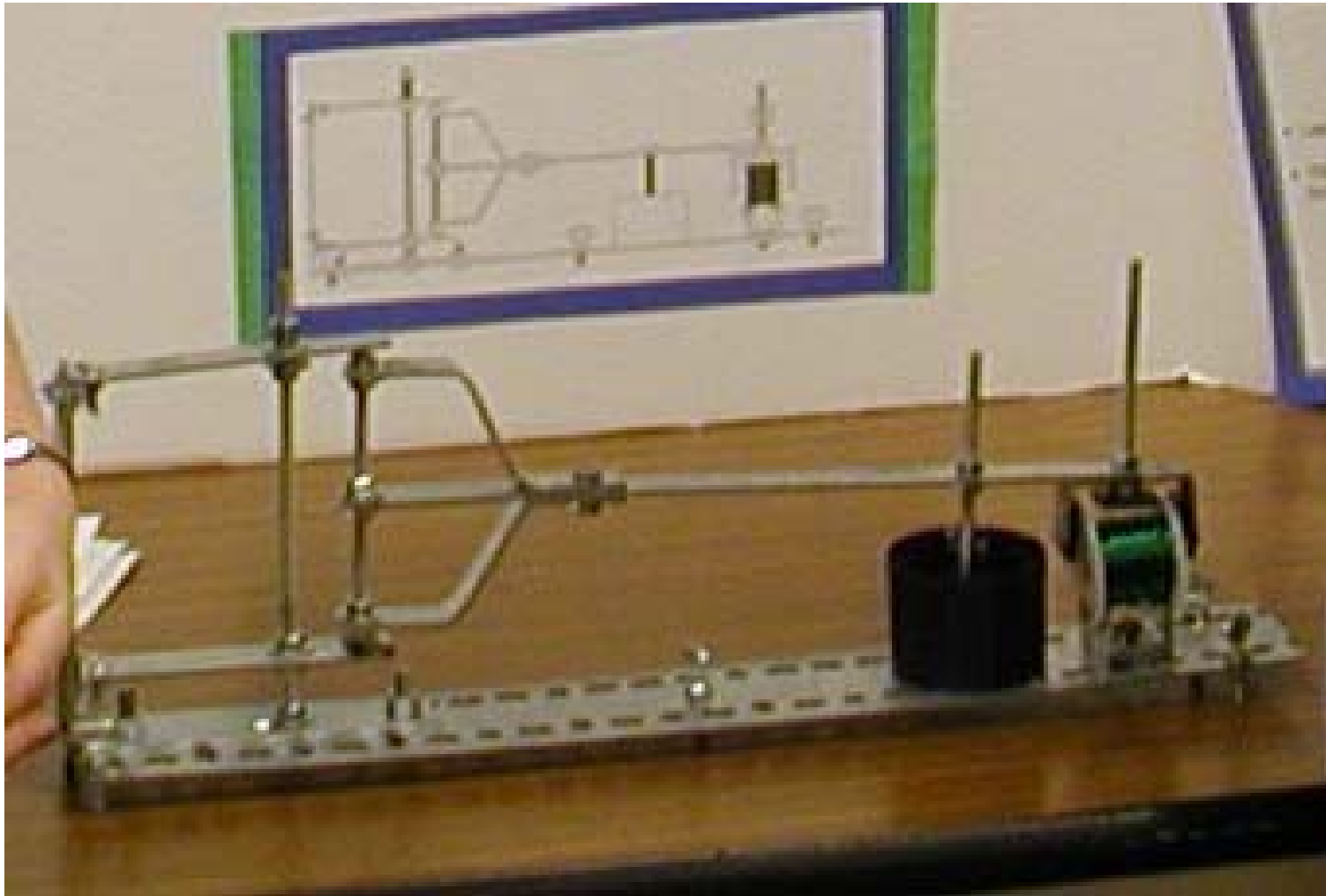
<i>Συχνότητα(Hz)</i>	<i>Τύποι μετρήσεων</i>
0.00001-0.0001	Γήινες παλίρροιες
0.0001-0.001	Γήινες ελεύθερες ταλαντώσεις, σεισμοί
0.001-0.01	Κύματα επιφάνειας, σεισμοί
0.01-0.1	Κύματα επιφάνειας, κύματα P και του S, σεισμοί με $M > 6$
0.1-10	Κύματα P και του S, σεισμοί με $M > 2$
10-1000	Κύματα P και του S, σεισμοί, $M < 2$

πρακτικές λύσεις

οριζόντιο εκκρεμές



σεισμόμετρο τύπου garden-gate

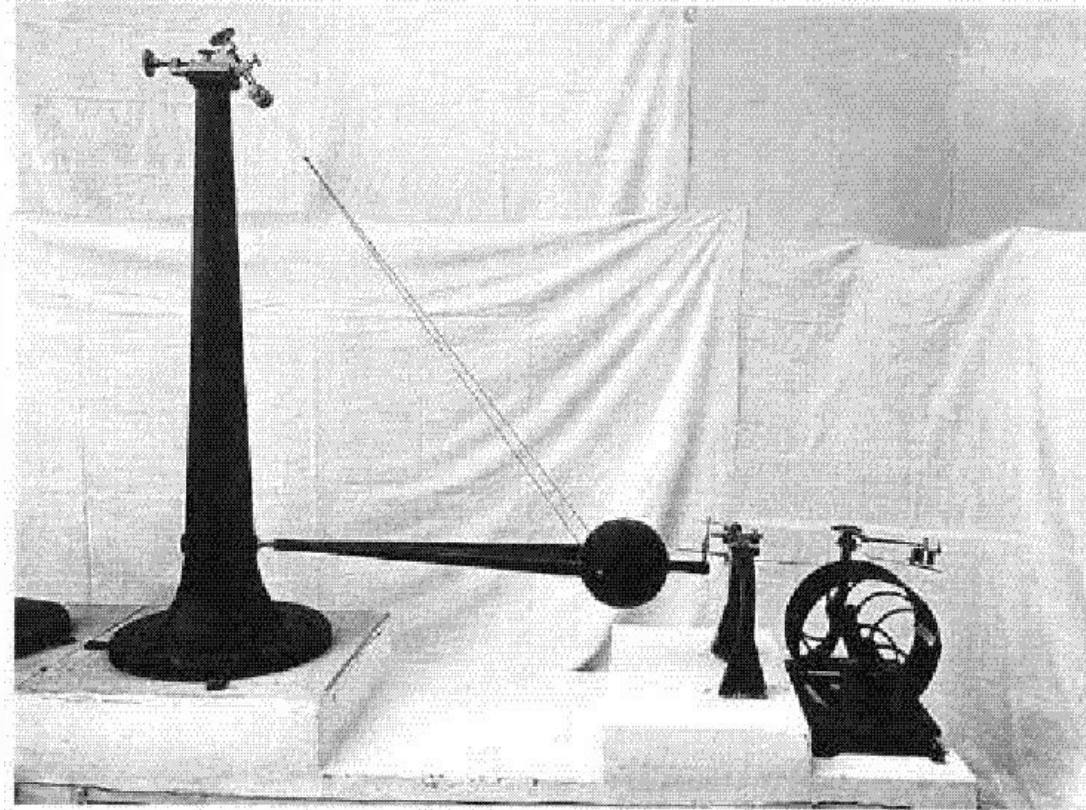


σεισμόμετρο Bosch-Omori

1906

BOSCH-OMORI SEISMOMETER

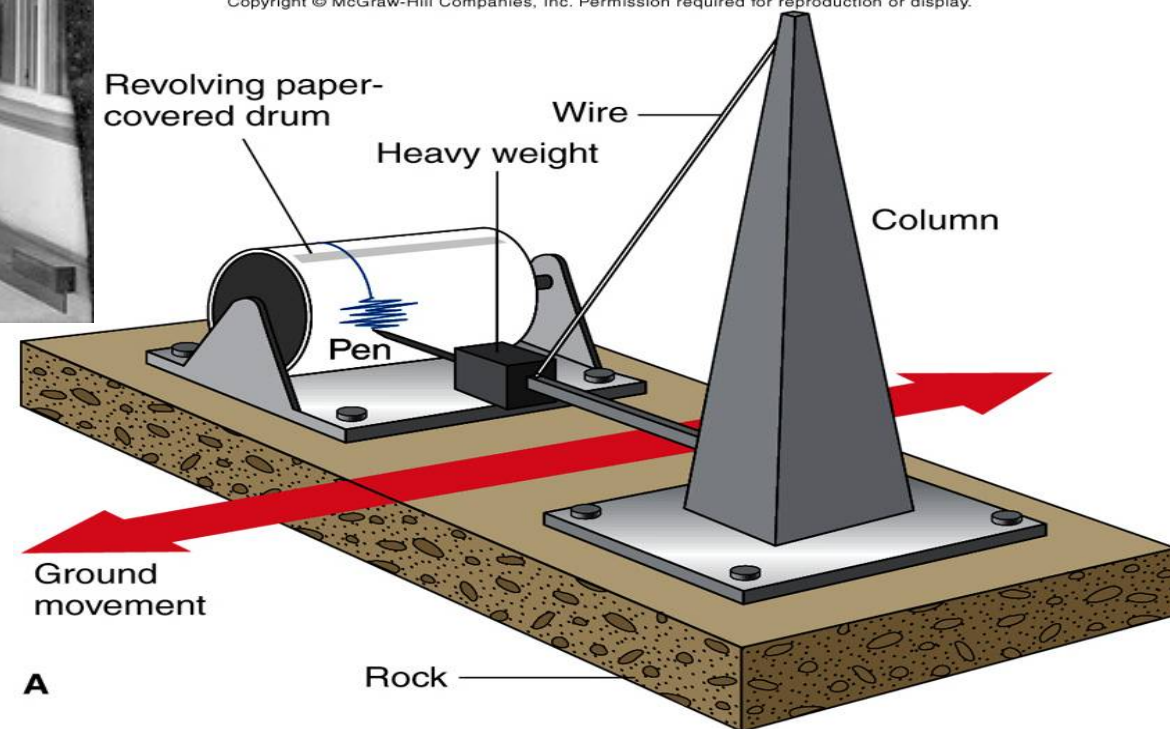
Is a horizontal pendulum with a pen that makes a mark directly on a paper roll. With it, Omori, a Japanese scientist, registered the 1906 earthquake in San Francisco.



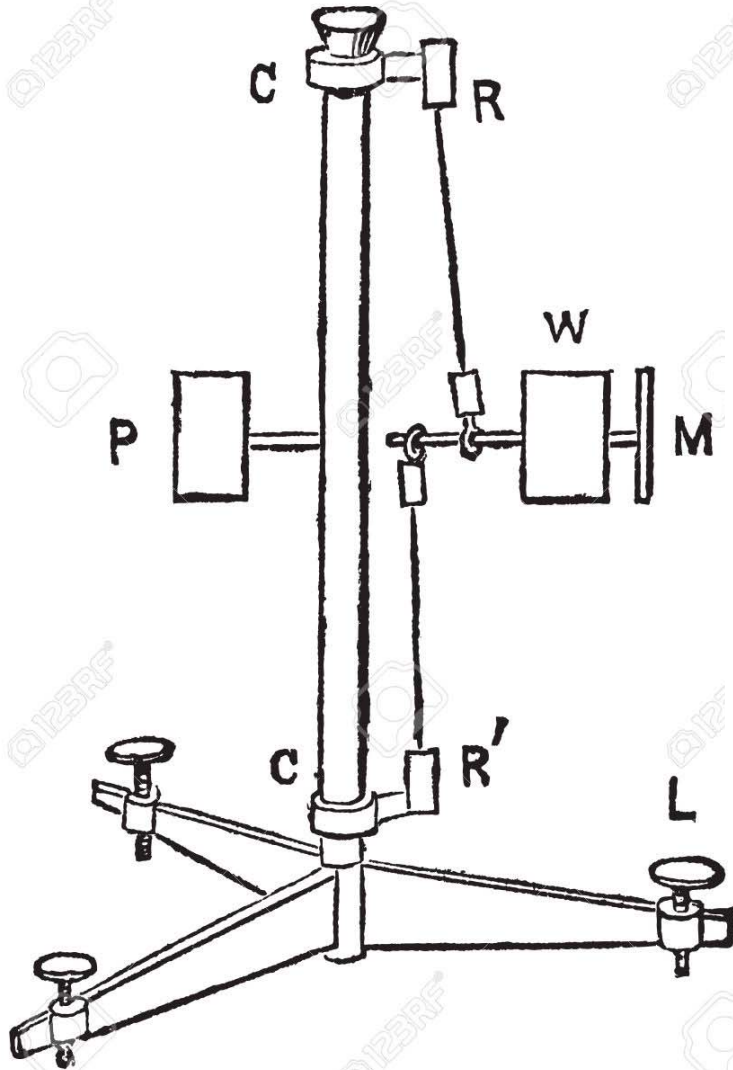
σεισμόμετρο Bosch-Omori (2)



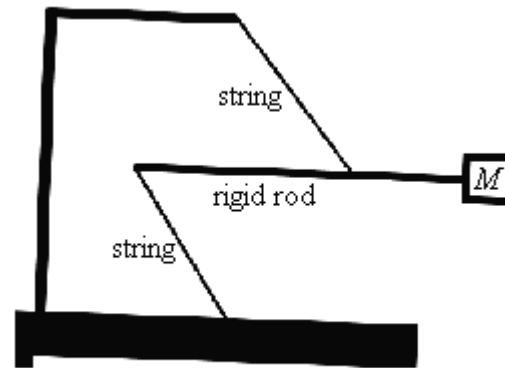
Copyright © McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



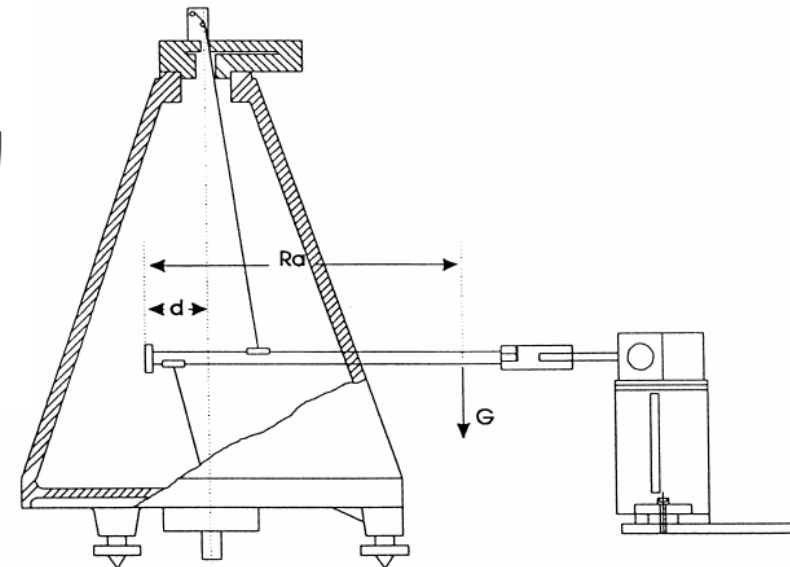
άλλες ιδέες



Zollner



R_a = Distance Centre of gravity from rear suspension.
 d = Distance actual axis of rotation from rear suspension.

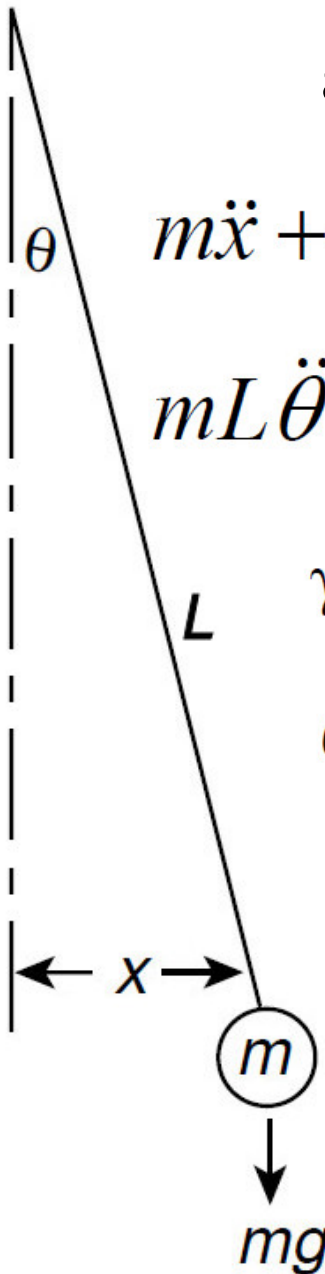


MARUSSI TILTMETER

TRANSDUCER

κλισιόμετρο Marussi

ελεύθερη ταλάντωση εκκρεμούς



$$m\ddot{x} + mg \frac{x}{L} = 0$$

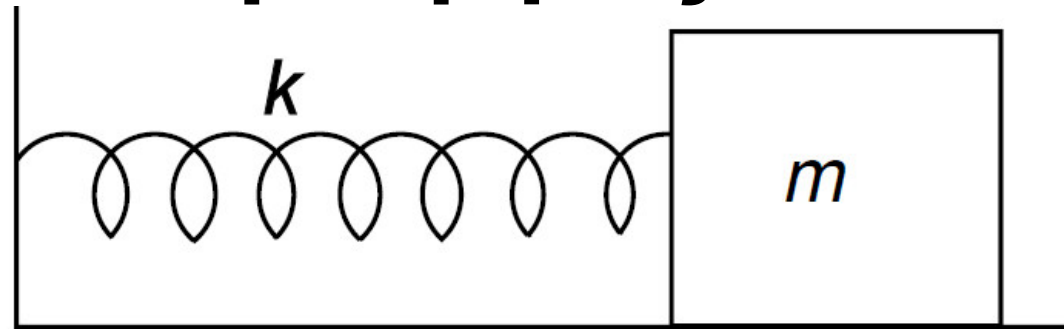
$$mL\ddot{\theta} + mg\theta = 0$$

για πολύ μικρή γωνία θ ,

$$\theta \approx \sin \theta = \frac{x}{L}$$

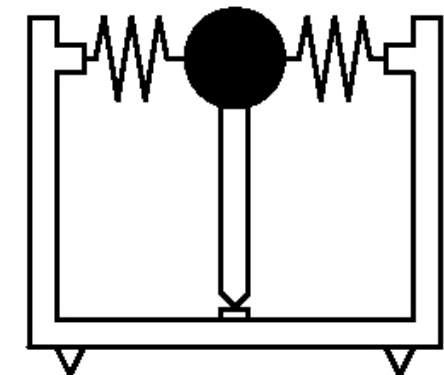
φυσική συχνότητα (σε Hz) ω_0

$$(2\pi\omega_0)^2 = \frac{g}{L}$$



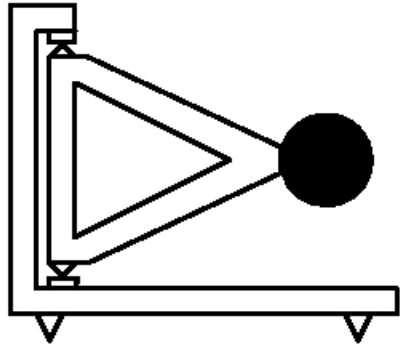
$\longleftrightarrow x$

$$(2\pi\omega_0)^2 = \frac{k}{m}$$

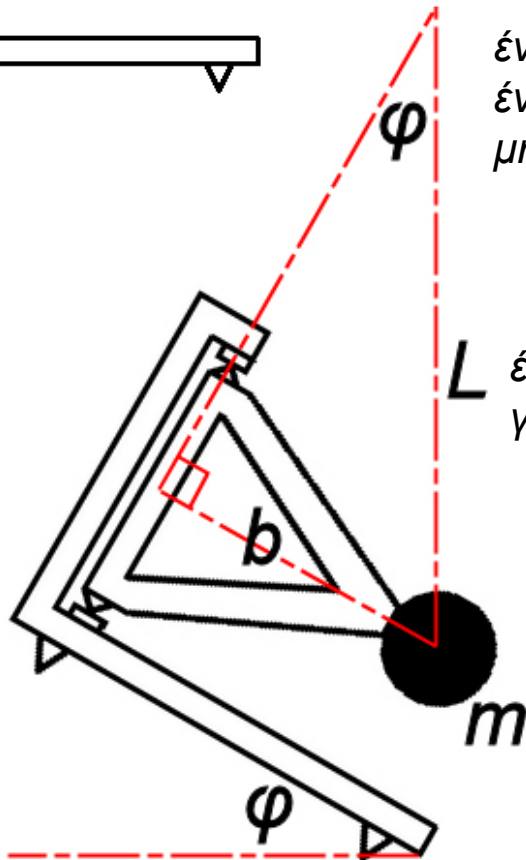


ανάστροφο εκκρεμές

εκκρεμές τύπου garden-gate



για να λειτουργήσει ο μηχανισμός του αριστερού σχήματος, σαν εκκρεμές garden-gate (πόρτα κήπου), θα πρέπει οι αρθρώσεις να έχουν μια ελαφρά κλίση φ , σε σχέση με την κατακόρυφο



ένα εκκρεμές garden-gate με κλίση φ , έχει την ίδια φυσική συχνότητα με ένα εκκρεμές Foucault μήκους L , με το σημαντικό πλεονέκτημα ότι το μήκος του (b) είναι σημαντικά μικρότερο

$$b = L \sin \varphi$$

L έτσι, εκεί που ένα εκκρεμές Foucault θα έπρεπε να έχει μήκος $L=99.4 \mu.$, για να έχει φυσική συχνότητα 0.05 Hz ,

$$L = \frac{g}{(2\pi\omega_0)^2}$$

ένα εκκρεμές garden-gate, με κλίση $\varphi=0.1^\circ$, έχει μήκος μόλις $b=17.3 \text{ εκ.}$

Βιβλιογραφία

Ιστοσελίδες

<http://www.madehow.com/Volume-1/Seismograph.html>

<http://jclahr.com/science/psn/wielandt/node13.html>

<http://www.jclahr.com/science/psn/epics/reports/index.html>

<http://jclahr.com/science/psn/youden/>

Ιστοσελίδα MDL Μηχανολογικές Μετρήσεις

KATASKEYH SEISMOGRAFOU 1.PPT

~PROJECT~.RAR

Βιβλία

“Instrumentation in Earthquake Seismology” by J.Havskov & G.Alguacil,

ISBN-10 1-4020-2968-3, SPRINGER 2010