

ΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΑ ΤΟΥ ΗΡΩΝΑ

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΚΑΛΛΙΓΕΡΟΠΟΥΛΟΣ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

Έχοντας σαν στόχο να αναδείξουμε την αρχαία ελληνική τεχνολογία και να την συνδέσουμε με τις άλλες, σύγχρονες με αυτήν, ανθρώπινες δημιουργίες, όπως την ποίηση και την τέχνη, επιλέξαμε ένα κατάλληλο, κατά την κρίση μας, μέσο: τα αρχαία αυτόματα, σε μία κρίσιμη για την τεχνολογία εποχή: την υστεροελληνιστική αλεξανδρινή περίοδο.

Το παρελθόν των αυτομάτων χάνεται μέσα στον αρχαίο ελληνικό μύθο. Η ποιητική φαντασία όχι μόνο πλάθει αλλά και οραματίζεται, προβλέπει, επινοεί μηχανές αυτοκίνητες, όπως τους αυτόματους τρίποδες του Ηφαίστου στην Ομηρική Ιλιάδα ή τα αυτόματα πλοία των Φαιάκων στην Οδύσσεια. Ο μυθικός ανθρωπομορφισμός, η ποιητική δηλαδή πρόθεση να αποκτήσει η φύση ανθρώπινη μορφή και ψυχή, επηρεάζει και την ελληνική σκέψη. Πανάρχαιο τεχνικό όραμα, που σταδιακά εξελίσσεται σε έμπρακτη τεχνική επιδίωξη, είναι η κατασκευή μηχανών αυτοκινούμενων, όμοιων με ζωντανά όντα, σαν τις χρυσές θεραπεινίδες του Ηφαίστου ή σαν τον μπρούντζινο γίγαντα Τάλω.

Στην ιστορική της εξέλιξη πραγματοποίησε η τεχνική σκέψη τρία μεγάλα άλματα. Το πρώτο αφορά την εφεύρεση των *εργαλείων*, που επεκτείνουν τη δύναμη, τις ικανότητες, την εμβέλεια του ανθρώπου, όπως το ρόπαλο, το ακόντιο, και το δρεπάνι.

Το δεύτερο άλμα αφορά την επινόηση των *μηχανών* που λειτουργούν με *εξωτερική ενέργεια*, όπως το τόξο, η άμαξα, το πλοίο, οι σύνθετες πολεμικές μηχανές.

Το τρίτο άλμα αφορά τις αυτοκίνητες μηχανές, τα *αυτόματα*, που κινούνται “μόνα τους” με εσωτερική ενέργεια, “ψυχή” κατά τους προσωκρατικούς φιλοσόφους, όπως το περιστέρι του Αρχύτα τον 5ο π.Χ. αιώνα, οι αυτόματοι καθρέπτες του Φίλωνα τον 3ο π.Χ. αιώνα και τα αυτόματα θέατρα του Ήρωνα τον 1ο π.Χ. αιώνα.

Τα αυτόματα βρίσκονται λοιπόν στο τελευταίο σκαλοπάτι της τεχνολογικής πυραμίδας, αποτελούν την τεχνολογία αιχμής κάθε εποχής και μελετώνται, συστηματοποιούνται, κατατάσσονται, βελτιώνονται, υλοποιούνται και ανανεώνονται στα ελληνιστικά χρόνια, από μία σχολή ελλήνων μηχανικών, τον Φίλωνα τον Βυζάντιο, τον Κτησίβιο και τον Ήρωνα, που διέθεταν τον βιβλιογραφικό πλούτο της αλεξανδρινής βιβλιοθήκης, την όρεξη να αξιοποιήσουν, να βάλουν σε τάξη και να εφαρμόσουν σε ειρηνικές περιόδους τις εμπειρίες των πλούσιων μεσογειακών πολιτισμών και την πρόθεση να δημιουργήσουν τεχνολογίες.

“αι μεν αναγκαιοτάτας τω βίω τούτων χρείας παρέχουσαι, αι δε εκπληκτικού τινά θαυμασμού επιδεικνύμεναι / που άλλες μεν τις χρειαζόμεσθε για να αντιμετωπίσουμε τις ανάγκες της ζωής μας, άλλες δε μας προκαλούν έκπληξη και θαυμασμό.” (Ήρων, *Πνευματικά*).

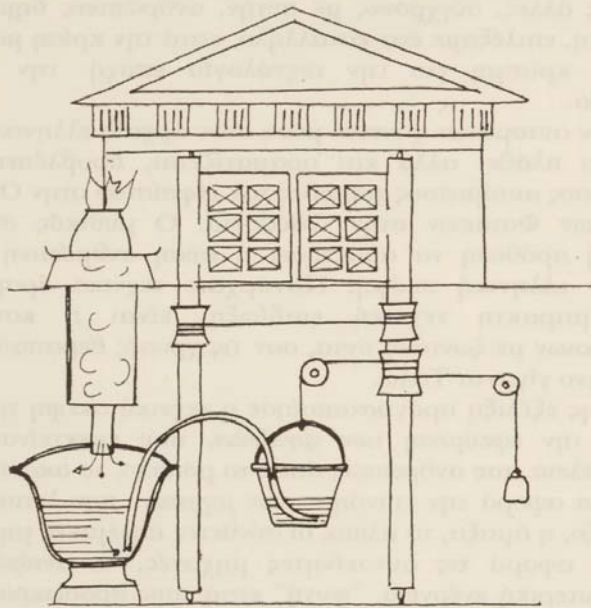
Αυτό το διπλό χαρακτήρα της χρησιμότητας και της αισθητικής απόλαυσης, αυτή τη σύνδεση της τεχνολογίας και της τέχνης, βρίσκουμε στα αυτόματα του Ήρωνα, που συνοπτικά θα περιγράψουμε παρακάτω.

Στα έργα του *Περί Πνευματικών Α* και *Β* ο Ήρων συνέλεξε, ταξινόμησε και περιέγραψε εξήντα μέχρι τότε γνωστούς υδραυλικούς και πνευματικούς αυτόματους μηχανισμούς, που χρησιμοποιούσαν σαν κινητήρια δύναμη την πίεση του ατμού, του διαστελλόμενου από την θερμότητα αέρα ή του νερού, για να προκαλέσουν αυτοκίνηση και ήχους, να πετύχουν αυτόματη λειτουργία μηχανών, θυρών, μουσικών οργάνων, γλυπτών ομοιωμάτων κ.λ.π.

ΑΥΤΟΜΑΤΕΣ ΠΥΛΕΣ ΝΑΟΥ

“Ναός κατασκευάζεται, έτσι ώστε, μόλις ανάβει φωτιά σε βωμό που βρίσκεται στην είσοδό του και γίνει θυσία, οι πόρτες του ναού να ανοίγουν αυτόματα και μόλις σβήσει η φωτιά πάλι να κλείνουν” (Ήρων, *Πνευματικά Α*, 38).

Ο Ήρων αξιοποιεί στο μηχανισμό αυτό τη διαστολή του θερμαινόμενου αέρα κάτω από το βωμό. Με την πίεση του αέρα μεταφέρει υγρό από ένα σταθερό σε ένα κινητό δοχείο και στη συνέχεια χρησιμοποιεί σύστημα τροχαλιών και αντιβάρων για την περιστροφή των πυλών του ναού.



ΕΙΚ. 1. Αυτόματες πύλες ναού.

ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΚΡΗΝΗ

“Σε μία κρήνη, σε μία πηγή ή γενικά όπου υπάρχει τρεχούμενο νερό, κατασκευάζονται πουλιά που τραγουδούν. Δίπλα τους τοποθετείται μία κουκουβάγια, που μπορεί να περιστρέφεται αυτόματα προς τα πουλιά, οπότε αυτά σταματούν να τραγουδούν, ή να τα αποστρέφεται, οπότε αυτά συνεχίζουν το τραγούδι τους. Και αυτό γίνεται ακατάπαυστα.” (Ήρων, *Πνευματικά Α*, 16).

Στα δοχεία που βρίσκονται κάτω από την κρήνη ελέγχεται η στάθμη του νερού με δύο αξονικά υδραυλικά σιφώνια. Με μηχανικό τρόπο συγχρονίζεται η περιστροφή της κουκουβάγιας με τη ροή που προκαλεί τις φωνές των πουλιών.

Η ΣΦΑΙΡΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΟΥ

“Πάνω από θερμαινόμενο λέβητα περιστρέφεται σφαίρα σταθερά προσαρμοσμένη σε περιστρεφόμενο άξονα.” (Ήρων, *Πνευματικά Β*, 11).

Η αιολόσφαιρα του Ήρωνα, που αξιοποιεί την πίεση του ατμού και την μετατρέπει σε κινητήρια περιστροφική δύναμη, αποτελεί αναμφίβολα πρόδρομο της ατμομηχανής.

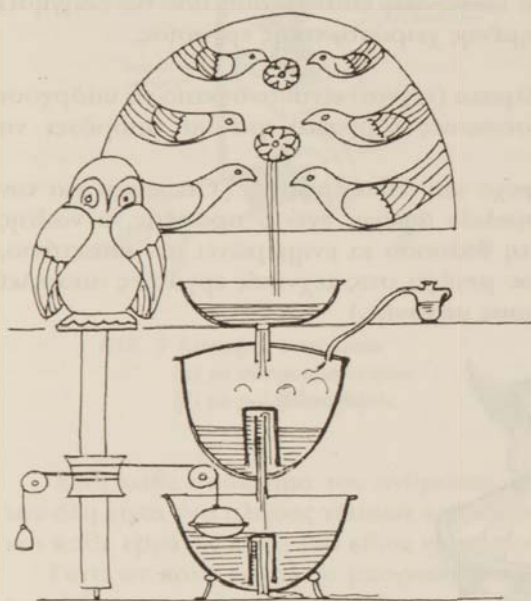
Το νερό μέσα στο λέβητα θερμαίνεται μέχρι βρασμού. Ο ατμός διοχετεύεται μέσα από το σωλήνα παροχής στη σφαίρα, εκτοξεύεται μέσα από τα ακροφύσια με πίεση και προκαλεί την κινητήρια ροπή.

ΤΟ ΚΙΝΗΤΟ ΑΥΤΟΜΑΤΟ

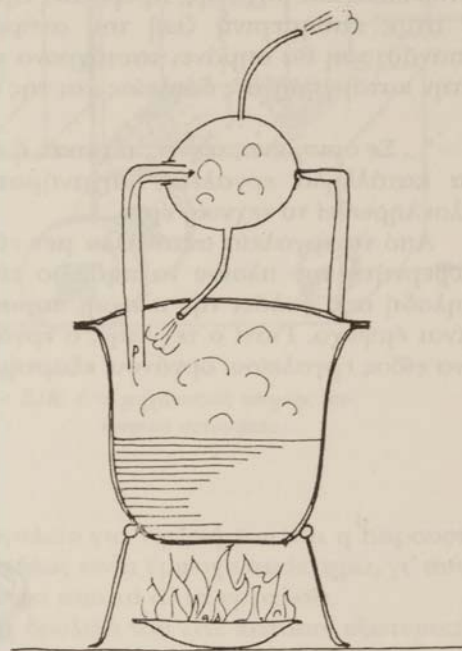
Στο δεύτερο μεγάλο έργο του αλεξανδρινού μηχανικού, την αυτοματοποιητική, περιγράφονται δύο είδη αυτόματων θεάτρων.

Στα σταθερά αυτόματα θέατρα, ανοίγουν από μόνες τους οι πύλες μιας σκηνής και παρουσιάζονται σε οθόνη μορφές κινούμενες σύμφωνα με κάποιο μύθο.

Στα κινητά αυτόματα θέατρα συμβαίνουν τα εξής: "Κατασκευάζονται ναοί ή βωμοί μετρίου μεγέθους, ικανοί να μετακινούνται αυτόματα και να στέκονται μετά σε καθορισμένες θέσεις. Και τα είδωλα πάνω σ' αυτούς κινούνται όλα από μόνα τους, με μία



ΕΙΚ. 2 Αυτόματη κρήνη.



ΕΙΚ. 3 Η σφαίρα του Αιόλου.

λογική ακολουθία που ταιριάζει στο σχετικό μύθο, και τέλος επιστρέφουν στην αρχική τους θέση." (Ήρων, *Αυτοματοποιητική*, 1.2).

Ειδικά στο κινητό αυτόματο που περιγράφει ο Ήρων και που αναπαριστά περίοιπο κυκλικό ναό με ομοίωμα του Διονύσου, μια Νίκη στην κορυφή και βακχίδες περιμετρικά του ναού, όλες οι μορφές είναι δυνατόν να κινούνται, φωτιές να ανάβουν διαδοχικά σε δύο βωμούς μπροστά και πίσω απ' το ναό, λουλούδια να στεφανώνουν το επιστύλιο και να ακούγονται ταυτόχρονα ήχοι τυμπάνων και κυμβάλων.

Η κινητήρια δύναμη των αυτομάτων αυτών παράγεται είτε με ένα σύστημα νεύρων, ένα είδος ελατηρίου σαν αυτό που λειτουργούσε στους καταπέλτες, είτε με την πτώση μολύβδινου βάρους.

Η πτώση του μολύβδινου βάρους μέσα σε κλεψύδρα προκαλούσε την κίνηση σε έναν κινητήριο τροχό, συνδεδεμένο με το βάρος μέσω ενός τεντωμένου νήματος.

Ιδιοφυή όμως εφεύρεση της εποχής αποτελούσε η μέθοδος προγραμματισμού των κινήσεων του τροχού και κατά συνέπεια του αυτομάτου και όλων των κινούμενων μελών του. Ο προγραμματισμός αυτός των κινήσεων γινόταν με ένα σύστημα δεξιόστροφων, αριστερόστροφων και ελεύθερων περιελίξεων, που προκαλούσαν αντίστοιχα κίνηση προς τα μπρος, προς τα πίσω ή ακινησία. Τα αυτόματα αυτά, που ομοιώματά τους παρουσιάζονται στον εκθεσιακό χώρο του συνεδρίου, άνοιξαν το δρόμο για μια νέα εποχή όχι μόνο στην τεχνολογία αλλά και στην τέχνη.

Μελετήθηκαν κι ανακατασκευάστηκαν από ρωμαίους, άραβες και βυζαντινούς

μηχανικούς. Και αποτέλεσαν τον κρίκο που ενώνει, από τεχνολογική σκοπιά, την αρχαία ελληνική τεχνική σκέψη με την ευρωπαϊκή αναγέννηση.

Η επιτυχής πιστή και λειτουργική ανακατασκευή τους σήμερα αποδεικνύει ότι τα αυτόματα του Ήρωνα δεν ήταν απλά φανταστικά επινοήματα αλλά υλοποιήσιμα και πρόσφορα για χρήση τεχνικά επιτεύγματα. Δεν γνωρίζουμε την έκταση αυτής της χρήσης. Γνωρίζουμε όμως ότι πολύ πριν απ' τον Ήρωνα ωρίμαζε μες στα μυαλά φιλοσόφων η ιδέα μιας τεχνολογικά νέας εποχής.

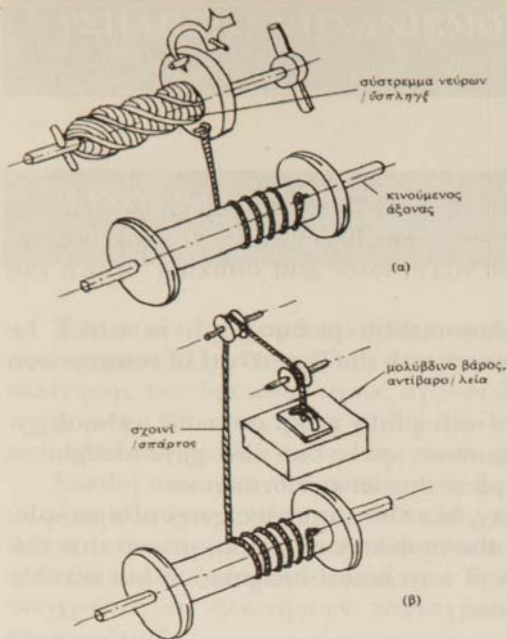
Επιτρέψτε μου να τελειώσω την ομιλία αυτή διαβάζοντάς σας ένα απόσπασμα από τα *Πολιτικά* του Αριστοτέλη, όπου ο δάσκαλος του Αλέξανδρου αναφέρεται στη σχέση ανθρώπου και μηχανής, προβλέπει την εφαρμογή αυτόματων μηχανών στην παραγωγή ή στην καθημερινή ζωή του ανθρώπου και θεωρεί ότι μια τέτοια τεχνολογική επανάσταση θα σημάνει ταυτόχρονα και μία κοινωνική επανάσταση που θα οδηγήσει στην κατάργηση της δουλείας και της εξαρτημένης χειρωνακτικής εργασίας.

"... Σε ορισμένες τέχνες, τεχνικές ή επαγγέλματα (τέχναι) είναι αναγκαίο να υπάρχουν τα κατάλληλα εργαλεία, μηχανήματα ή συσκευές (όργανα) για να μπορέσει να ολοκληρωθεί το τεχνικό έργο...

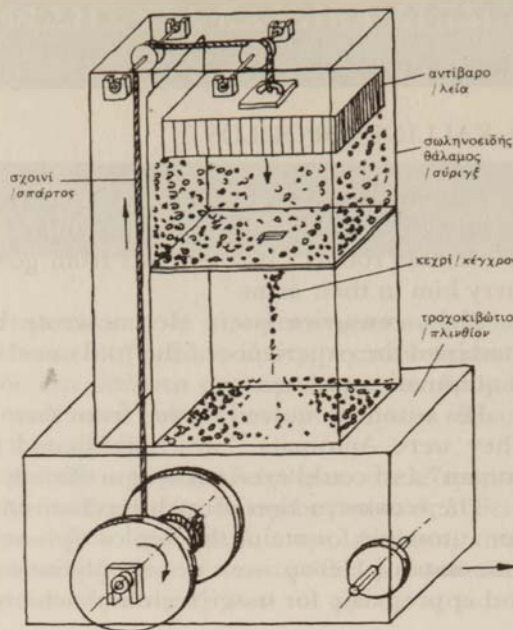
Από τα εργαλεία αυτά άλλα μεν είναι άψυχα και άλλα έμψυχα. (Όπως και για τον κυβερνήτη του πλοίου το πηδάλιο είναι εργαλείο άψυχο, ενώ ο πωρέας, ο ναύτης δηλαδή που φυλάει την πλώρη, παρατηρεί τη θάλασσα κι ενημερώνει τον καπετάνιο, είναι έμψυχο. Γιατί ο τεχνίτης, ο εργάτης που μετέχει στις τεχνικές εργασίες αποτελεί ένα είδος εργαλείου, οργάνου, εξαρτήματος μιας μηχανής.)



ΕΙΚ. 4 Το κινητό αυτόματο του Ήρωνα.



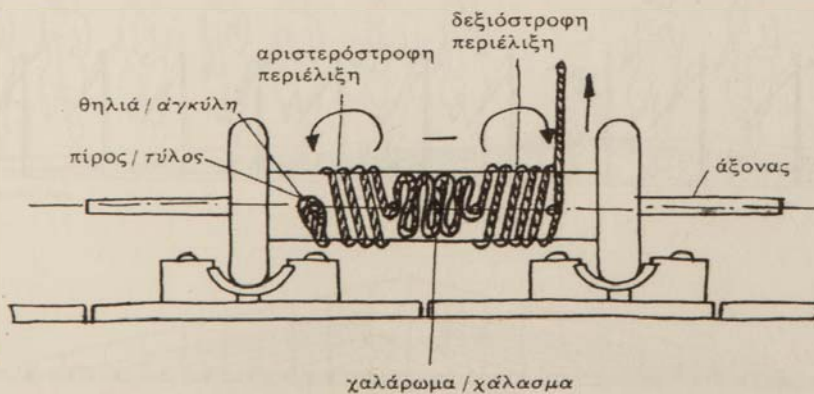
ΕΙΚ. 5 Κινητήρια συστήματα
(α) με σύστημα νέρων
(β) με μολύβδινο βάρος.



ΕΙΚ. 6 Ο μηχανισμός κίνησης του
κινήτου αυτομάτου.

Έτσι κάθε απόκτημα του ανθρώπου είναι εργαλείο για τη ζωή του και η παρουσία του όλη είναι ένα πλήθος τέτοιων εργαλείων. Ο δούλος είναι έμπυχο απόκτημα, γι' αυτό και κάθε εργάτης είναι ένα είδος εργαλείου ανώτερο από τα άλλα εργαλεία.

Γιατί αν κάθε εργαλείο μπορούσε να κάνει τη δουλειά του είτε κατόπιν εξωτερικής εντολής, κατευθυνόμενο εξωτερικά (κελευσθέν) είτε διαθέτοντας εσωτερικό προγραμματισμό, έχοντας προκαθορισμένη εσωτερική λειτουργία (προαισθανόμενο) και λειτουργούσε αυτόματα, σαν τα γλυπτά του Δαίδαλου, που λέγαν πως κινούνταν, ή σαν τους τρίποδες του Ηφαίστου, που ο ποιητής αυτόματους τους ονόμασε, γιατί από μόνοι τους μες στον Θεών τη σύναξη πηγαίνουν, έτσι αν αυτόματα ύφαινε η σαίτα του αργαλειού κι αν από μόνα τους παίζαν μουσική τα πλήκτρα της κιθάρας, τότε δεν θα' χαν ανάγκη ούτε οι αρχιτέκτονες, οι αρχιμάστορες από κανέναν εργάτη, ούτε οι αφέντες, οι άρχοντες από κανένα δούλο." (Αριστοτέλης, Πολιτικά, Α,4)



ΕΙΚ. Ο προγραμματισμός των κινήσεων με περιελίξεις.

SUMMARY

THE AUTOMATA OF HERON

D. KALLIGEROPOULOS

Homer describes in the Ilias Hephaistos making twenty Tripods which could move themselves automatically to the assembly of the gods. Furthermore Hephaistos created two female robots, "two servants from gold with voice, force and thinking" which can carry him in their arms.

Eight centuries later, Heron wrote his "Automation technology", in which he combined the experience of the "old ones" engineers with the "latest" art of construction of automatic mechanisms.

His automata indeed moved from themselves with a fully programmable technology. They were Automata, "which facilitated the human work, but also gave delight to human" and could even present artificially complete theater performances.

The reconstruction of such mechanisms today, like the automatic gates of a temple, the automatic fountain, the Aeolos' sphere and the mobile Automaton, proves that the Automata of Heron were not simply inventions of a technical imagination but feasible and appropriate for usage technical achievements.

