

ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΡΟΛΟΓΙΑ – ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ – ΙΣΤΟΡΙΑ – ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ

**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ – ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ
ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ Ι**

ΔΙΔΑΣΚΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΤΣΙΓΑΡΙΔΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

**ΓΚΙΚΑ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ ΓΟΥΔΕΛΑ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ
ΕΞΑΜΗΝΟ 1^ο**

Ακαδημαϊκό έτος 2020-2021

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

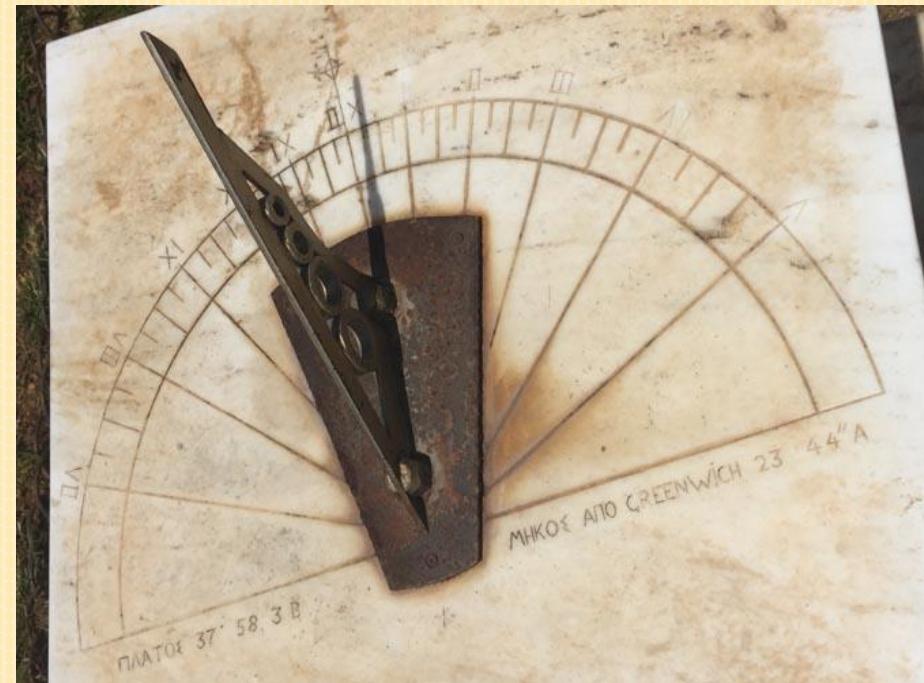
Η παρούσα εργασία μελετά τον σχεδιασμό, την κατασκευή και τον τρόπο λειτουργίας των μηχανικών ρολογιών. Αντικείμενο της εργασίας είναι η μελέτη των μηχανισμών με κριτήριο το είδος της ενέργειας που αξιοποιούν για την λειτουργία τους. Αρχικά, γίνεται μια σύντομη ιστορική αναφορά για την αρχή της δημιουργίας των μηχανικών ρολογιών από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι θεωρίες και οι νόμοι που διέπουν την κίνηση των μηχανικών ρολογιών, η οποία βασίζεται στη λειτουργία του στροφικού εκκρεμούς, καθώς επίσης και τα λειτουργικά μέρη από τα οποία αποτελούνται. Τέλος, αναφέρεται η εξέλιξή τους.

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΑΝΑ ΤΟΥΣ ΑΙΩΝΕΣ

✕ ΗΛΙΑΚΟ ΡΟΛΟΙ

Οι ιστορικοί πιθανολογούν ότι πριν από χιλιάδες χρόνια κάποιος παρατήρησε πως όταν τοποθέτησε κατακόρυφα στο έδαφος μία ράβδο, η σκιά της κινούνταν στο έδαφος ακολουθώντας την κίνηση του ήλιου.

Γύρω στο 550π.Χ. ο μαθητής του Θαλή Αναξίμανδρος κατασκεύαζε ποικιλία ηλιακών ρολογιών με το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτών να είναι το ημισφαιρικό ηλιακό ωρολόγιο με κεντρικό γνωμονικό σημείο.



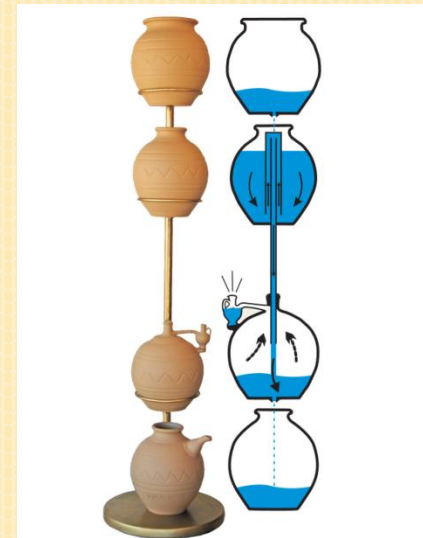
Ηλιακό ρολόι στον εθνικό κήπο

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΑΝΑ ΤΟΥΣ ΑΙΩΝΕΣ

✖ ΚΛΕΨΥΔΡΑ

Το έτος 1530 π.Χ. έκαναν την εμφάνισή τους στην Αίγυπτο οι πρώτες κλεψύδρες με νερό ή άμμο, τις οποίες χρησιμοποίησαν μεταγενέστερα οι Βαβυλώνιοι αλλά και οι Έλληνες.

Ο Πλάτων το 380 π.Χ. κατασκεύασε, με τη μορφή σύνθετης κλεψύδρας νερού, ένα ρολόι που, μέσω πίεσης του αέρα, προκαλεί συριγμό, σε καθορισμένη ώρα. Ένα ξυπνητήρι με άλλα λόγια.



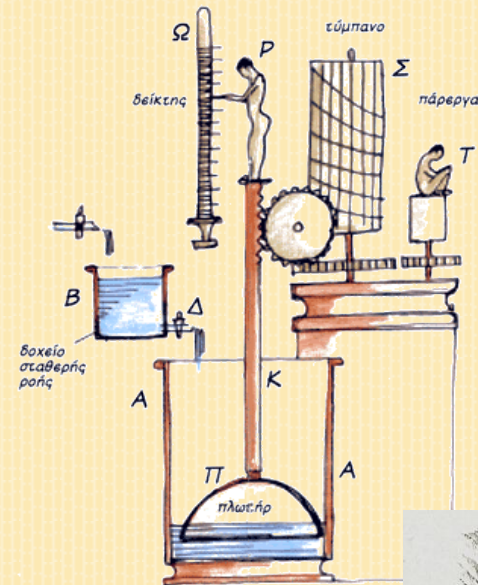
Κλεψύδρα νερού-ξυπνητήρι του Πλάτωνα

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΑΝΑ ΤΟΥΣ ΑΙΩΝΕΣ

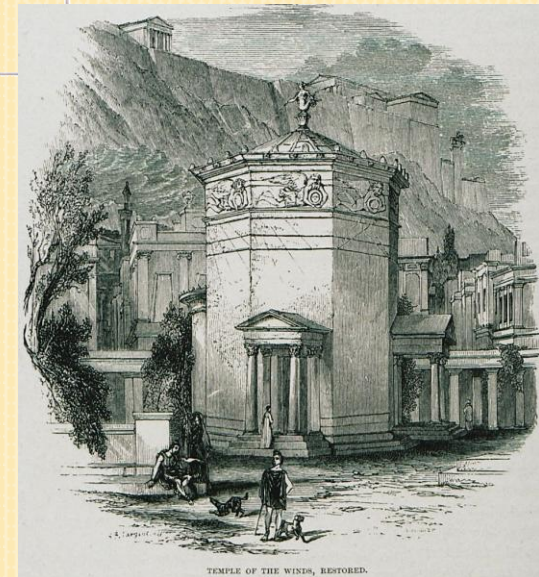
✕ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΡΟΛΟΙ

Τα πρώτα ελληνικά ρολόγια κατασκευάστηκαν από τον Κτησίβιο και τον Αρχιμήδη με μηχανισμούς οι οποίοι αντί του σημερινού ελατηρίου, χρησιμοποιούσαν την ροή του νερού.

- ✕ Με το όνομα «Αέρηδες» λέγεται το αρχαίο μνημείο που βρίσκεται στους βόρειους πρόποδες της Ακρόπολης των Αθηνών. Πρόκειται οκταγωνικό κτίσμα που στην κορυφή του έφερε ανεμοδείκτη και ακτίνες οι οποίες αποτελούσαν ένα ηλιακό ωρολόγιο. Για τον υπολογισμό της ώρας σε ανήλιαγες ημέρες υπήρχε μέσα στο κτίσμα εγκατάσταση υδραυλικού ρολογιού.



Υδραυλικό ρολόι
Κτησίβιου

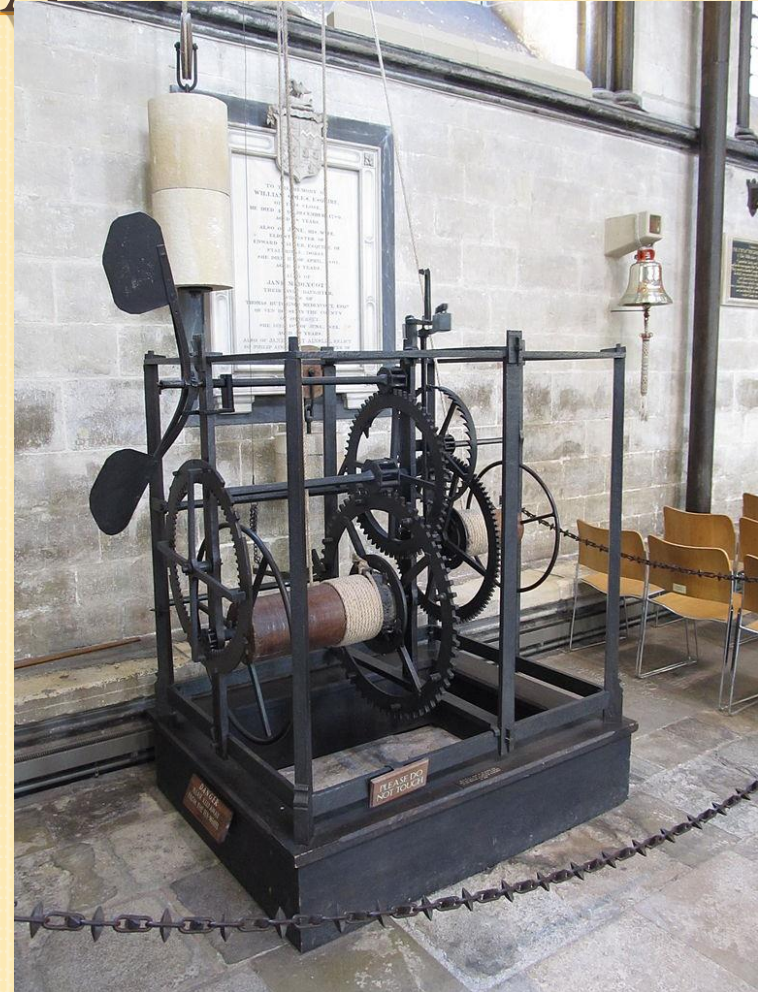


Οι αέρηδες της
Πλάκας

ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΡΟΛΟΓΙΑ

- ✖ Καθιερώθηκε το μηχανικό ρολόι, το οποίο χρησιμοποιούσε το απλό εκκρεμές για την μέτρηση του χρόνου.

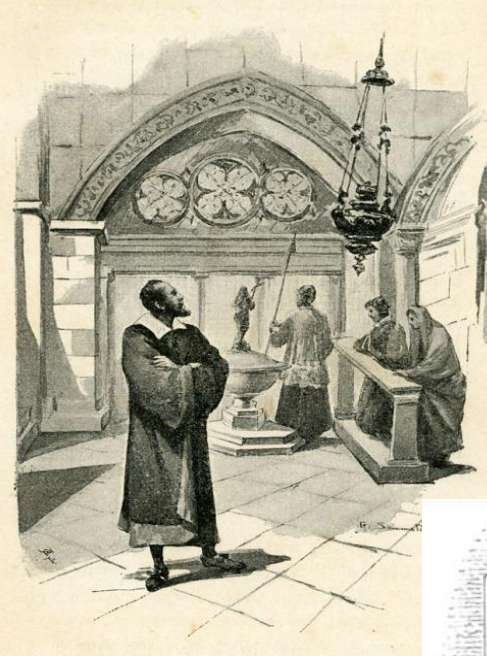
Η προέλευση ενός μηχανικού ρολογιού είναι άγνωστη. Πιθανολογείται ότι πρώτοι το χρησιμοποίησαν μοναχοί σε μοναστήρια. Τα πρώτα μηχανικά ρολόγια ήταν ογκώδεις συσκευές και φυσικά δεν ήταν αρκετά αξιόπιστα, καθώς είχαν μεγάλη απόκλιση, ενώ οι δείκτες των λεπτών και των δευτερολέπτων προστέθηκαν πολύ αργότερα.



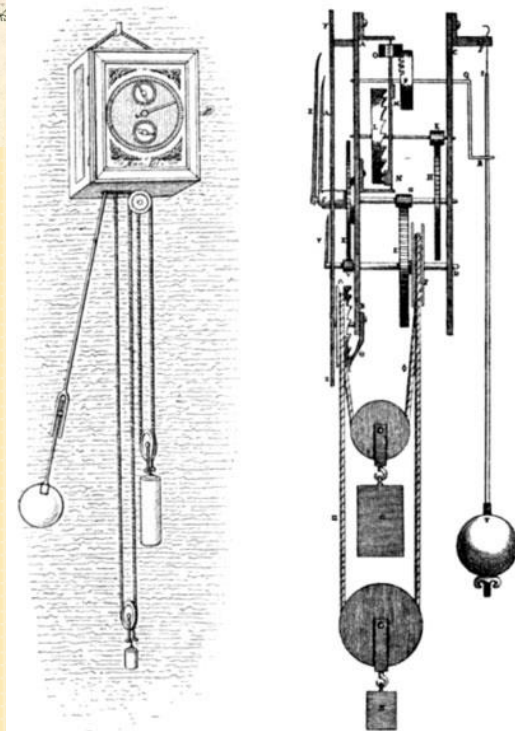
το παλαιότερο ρολόι του κόσμου που λειτουργεί-
Καθεδρικός ναός Σόλσμπερι-Αγγλία

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΑΠΛΟΥ ΕΚΚΡΕΜΟΥΣ

- ✖ Το 1582 ο Γαλιλαίος παρατήρησε την χαρακτηριστική χρονομετρική ιδιότητα του εκκρεμούς, μετρώντας τον χρόνο που έκαναν οι πολυέλαιοι του καθεδρικού ναού της Πίζας όταν ταλαντεύονταν. κατέληξε σε δυο αρχές τις οποίες θεμελίωσε:
- ✖ Ο χρόνος ταλάντωσης του εκκρεμούς δεν εξαρτάται από το μήκος τόξου ή την μάζα του βαριδίου.
- ✖ Ο χρόνος ή η διάρκεια ταλάντωσης εξαρτάται μόνο από το μήκος του νήματος του εκκρεμούς.
- ✖ Τις παρατηρήσεις του όμως αξιοποίησε ο Ολλανδός Κρίστιαν Χούχενς από το 1656 και επινόησε μια μέθοδο, που χρησιμοποιούσε ένα ταλαντευόμενο εκκρεμές για να κινεί τους δείκτες ενός ρολογιού με υψηλή ακρίβεια για εκείνη την εποχή.



Ο Γαλιλαίος παρακολουθώντας την ταλάντωση των πολυελαίων



Το ρολόι-εκκρεμές του Christian Huygens

Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΡΟΛΟΓΙΩΝ

Ηλεκτρικά ρολόγια-Κρύσταλλοι χαλαζία

- ✖ πρόκειται για ρολόγια που αποτελούνται από ένα σύγχρονο κινητήρα ο οποίος έχει ταχύτητα περιστροφής που εξαρτάται αποκλειστικά από τη συχνότητα του ρεύματος (εναλλασσόμενου) που τον τροφοδοτεί.
- ✖ Ένα χαρακτηριστικό του χαλαζία (SiO_2) είναι ότι εμφανίζει πιεζοηλεκτρικές ιδιότητες και κρυσταλλώνεται σε τριγωνικό σύστημα. Λόγω των παραπάνω ιδιοτήτων, αν πιεστεί κατά μήκος του κύριου άξονα παράγει ηλεκτρική τάση.
- ✖ Ο κρύσταλλος συνήθως πάλλεται σε πολύ υψηλή 10.000 ή και 100.000 φορές το δευτερόλεπτο.



ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Βασίζεται στη λειτουργία του στροφικού εκκρεμούς, το οποίο αποτελεί τη γωνιακή εκδοχή ενός απλού γραμμικού αρμονικού ταλαντωτή.

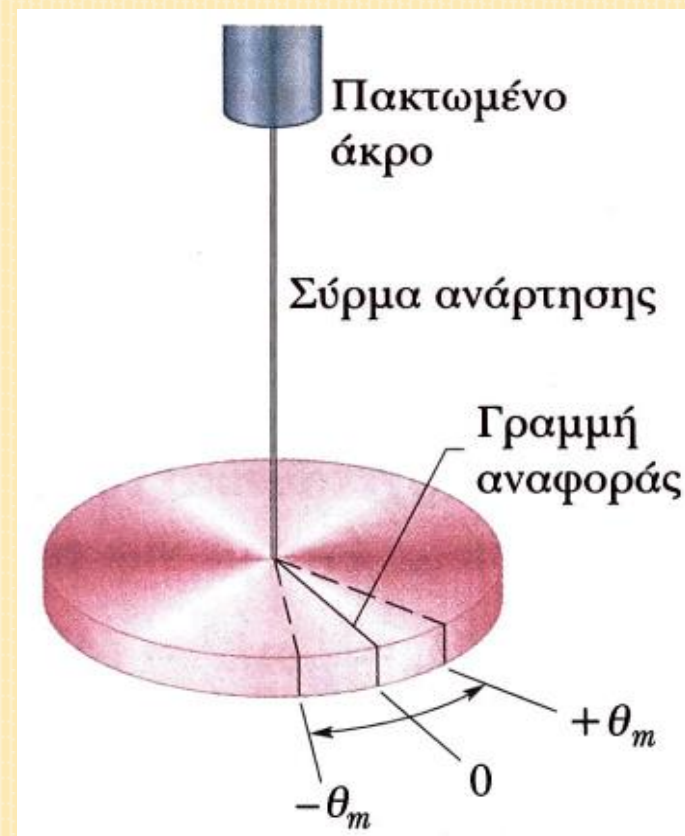
Ονομάζεται στροφικό εκκρεμές, διότι η μορφή της απομάκρυνσης από το σημείο ισορροπίας είναι στροφή.

ΣΤΡΟΦΙΚΟ ΕΚΚΡΕΜΕΣ

Η περιστροφή του δίσκου κατά γωνία προς οποιαδήποτε κατεύθυνση εισαγάγει τη ροπή επαναφοράς που δίνεται από την σχέση:

$$\tau_z = -\kappa\theta$$

κ : είναι η σταθερά στρέψης, η οποία εξαρτάται από το μήκος, τη διάμετρο και το υλικό του σύρματος ανάρτησης.



Σύμφωνα με τον 2^ο Νόμο του Νεύτωνα για στερεό σώμα έχουμε:

$$\left. \begin{array}{l} \tau_z = -\kappa\theta \\ \Sigma \tau_z = I a_z = I \frac{d^2\theta}{dt^2} \end{array} \right\} \Rightarrow -\kappa\theta = I \frac{d^2\theta}{dt^2} \Leftrightarrow \frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{\kappa}{I} \theta$$

Η εξίσωση αυτή θυμίζει την εξίσωση για την απλή αρμονική ταλάντωση, με την μόνη διαφορά ότι:

το X έχει αντικατασταθεί από το θ

το $\frac{k}{m}$ έχει αντικατασταθεί από το $\frac{\kappa}{I}$

Δηλ.

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2\theta}{dt^2} &= -\frac{\kappa}{I}\theta \\ \frac{d^2x}{dt^2} &= -\frac{k}{m}x \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{cases} x \rightarrow \theta \\ \frac{k}{m} \rightarrow \frac{\kappa}{I} \end{cases}$$

Έχουμε λοιπόν να κάνουμε με μια μορφή γωνιακής απλής αρμονικής ταλάντωσης.

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει ότι:

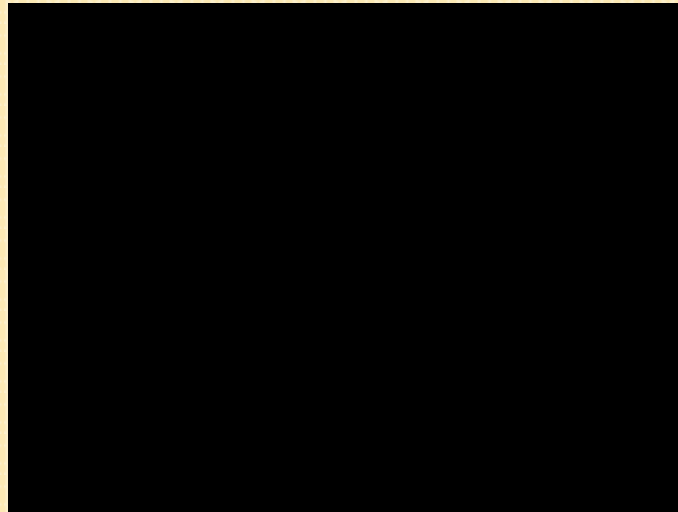
Εξίσωση περιόδου για την γωνιακή ΑΑΚ: $T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{\kappa}}$

Η γωνιακή συχνότητα ω : $\omega = \sqrt{\frac{\kappa}{I}}$

Η συχνότητα f : $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{\kappa}{I}}$

Είναι καλό που η κίνηση του σπονδύλου είναι απλή αρμονική. Σε αντίθετη περίπτωση, η συχνότητα θα μπορούσε να εξαρτάται από το πλάτος και το ρολόι είτε θα πήγαινε πολύ γρήγορα, είτε πολύ αργά, με αποτέλεσμα το σπειροειδές ελατήριο να ξεκουρδίζόταν.

ΈΝΑ ΜΙΚΡΟ VIDEO ΓΙΑ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΡΟΛΟΓΙΩΝ



ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΜΕ ΤΗΝ ΒΟΗΘΕΙΑ ΚΡΑΜΑΤΩΝ

Σε έναν ταλαντωτή με ελατήριο, μια μεταβολή της θερμοκρασίας, προκαλεί μεταβολή του μήκους του ελατηρίου με αποτέλεσμα να αλλάζει η περίοδός του.

Σήμερα, για την κατασκευή του ελατηρίου του ταλαντωτή χρησιμοποιούμε:

- Elinvar (κράμα Fe, Ni, Cr)
- Invar (κράμα Fe, Ni)



αντί του ατσαλιού, καθώς τα δύο αυτά υλικά έχουν συντελεστή διαστολής σχεδόν μηδέν.

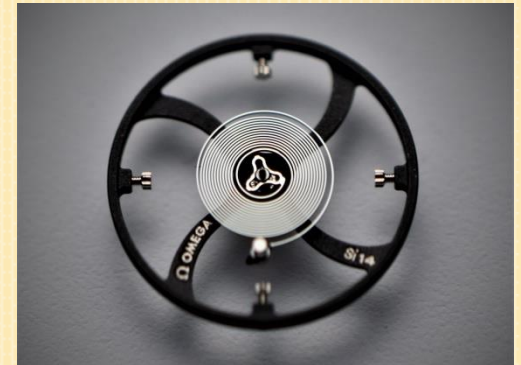
ΙΔΑΝΙΚΑ ΕΛΑΤΗΡΙΑ

Ανακάλυψη των κραμάτων Elinvar και Invar από τον **Charles Edouard Guillaume** στα τέλη του 20^{ου} αιώνα.

Δεκαετία του '30 από τον **Dr. Straumann**:
Έλευση του κράματος Nivarox (Fe, Ni, Co, Ti)

ΙΔΑΝΙΚΟ ΕΛΑΤΗΡΙΟ

- ✓ Μηδενικό συντελεστή θερμικής διαστολής
- ✓ Αντιμαγνητικά (ανθεκτικός σε μαγνητικά πεδία μεγαλύτερα από 1,5 Tesla)
- ✓ Ανθεκτικά στην οξείδωση και στη διάβρωση
- ✓ Ανθεκτικά στην υγρασία



ΕΡΕΥΝΕΣ

Οι έρευνες στην τεχνολογία βαθιάς χάραξης αντιδρώντων ιόντων συνεχίστηκαν ,ώστε να προκύψουν τρίχες από πυρίτιο.

Η τρίχα Carbondtime του Gideon Levingston και άλλες τεχνολογικές εξελίξεις από τις εταιρείες:

- Ulysse Nardin
- Patek Philippe
- A. Lange & Söhne
- Rolex

έχουν πλέον επαναπροσδιορίσει τους ορίζοντες της ακριβούς μηχανικής μέτρησης χρόνου.