

# Το Διαδίκτυο των Αντικειμένων

Καθηγητής Δρ. Πάνος Φιτσιλής





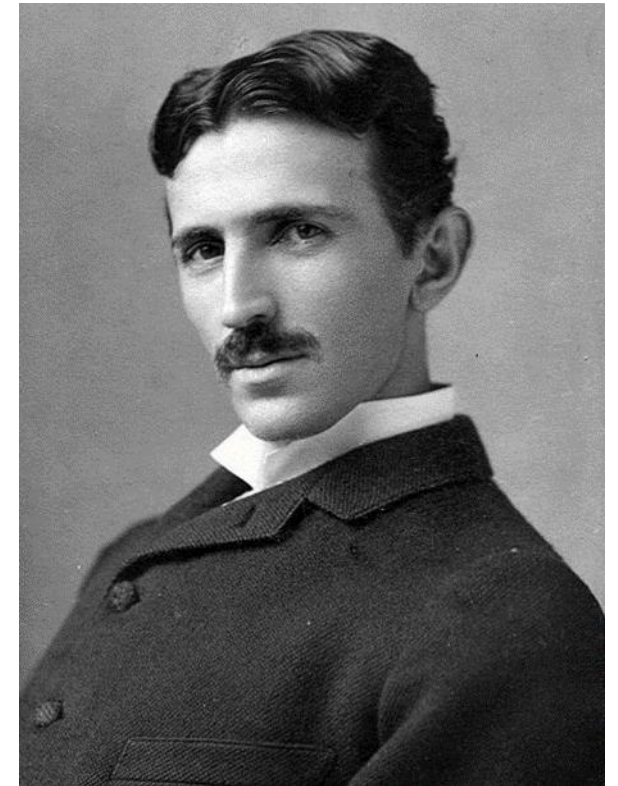
# Στόχοι του κεφαλαίου 9

- Αφού θα έχετε ολοκληρώσει τη μελέτη αυτού του κεφαλαίου θα μπορείτε:
  - Να γνωρίζετε τα συστήματα IoT καθώς και τις προκλήσεις που αυτά θέτουν.
  - Να κατανοείτε τις έννοιες και τη δομή των έξυπνων αντικειμένων, των αισθητήρων, των ενεργοποιητών, των μορφοτροπέων, καθώς και των RFID.
  - Να κατανοείτε τη δομή των συστημάτων IoT και την αρχιτεκτονική τους.
  - Να γνωρίζετε πώς τα έξυπνα αντικείμενα συνδέονται μεταξύ τους, καθώς και τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για τη διασύνδεσή τους.
  - Να γνωρίζετε τα εργαλεία σχεδιασμού και πρωτοτυποποίησης εφαρμογών IoT, όπως τις πλατφόρμες Arduino και Raspberry Pi.
  - Να γνωρίζετε πού εφαρμόζεται η τεχνολογία IoT.



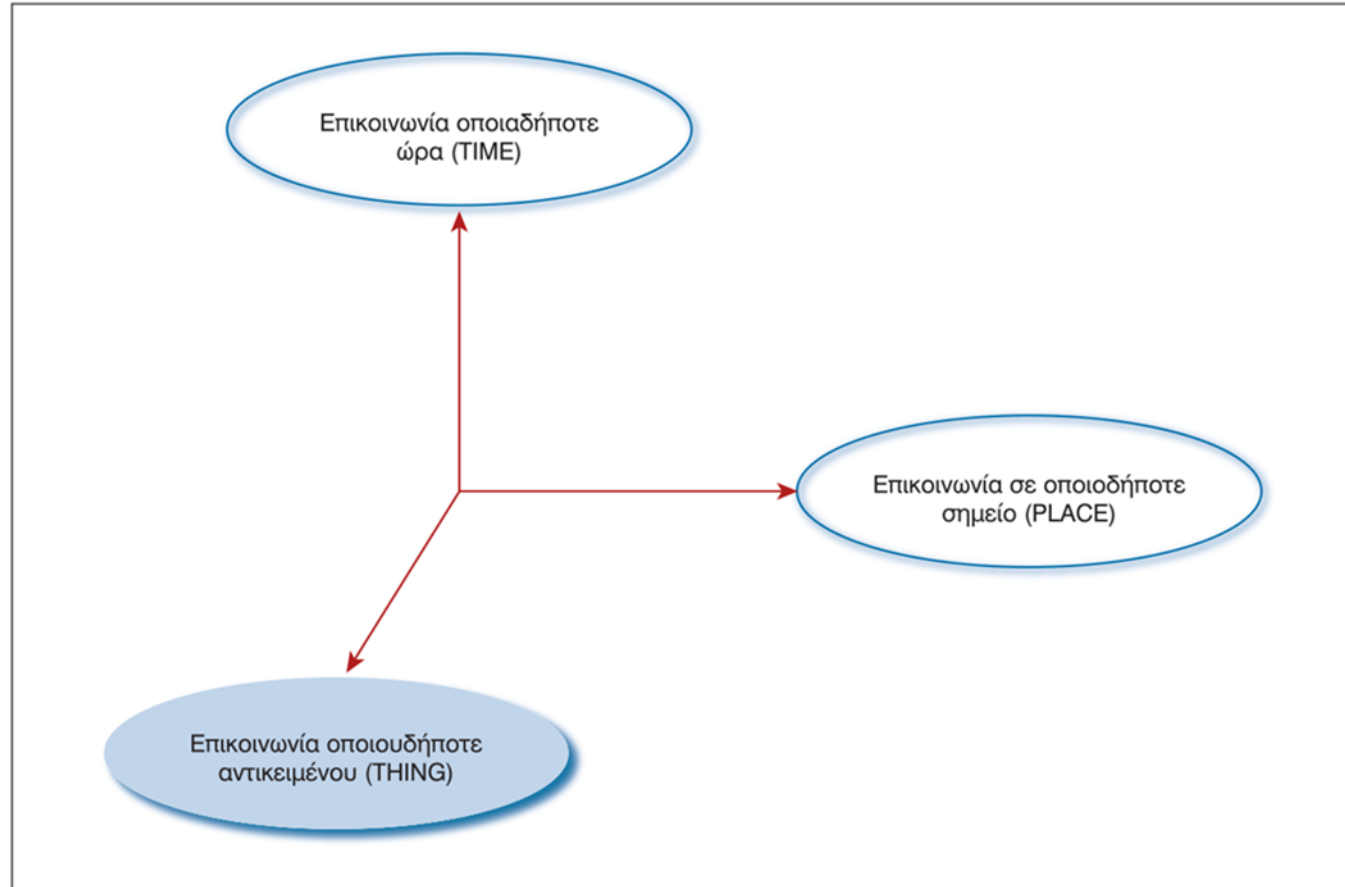
# Το όραμα του Nikola Tesla

- Το 1926 ο διάσημος Nikola Tesla οραματίστηκε έναν «συνδεδεμένο κόσμο»
  - *Όταν οι ασύρματες επικοινωνίες εφαρμοστούν σε ολόκληρη τη Γη, αυτή θα μετατραπεί σε έναν τεράστιο εγκέφαλο, στον οποίο όλα τα αντικείμενα θα είναι μέρη ενός αρμονικά συνεργαζόμενου συνόλου ... που θα είναι σε θέση να κάνει ό,τι και το τηλέφωνο σήμερα, με έναν εκπληκτικά πιο απλό σε σύγκριση με το παρόν τρόπο. Ένας άνδρας θα μπορεί να μεταφέρει το τηλέφωνο στην τσέπη του.*





# Επικοινωνία οποιουδήποτε αντικειμένου, οποιαδήποτε ώρα και σε οποιοδήποτε σημείο



**ΕΙΚΟΝΑ 9.1**

Επικοινωνία οποιοδήποτε αντικειμένου, οποιαδήποτε ώρα και σε οποιοδήποτε σημείο.



# Τα βασικά χαρακτηριστικά του IoT /1

- **Διασυνδεσιμότητα (interconnectivity)**
  - Οποιοδήποτε έξυπνο αντικείμενο μπορεί να διασυνδεθεί με το διαδίκτυο.
- **Υπηρεσίες που σχετίζονται με τα έξυπνα αντικείμενα (things-related services)**
  - Το IoT είναι ικανό να παρέχει υπηρεσίες σχετικές με τα έξυπνα αντικείμενα στο πλαίσιο των περιορισμών που έχουν αυτά τα αντικείμενα, όπως η προστασία της ιδιωτικότητας και η σημασιολογική συνοχή μεταξύ των φυσικών και των αντίστοιχων εικονικών αντικειμένων.
- **Διαχείριση της ετερογένειας (heterogeneity)**
  - Οι συσκευές στο IoT είναι ετερογενείς, καθώς κατασκευάζονται από διάφορους κατασκευαστές και έχουν διαφορετική λειτουργία και παράγουν διαφορετικά δεδομένα.



# Τα βασικά χαρακτηριστικά του IoT /2

- **Υποστηρίζει δυναμικές αλλαγές**
  - Η κατάσταση των συσκευών αλλάζει δυναμικά όσον αφορά:
    - την κατάσταση των αντικειμένων, π.χ. ενεργό/ανενεργό, συνδεδεμένο/αποσυνδεδεμένο αντικείμενο,
    - τη θέση των συσκευών στο χώρο,
    - την ταχύτητα σύνδεσης, καθώς και
    - τον αριθμό των αντικειμένων που συμμετέχουν στο συγκεκριμένο σενάριο λειτουργίας.
- **Το IoT είναι τεράστιας κλίμακας:**
  - Το 2020 αναμένεται να είναι συνδεδεμένα στο διαδίκτυο 20 δισεκατομμύρια έξυπνες συσκευές (smart objects).



# Τεχνολογικές προκλήσεις στο ΙοΤ

## ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ

Διασύνδεση των  
αντικειμένων

Ανάπτυξη  
προτύπων

Συμβατότητα των  
αντικειμένων

Ανάλυση μεγάλου  
όγκου δεδομένων



# Κοινωνικές προκλήσεις

- Οι απαιτήσεις των καταναλωτών αλλάζουν διαρκώς.
- Δημιουργούνται νέες χρήσεις για συσκευές, καθώς και νέες συσκευές, με ταχύτατους ρυθμούς.
- Υπάρχει έλλειψη εμπιστοσύνης των καταναλωτών στο να αγοράσουν διασυνδεδεμένα προϊόντα, το οποίο εμποδίζει το IoT να εκπληρώσει το πραγματικό του δυναμικό.
- Υπάρχει έλλειψη κατανόησης ή εκπαίδευσης εκ μέρους των καταναλωτών.





# Τα έξυπνα αντικείμενα

- Τα έξυπνα αντικείμενα είναι είτε **φυσικά** αντικείμενα είτε **εικονικές οντότητες**.

Έχουν ταυτότητα

Έχουν ενσωματωμένους αισθητήρες

Έχουν δυνατότητα να επεξεργάζονται την πληροφορία που συλλέγουν, και να την αποθηκεύουν.

Έχουν μία πηγή ενέργειας

Δεν μπορεί να είναι κακόβουλα.

Σέβονται την ιδιωτικότητα (privacy) και την ασφάλεια (security)

Επικοινωνούν μεταξύ τους.



# Εσωτερικές δυνατότητες έξυπνων αντικειμένων

Ικανότητα καταγραφής των συμβάντων τόσο εσωτερικών, όσο και των εξωτερικών.

Ικανότητα αναγνώρισης εσωτερικής κατάστασης (self-awareness).

Ικανότητα αυτοδιαχείρισης, που περιλαμβάνει λειτουργίες για τη χρήση των πληροφοριών που συλλέγονται προκειμένου το αντικείμενο από μόνο του να διαχειριστεί τον κύκλο ζωής του.



# Περιβαλλοντικές δυνατότητες έξυπνων αντικειμένων

Οι ικανότητες αυτές επιτρέπουν στα αντικείμενα να αποκτήσουν και να βελτιώσουν τη γνώση τους τόσο για το φυσικό όσο και για το ψηφιακό περιβάλλον στο οποίο λειτουργούν. Αυτό περιλαμβάνει, εκτός από τη βασική ικανότητα επίγνωσης των κοντινών αντικειμένων και γεγονότων (αισθητήρες), τις ικανότητες:

Της επίγνωσης των προτιμήσεων και της συμπεριφοράς του ανθρώπου (human-awareness) με τον οποίο αλληλοεπιδρά, με σκοπό τη βελτίωση της εμπειρίας του χρήστη (user experience).

Της κοινωνικής ετοιμότητας (social readiness) του αντικειμένου, η οποία σχετίζεται με την ικανότητα του αντικειμένου να επιδεικνύει κοινωνική συμπεριφορά



# Τεχνικές δυνατότητες έξυπνων αντικειμένων

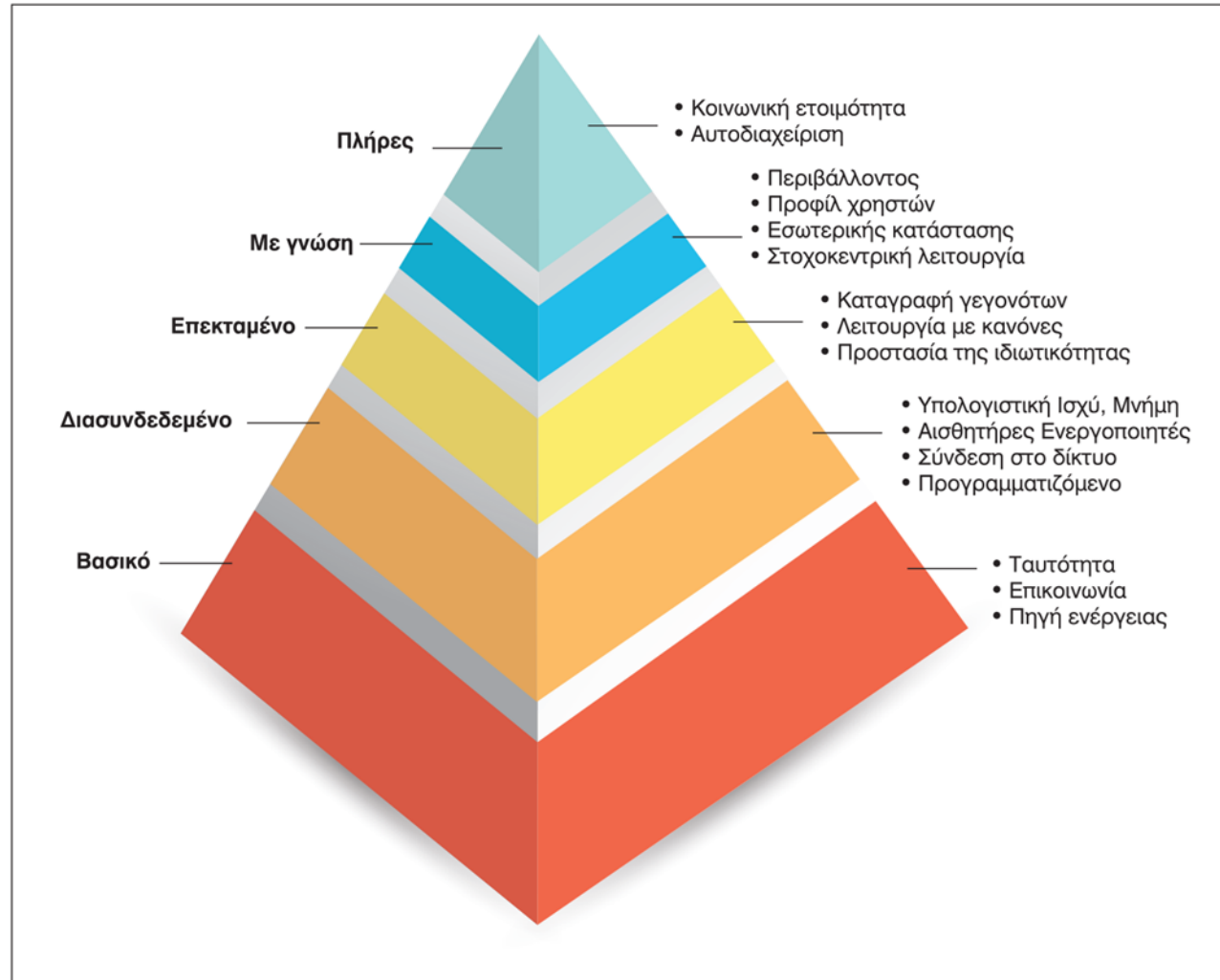
Προγραμματισμού των έξυπνων αντικειμένων

Λειτουργίας με βάση κανόνες (rule based)

Στοχοκεντρικής λειτουργίας (goal orientation)



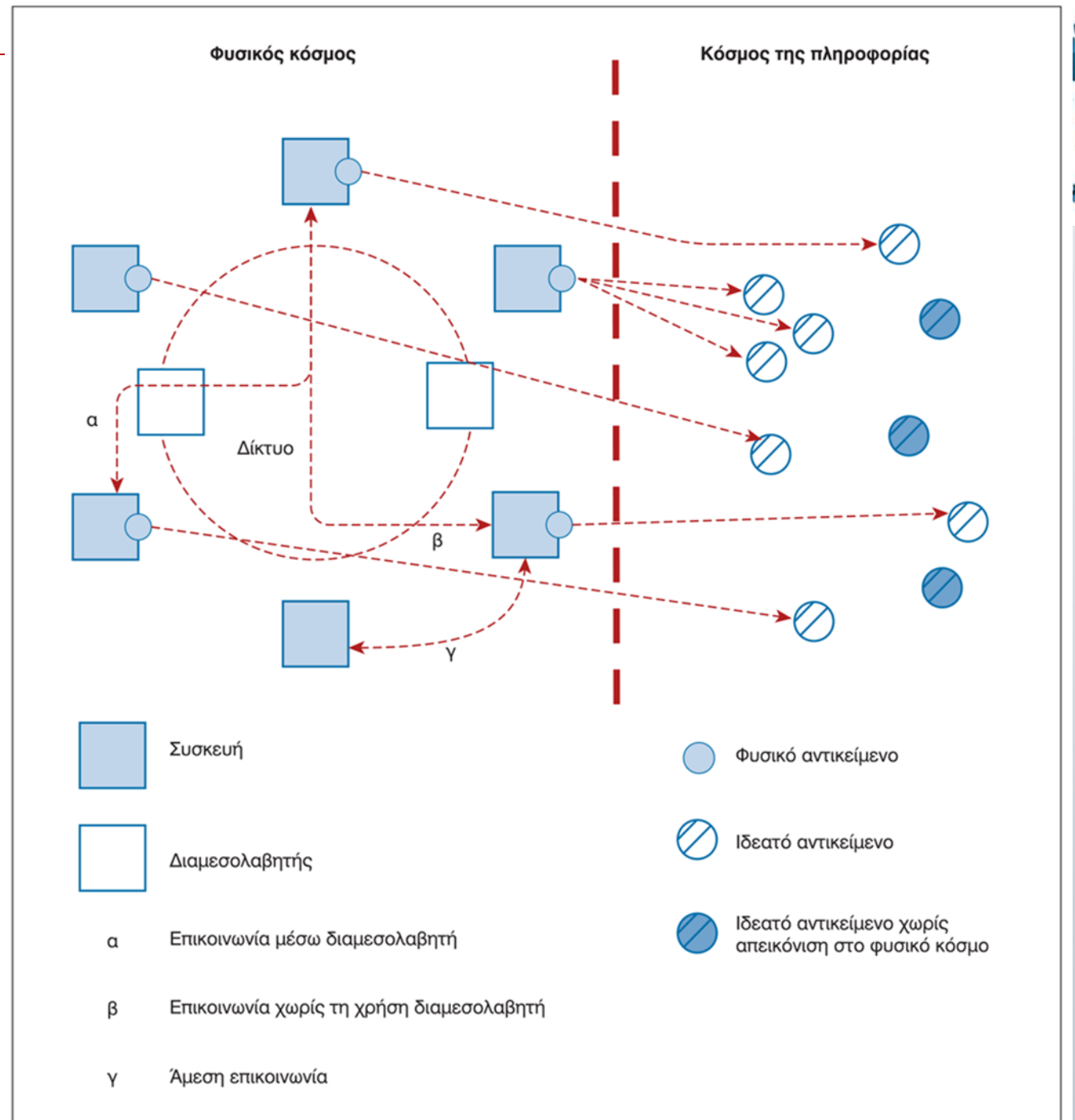
# Τα χαρακτηριστικά ενός έξυπνου αντικειμένου



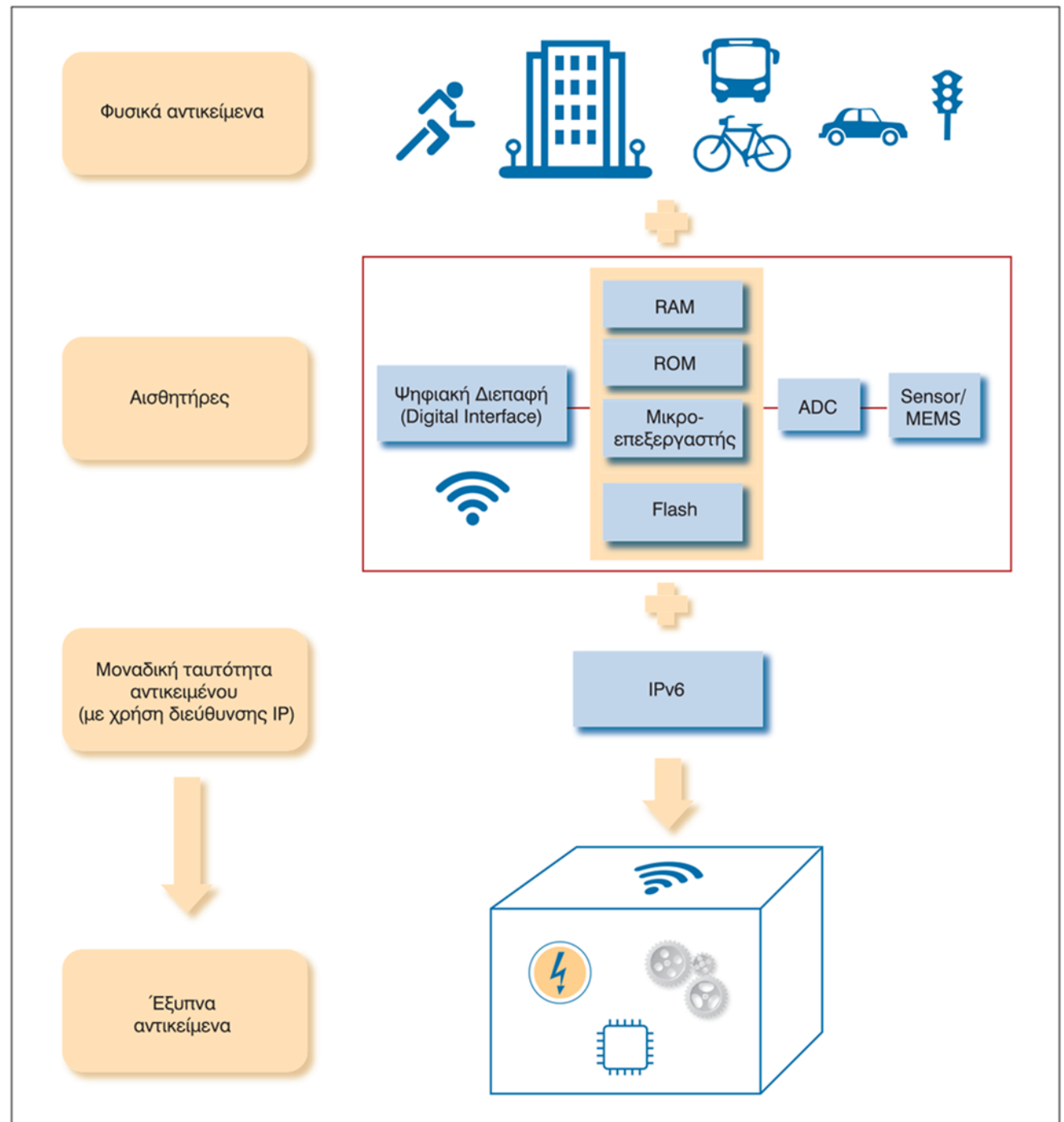
**EIKONA 9.3**

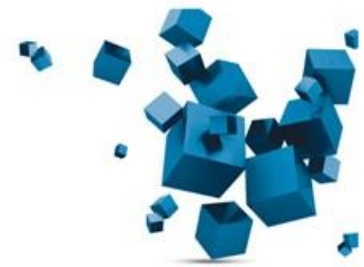
Τα χαρακτηριστικά ενός έξυπνου αντικειμένου.

# Ενιαίο μοντέλο αντικειμένων στο IoT

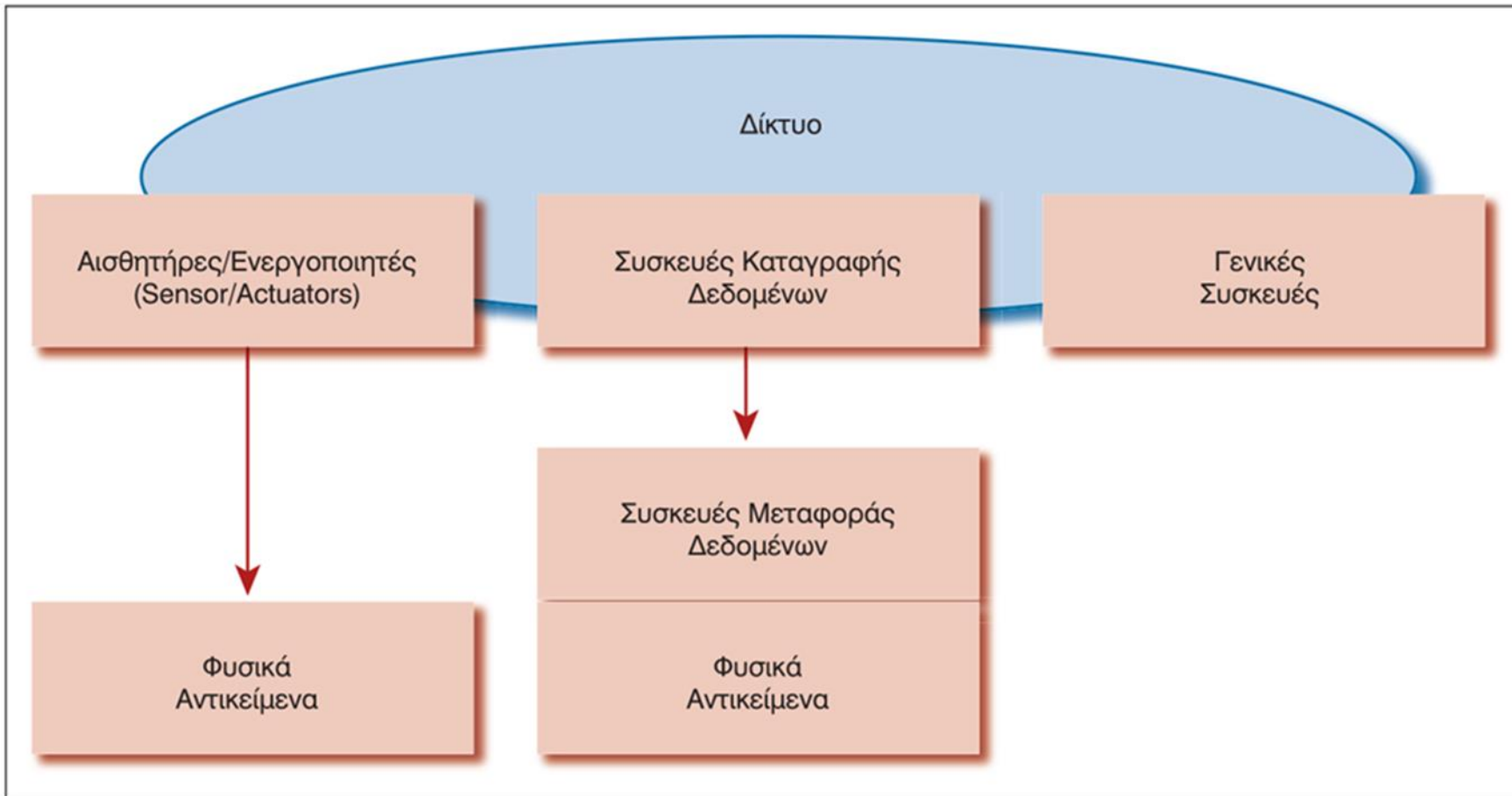


# Η δομή των έξυπνων αντικειμένων





# Κατηγορίες συσκευών/αντικειμένων



**ΕΙΚΟΝΑ 9.6**

Κατηγορίες συσκευών/αντικειμένων.

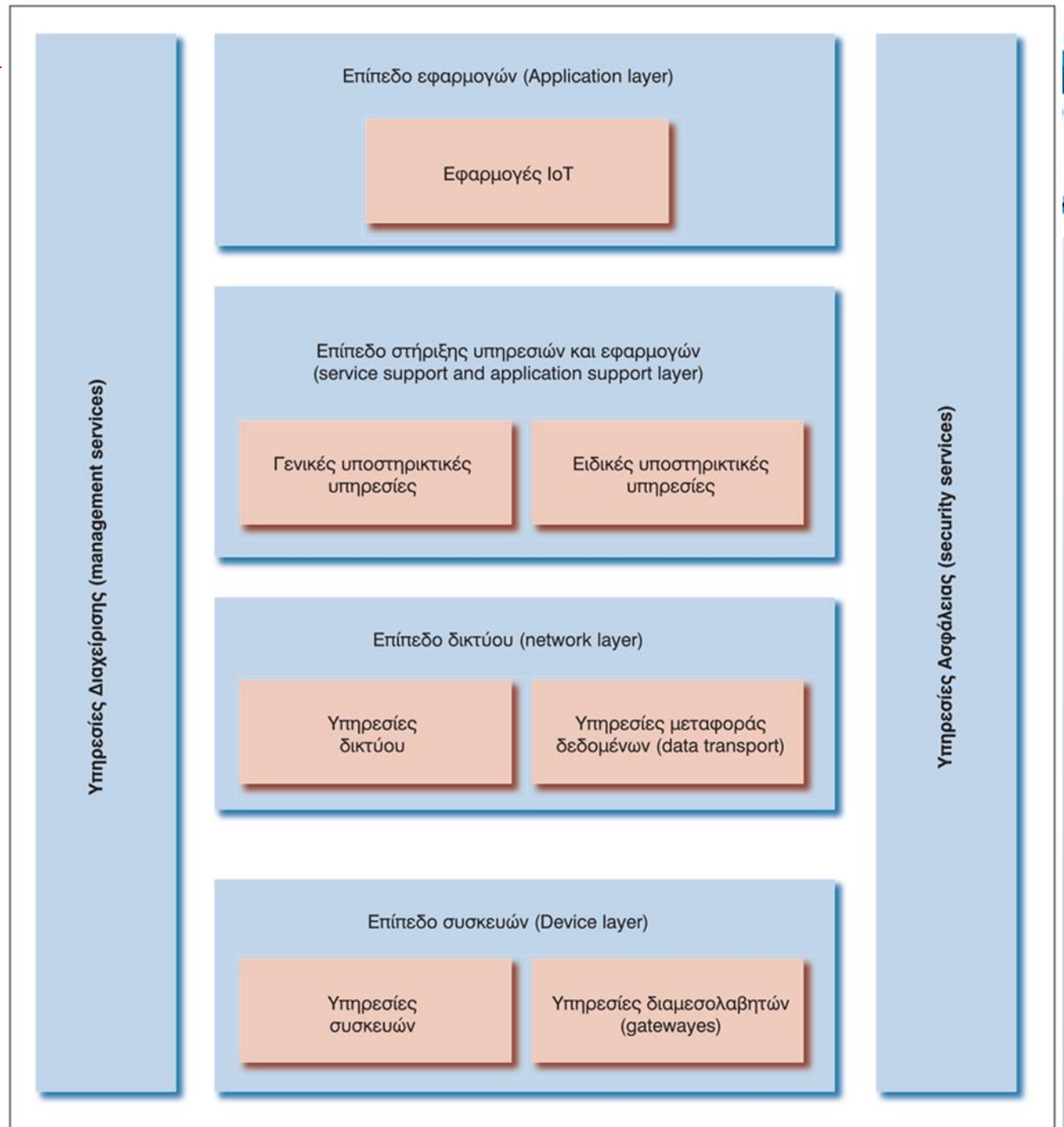




# Η αρχιτεκτονική του IoT

- **Μοναδικό τρόπο ταυτοποίησης** (identification based connectivity).
- **Διαλειτουργικότητα** (interoperability)
- **Αυτόνομη δικτύωση** (autonomic networking)
- **Αυτόνομη παροχή υπηρεσιών** (autonomic services provisioning)
- **Ικανότητες βάσει της τοποθεσίας** (location-based capabilities)
- **Ασφάλεια και προστασία της ιδιωτικότητας** (security and privacy protection)
- **Άμεση λειτουργία** (plug and play)
- **Διαχειρισιμότητα** (manageability)

# Αρχιτεκτονική αναφοράς ΙοΤ σύμφωνα με το ITU –T Υ.2060





# Αρχιτεκτονική αναφοράς ΙοΤ

## ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΤΟΥ ΙοΤ

Επίπεδο  
Εφαρμογών  
(application layer)

Επίπεδο Υποστήριξης  
Υπηρεσιών & Εφαρμογών  
(service support and  
application  
support  
layer)

Επίπεδο του Δικτύου  
(network layer)

Επίπεδο των Συσκευών  
(device layer)

# Επικοινωνία έξυπνων συσκευών / Device to device

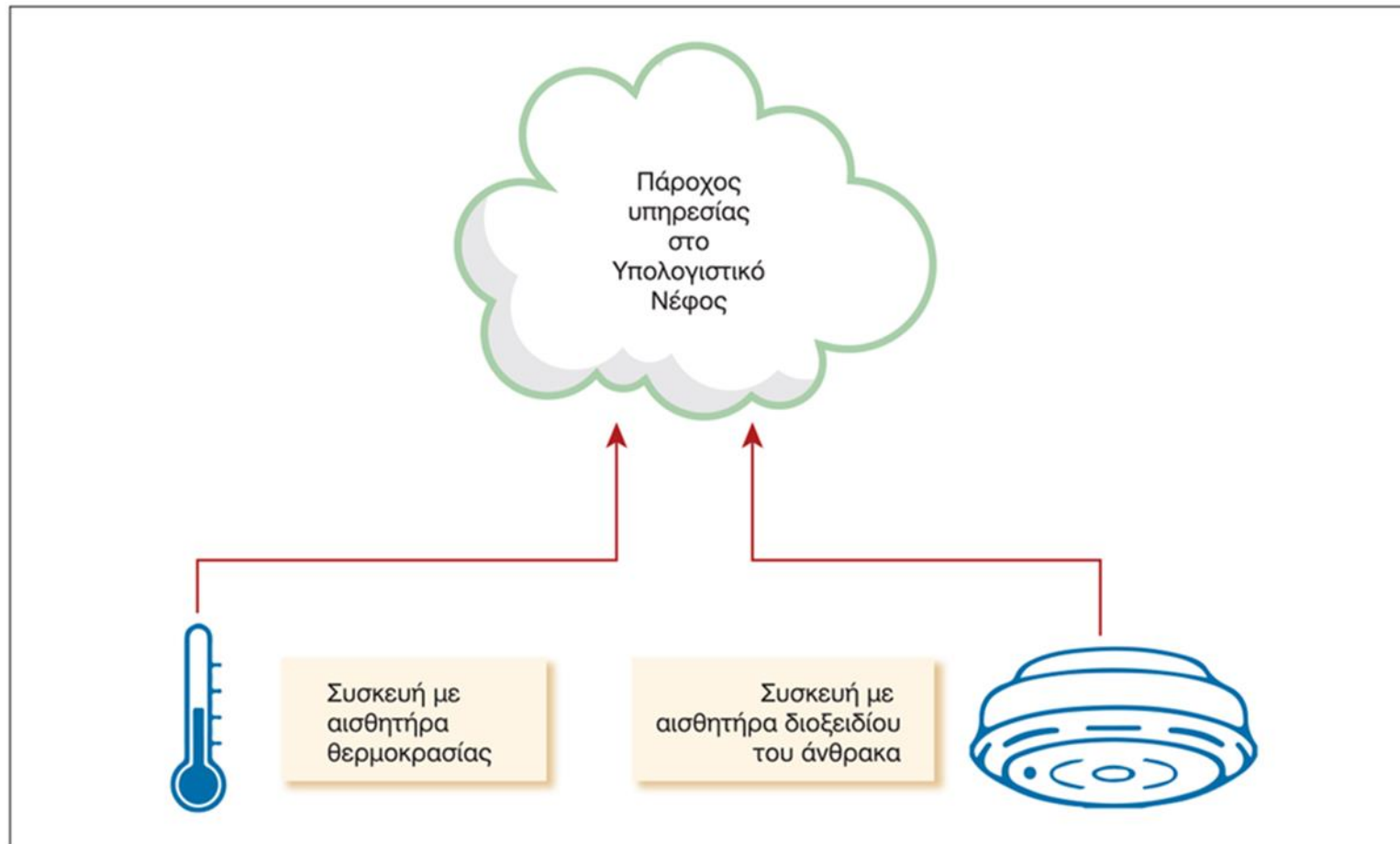


**EIKONA 9.8**

Device-to-Device Communication.

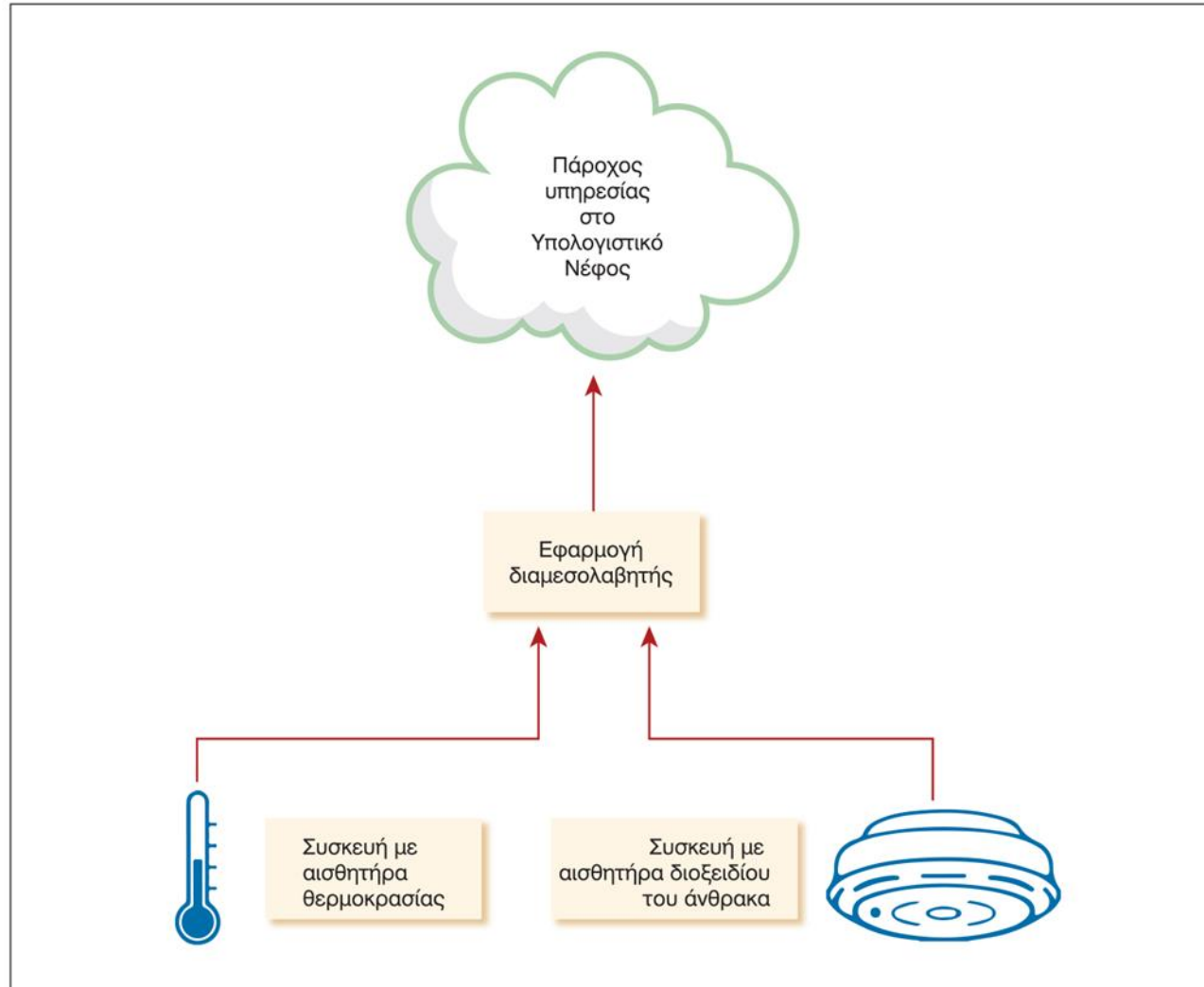


# Επικοινωνία έξυπνων συσκευών – Device to cloud



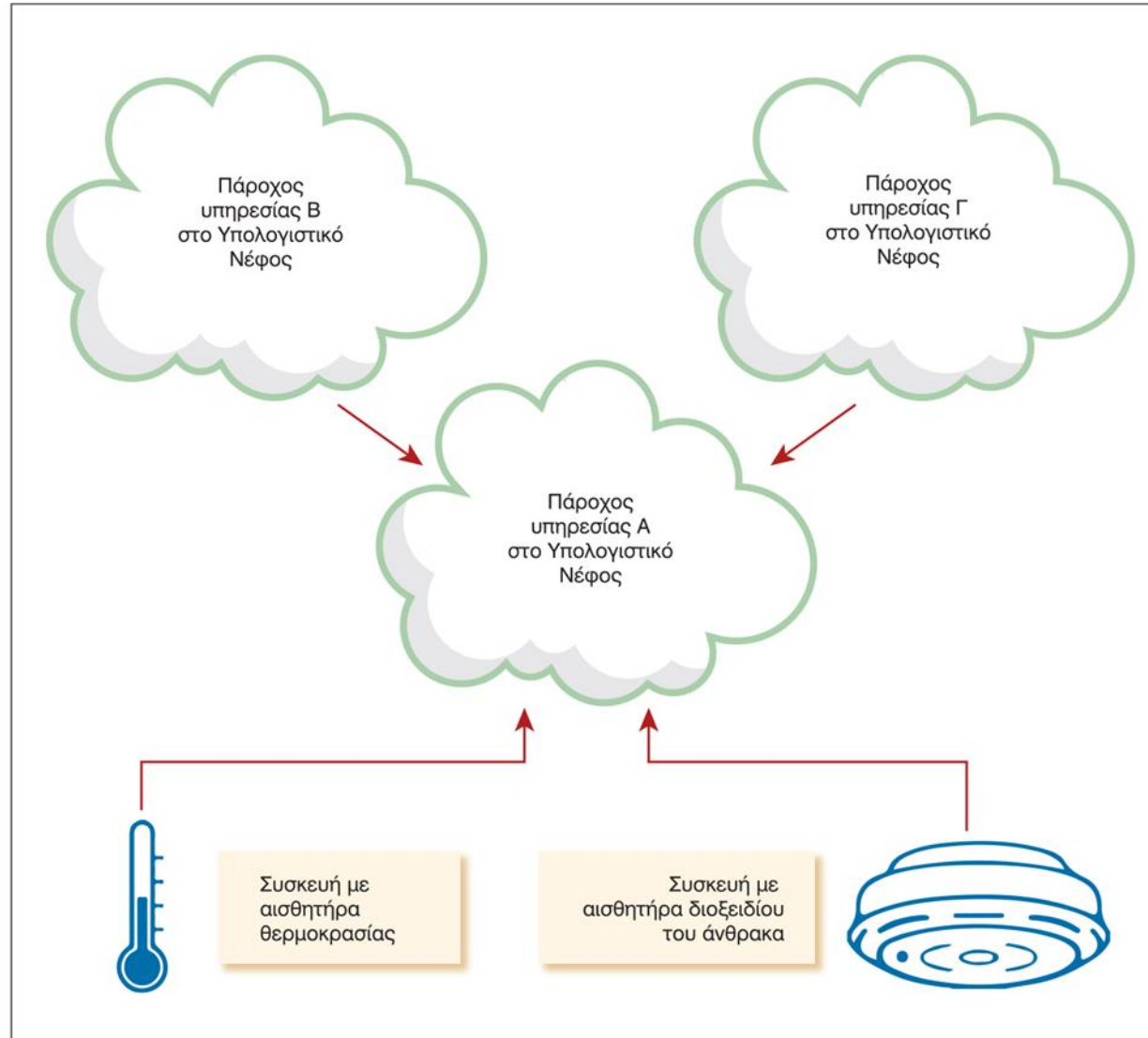
**ΕΙΚΟΝΑ 9.9**  
Επικοινωνία Device-to-Cloud.

# Επικοινωνία έξυπνων συσκευών / Device to gateway

**ΕΙΚΟΝΑ 9.10**

Επικοινωνία Device-to-Gateway.

## Επικοινωνία έξυπνων συσκευών / Back end data sharing

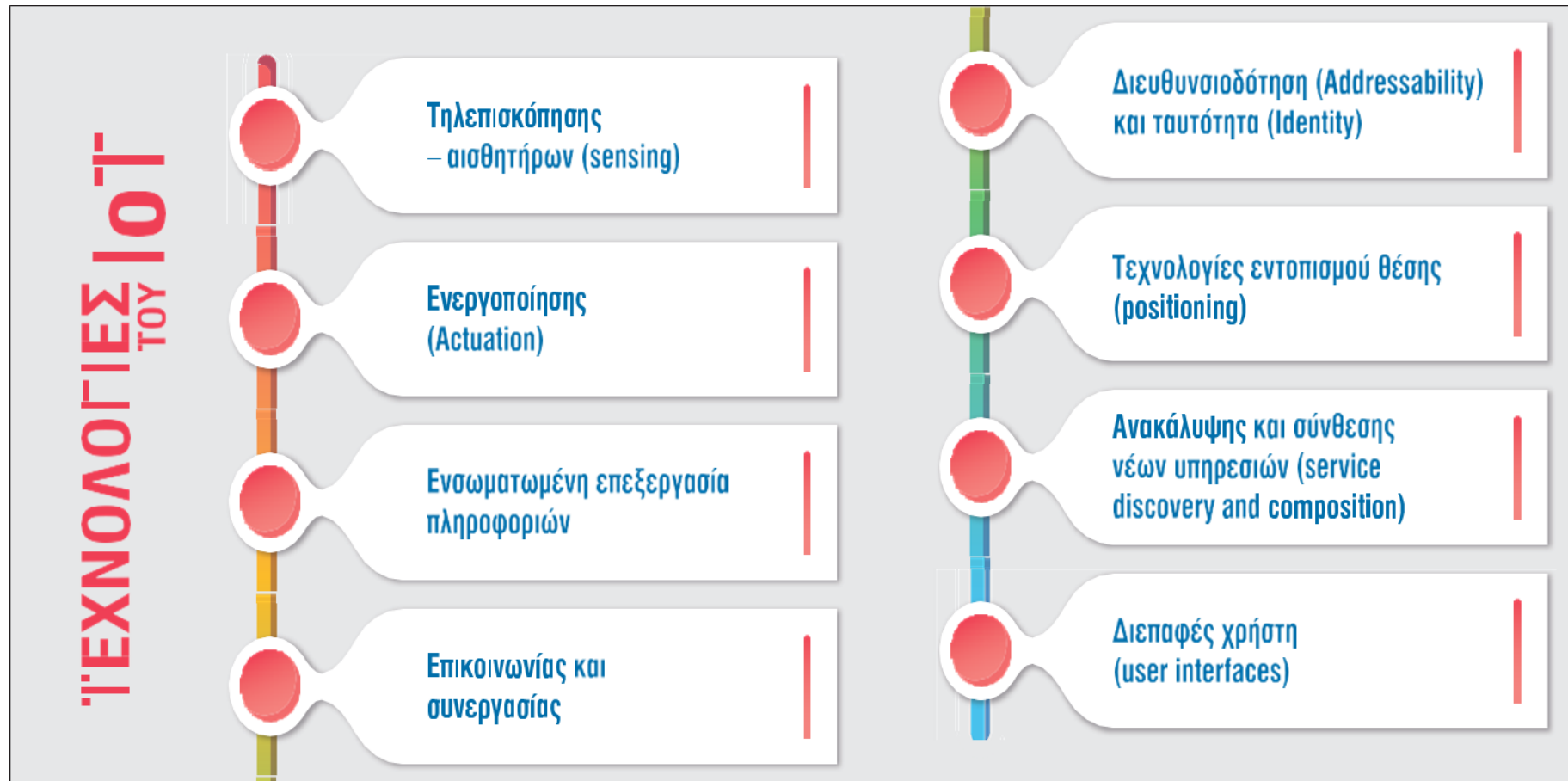


ΕΙΚΟΝΑ 9.11

Μοντέλο επικοινωνίας Back-End Data-Sharing.



# Οι τεχνολογίες του ΙοΤ







# Ταυτοποίηση των αντικειμένων

- **Η ταυτότητα**, το αναγνωριστικό του αντικειμένου, αναφέρεται στο όνομά του, π.χ. "T1" για έναν συγκεκριμένο αισθητήρα θερμοκρασίας, ενώ η διεύθυνση του αντικειμένου αναφέρεται στη διεύθυνση που έχει αυτό μέσα σε ένα δίκτυο επικοινωνιών.
- Για το IoT διατίθενται πολλές μέθοδοι αναγνώρισης, όπως
  - Uniform Resource Identifier (URI),
  - οι διάχυτοι κωδικοί (Ubiquitous Codes uCodes),
  - ηλεκτρονικοί κωδικοί προϊόντων (Electronic Product Codes - EPC) κ.λπ.



# Uniform Resource Identifier (URI)

- Ένα **Uniform Resource Identifier (URI)** είναι μια μοναδική ακολουθία χαρακτήρων με τη μορφή ενός συνδέσμου ιστού που αναφέρεται σε κάποιο αφηρημένο ή φυσικό πόρο.

`https://john.doe@www.example.com:123/forum/questions/?tag=networking&order=newest#top`

Labels above the URI: `userinfo` (under `john.doe`), `host` (under `www.example.com`), `port` (under `123`).

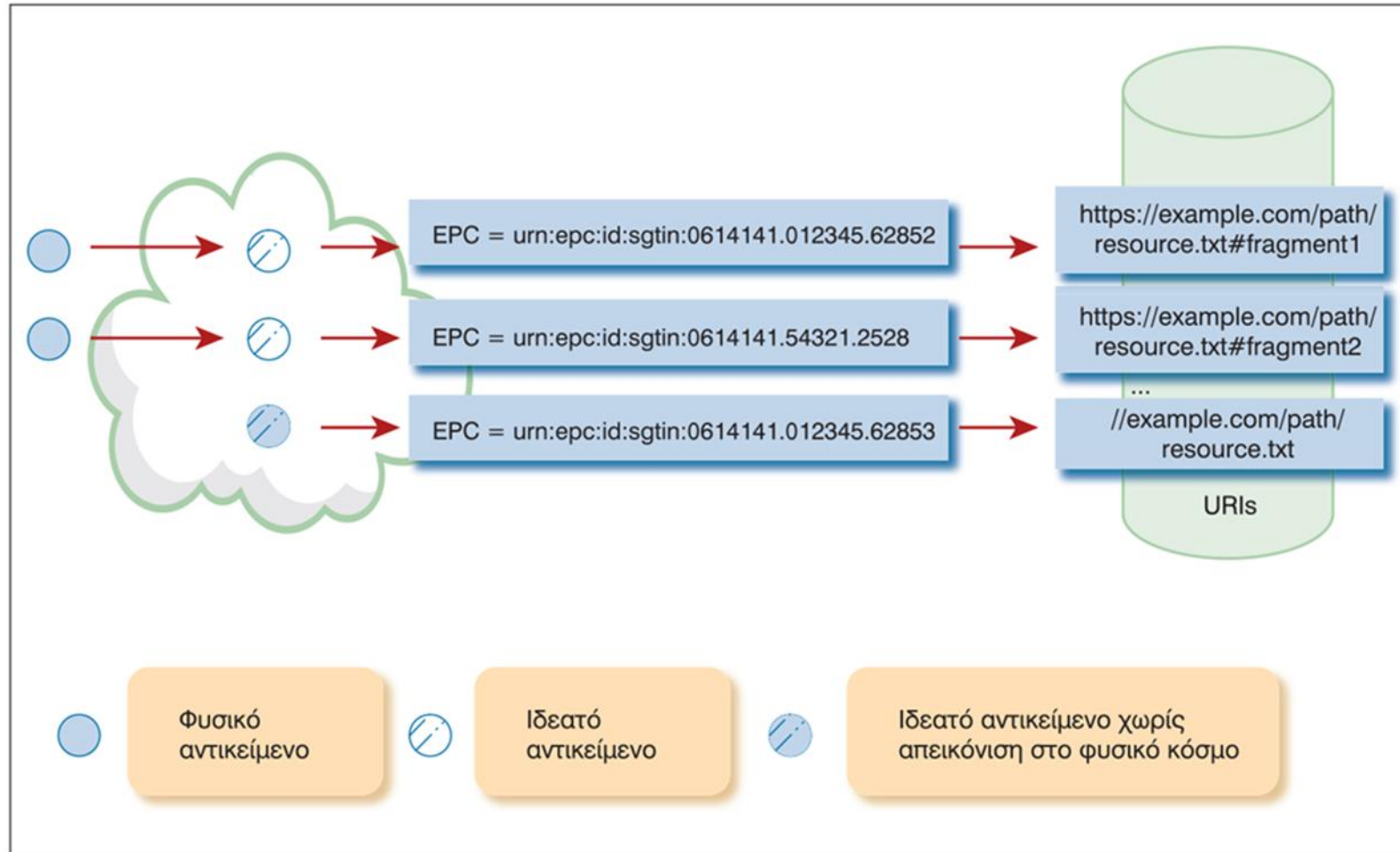
Labels below the URI: `scheme` (under `https`), `authority` (under `john.doe@www.example.com`), `path` (under `/forum/questions/`), `query` (under `?tag=networking&order=newest`), `fragment` (under `#top`).

`mailto:John.Doe@example.com`

Labels below the URI: `scheme` (under `mailto`), `path` (under `John.Doe@example.com`).



# Electronic Product Codes (EPC)



**ΕΙΚΟΝΑ 9.12**

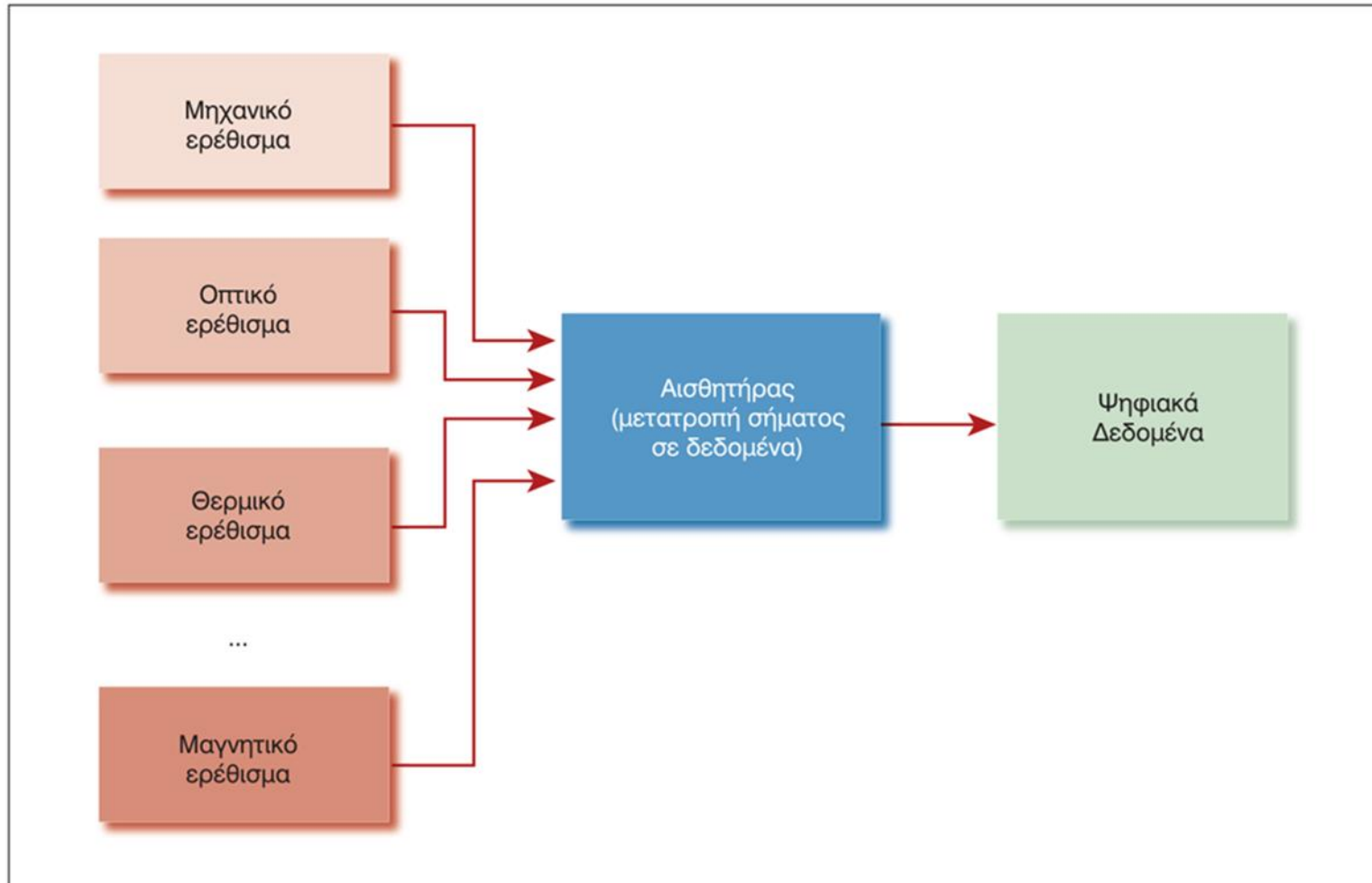
Παράδειγμα λειτουργίας EPC.



# ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ – ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕΣ - RFID



# Η λειτουργία ενός αισθητήρα



**EIKONA 9.13**

Η λειτουργία ενός αισθητήρα.

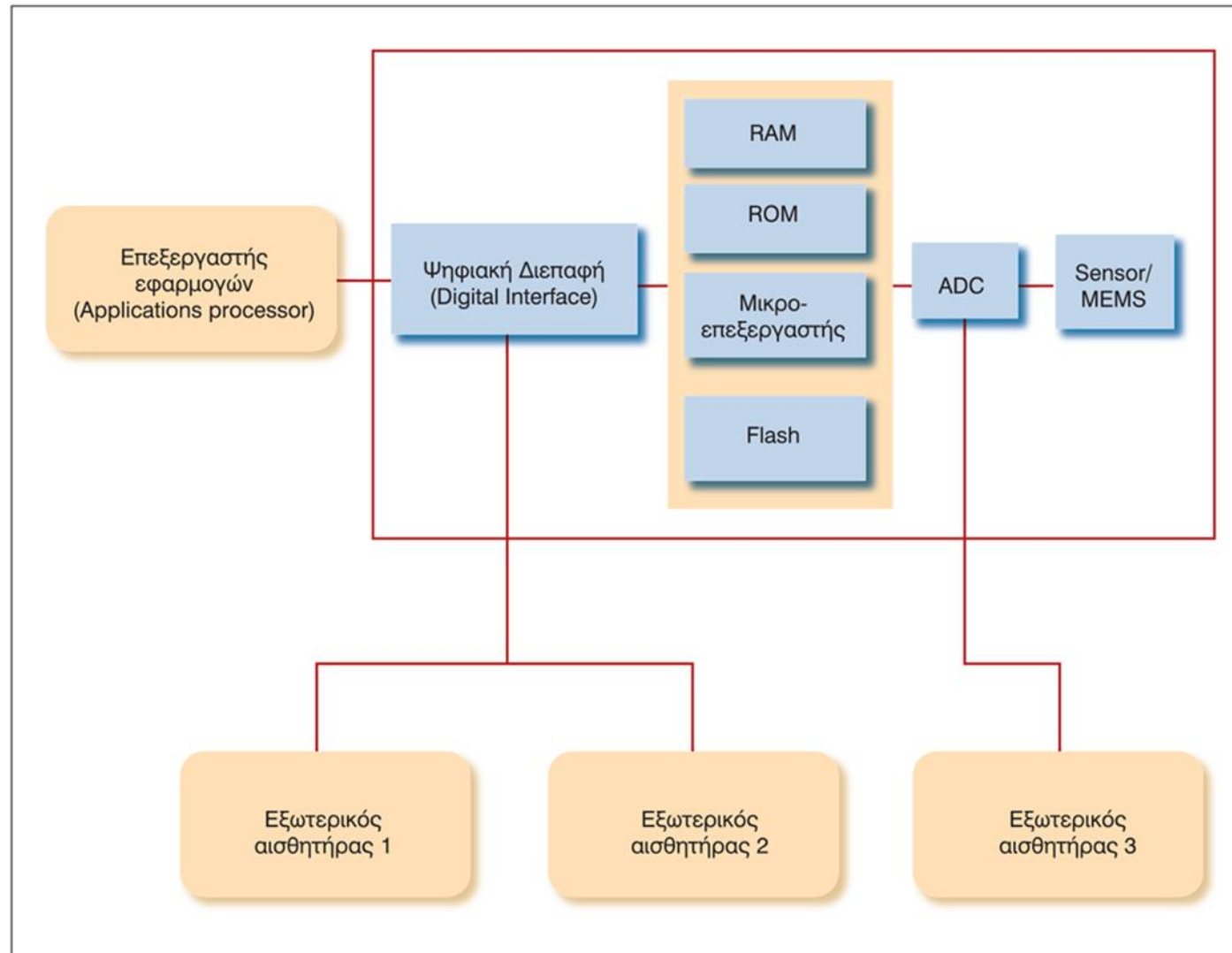


# Είδη αισθητήρων

- Όπως αναφέραμε, υπάρχει μεγάλος αριθμός αισθητήρων. Δεν θα ήταν υπερβολή να αναφέρουμε ότι υπάρχουν εκατοντάδες διαφορετικοί τύποι ([https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_sensors](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_sensors)). Βασικές κατηγορίες από τους πιο συνηθισμένους τύπους, όπως:
  - Αισθητήρες ταχύτητας-επιτάχυνσης
  - Αισθητήρες κίνησης
  - Αισθητήρες θερμοκρασίας
  - Αισθητήρες πίεσης
  - Αισθητήρες παραμόρφωσης-δύναμης
  - Αισθητήρες μετακίνησης-θέσης
  - Αισθητήρες ροής και στάθμης
  - Μαγνητικούς αισθητήρες κ.λπ.



# Η δομή ενός έξυπνου αισθητήρα



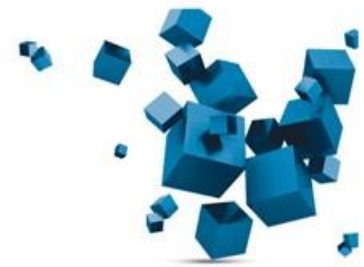
**EIKONA 9.14**

Η δομή ενός έξυπνου αισθητήρα.

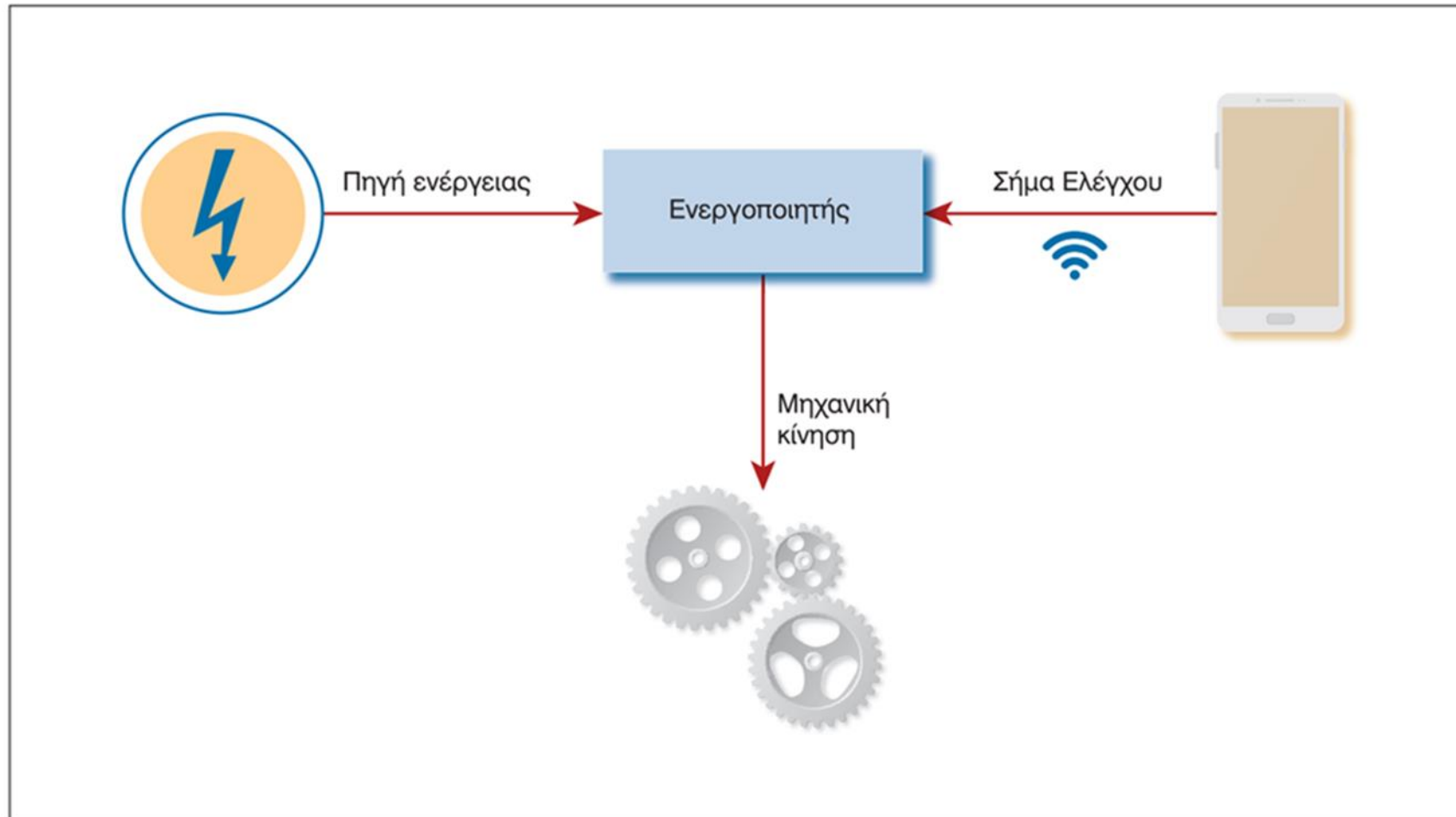
# Ποιοτικά χαρακτηριστικά ενός αισθητήρα

<b>Εύρος (range)</b>	Τα όρια στα οποία ο αισθητήρας λειτουργεί αξιόπιστα.
<b>Πιστότητα (accuracy)</b>	Η εγγύτητα της τιμής εξόδου προς την τιμή εισόδου. Δίνεται ως ποσοστό επί του εύρους λειτουργίας του αισθητήρα (π.χ. ένας αισθητήρας πίεσης που έχει περιοχή λειτουργίας από 0 έως 20 bar και έχει πιστότητα $\pm 1\%$ συνεπάγεται ότι θα έχουμε μέγιστη αβεβαιότητα αισθητήρα 0,1 bar).
<b>Σφάλμα</b>	Η διαφορά ανάμεσα στη μετρούμενη τιμή και στην πραγματική τιμή.
<b>Ανοχή</b>	Το μέγιστο σφάλμα που μπορεί να δείξει ο αισθητήρας.
<b>Διακριτική ικανότητα</b>	Η μικρότερη αλλαγή τιμής εισόδου που μπορεί να ανιχνεύσει.
<b>Ευαισθησία</b>	Η σχέση της αλλαγής εξόδου προς την αλλαγή εισόδου είναι ίση με τη διαφορά των τιμών της εξόδου προς τη διαφορά των αντίστοιχων τιμών εισόδου.
<b>Νεκρή ζώνη</b>	Το μέγιστο ποσό αλλαγής της εισόδου που δεν επιφέρει αλλαγή στην έξοδο.
<b>Γραμμικότητα</b>	Ο βαθμός στον οποίο η γραφική παράσταση της εξόδου είναι γραμμική.
<b>Απόκριση</b>	Ο χρόνος που απαιτείται για να λάβει την τελική τιμή η έξοδος. Ιδανικά θα πρέπει να είναι μηδενή όσο το δυνατόν μικρότερος.
<b>Καθυστέρηση</b>	Η καθυστέρηση της αλλαγής της εξόδου ως προς την είσοδο.
<b>Ευστάθεια</b>	Η μεταβολή της εξόδου σε μεγάλη χρονική περίοδο, χωρίς μεταβολή της εισόδου και των συνθηκών.
<b>Υστέρηση</b>	Η διαφορά στην έξοδο όταν η κατεύθυνση της μεταβολής της εισόδου αντιστραφεί.
<b>Επαναληψιμότητα</b>	Η παραγωγή του ίδιου αποτελέσματος, σε διαφορετικές χρονικές στιγμές, με την ίδια είσοδο.
<b>Ολίσθηση</b>	Η μεταβολή των χαρακτηριστικών του αισθητήρα με τον χρόνο και το περιβάλλον. Ολίσθηση μηδενός (zero drift) είναι η περίπτωση που έχουμε ένα μη μηδενικό σήμα εξόδου όταν το σήμα εισόδου είναι μηδέν, ενώ ολίσθηση ευαισθησίας (sensitivity drift) είναι το ποσό μεταβολής της ευαισθησίας ενός αισθητήρα λόγω μεταβολής των περιβαλλοντικών συνθηκών.
<b>Συστηματικό σφάλμα (bias)</b>	Συστηματικό σφάλμα σε όλο το εύρος λειτουργίας, το οποίο μπορεί να αντισταθμιστεί μέσω βαθμονόμησης.





# Ενεργοποιητής



**ΕΙΚΟΝΑ 9.16**

Τρόπος λειτουργίας ενεργοποιητή.

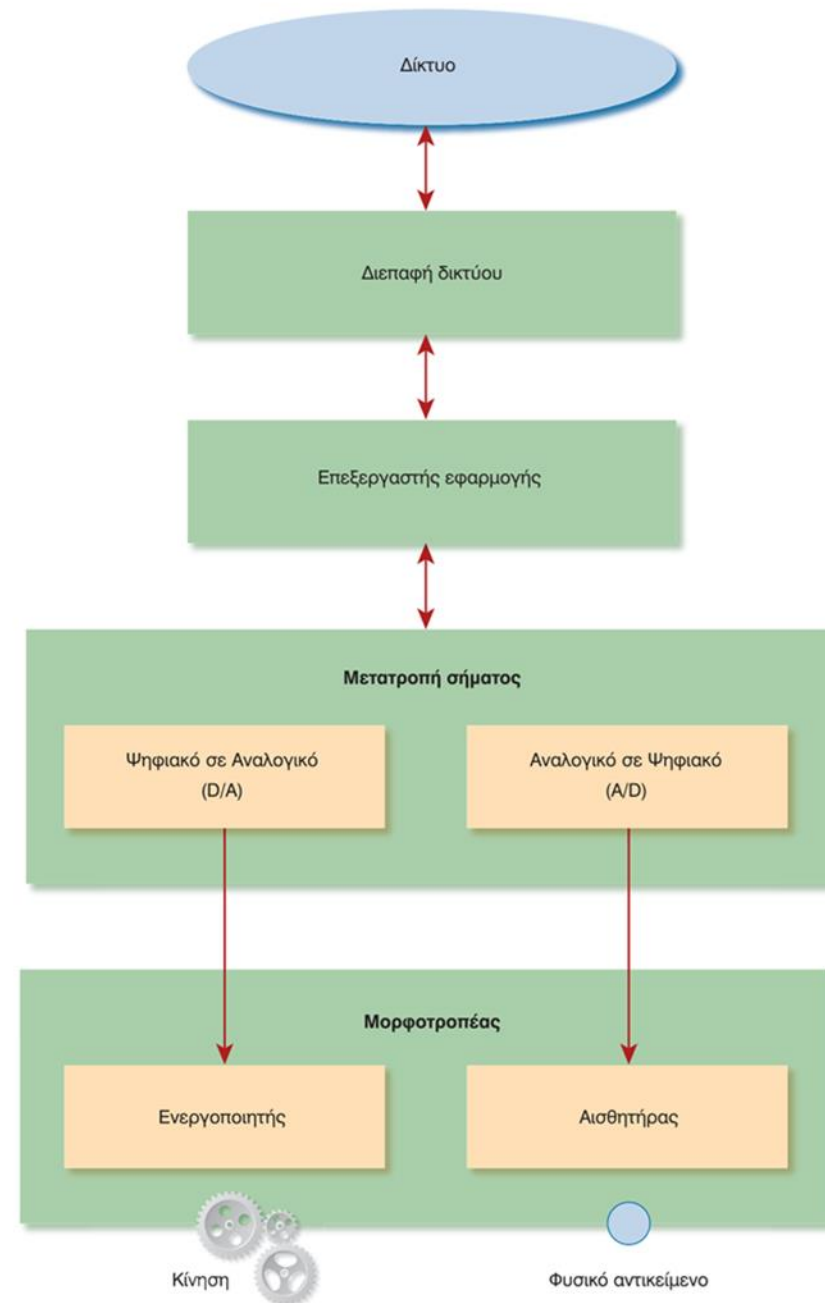


# Τύποι ενεργοποιητών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα ρομπότ

**EIKONA 9.17**

Διάφοροι τύποι ενεργοποιητών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα ρομπότ.

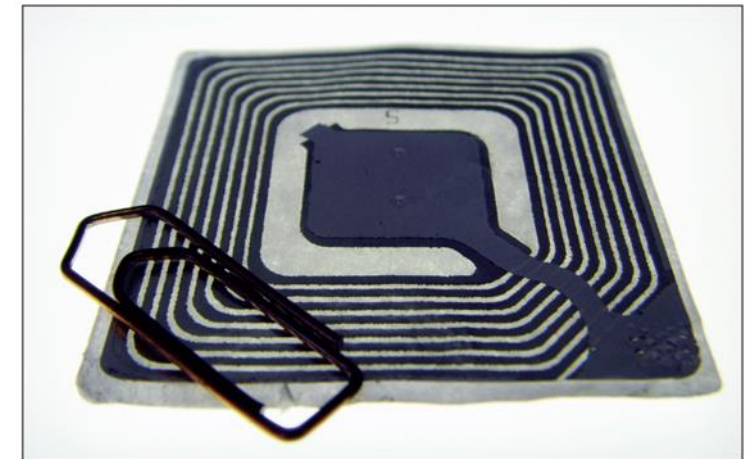
# Τρόπος λειτουργίας μορφοτροπέα



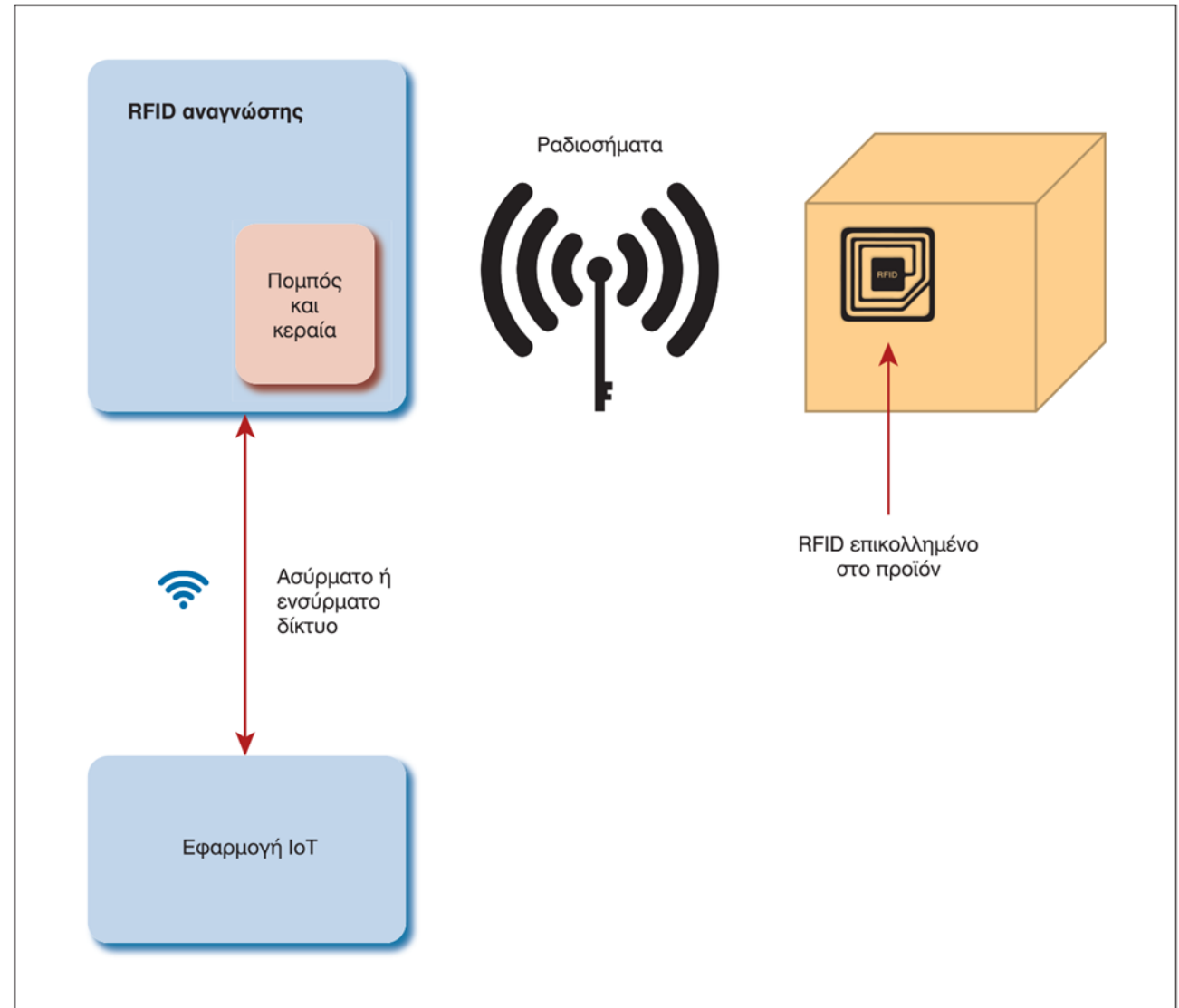


# Συστήματα ταυτοποίησης μέσω ραδιοσυχνοτήτων (RFIDs)

- Τα συστήματα ταυτοποίησης μέσω ραδιοσυχνοτήτων (Radio Frequency IDs – RFIDs), RFIDs χρησιμοποιούν μικροσκοπικές ετικέτες με ενσωματωμένα μικροσίπ και περιέχουν συνήθως μια μικρή σε μέγεθος μνήμη υπολογιστή ώστε να μπορούν να μεταδίδουν το περιεχόμενό τους μέσω ραδιοσημάτων σε μικρή απόσταση.
- Τα ραδιοσήματα αυτά αναγνωρίζονται από συσκευές που ονομάζονται αναγνώστες RFID (RFID readers).
- Ο αναγνώστης RFID αποτελείται από μια κεραία και έναν ραδιοφωνικό πομπό με λειτουργία αποκωδικοποίησης και είναι συνδεδεμένος σε μια σταθερή ή φορητή συσκευή. Συνήθως ο αναγνώστης εκπέμπει ραδιοκύματα σε απόσταση μεταξύ 2,5 cm και 30 m.



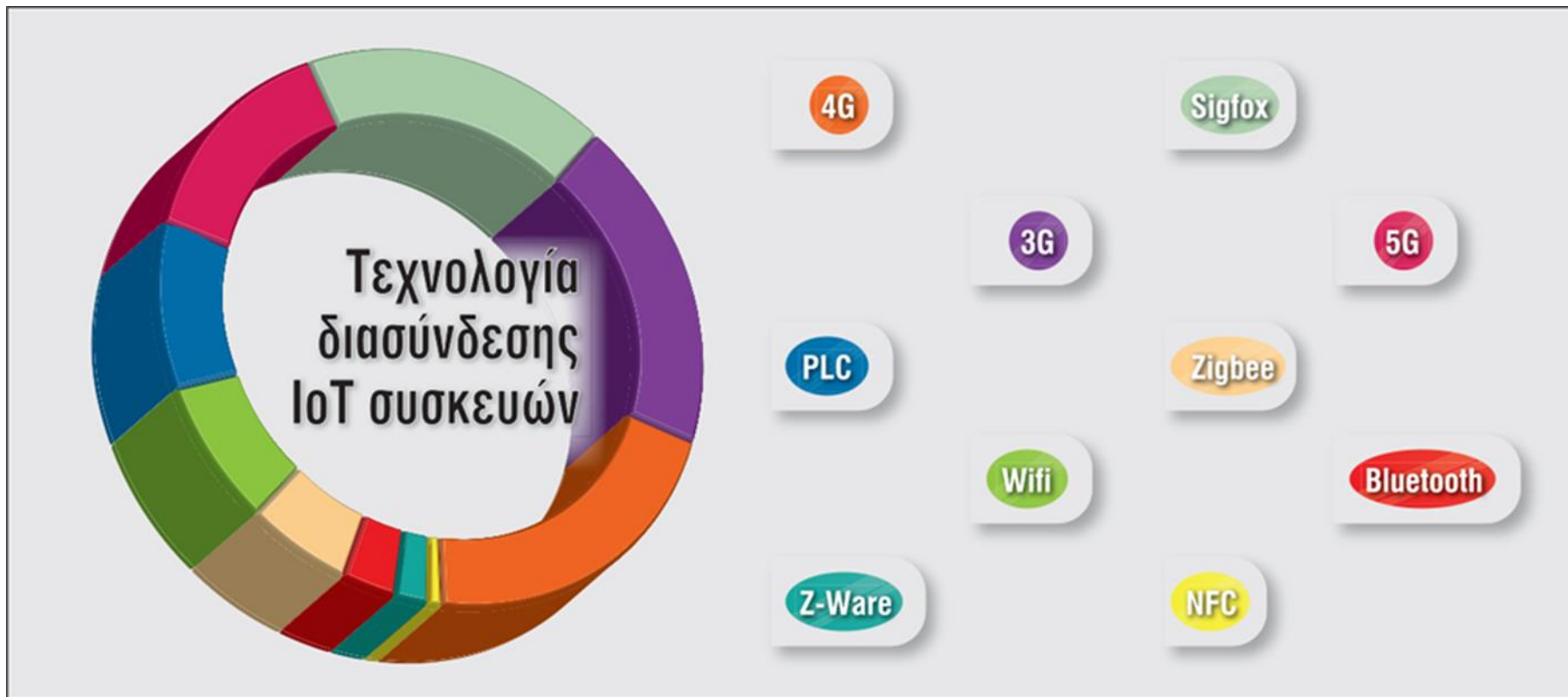
# Τρόπος λειτουργίας RFID



**ΕΙΚΟΝΑ 9.20**  
Τρόπος λειτουργίας RFID.



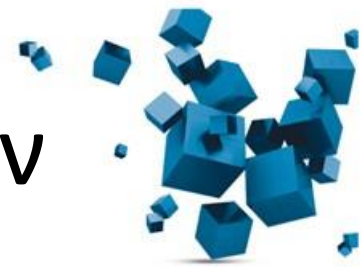
# Τεχνολογίες διασύνδεσης συσκευών στο δίκτυο IoT



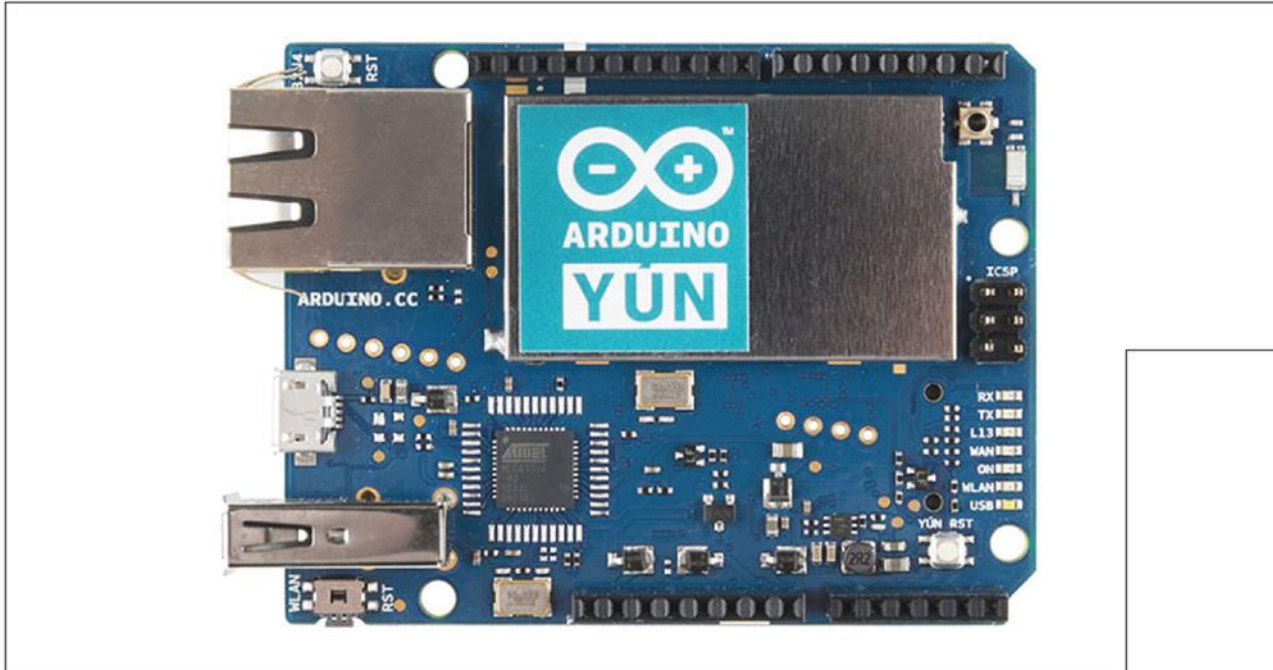
# Συγκριτικός πίνακας τεχνολογιών σύνδεσης IoT



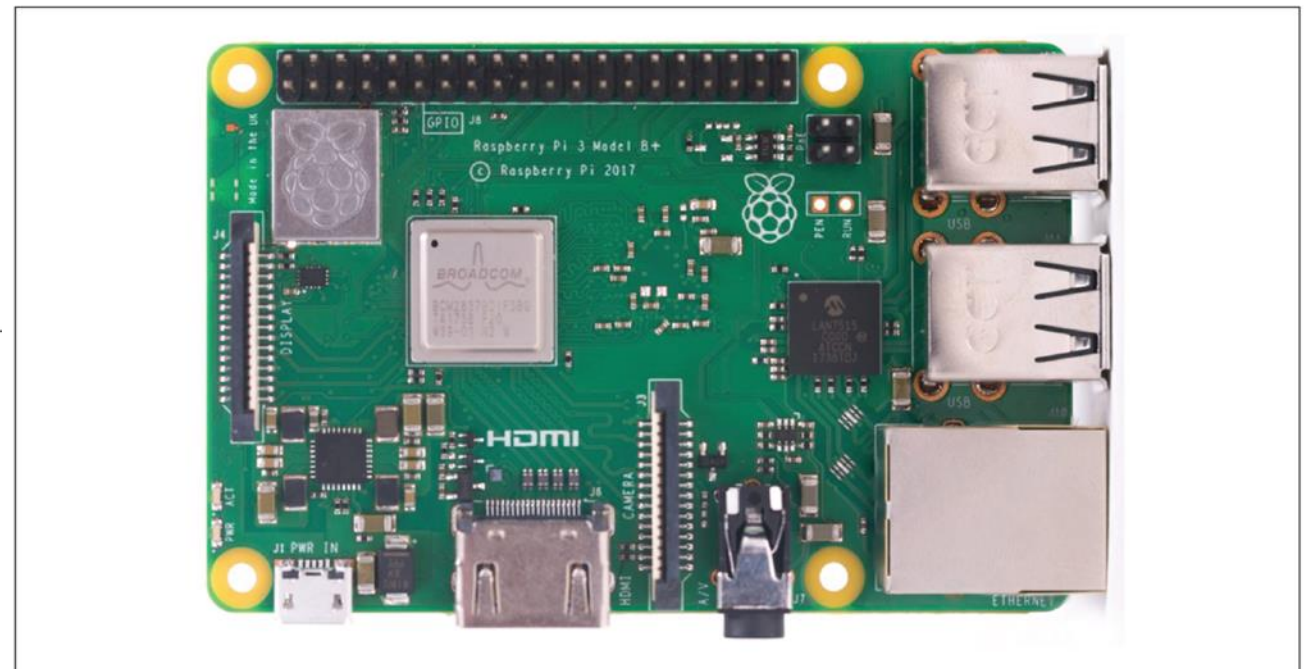
Τεχνολογία	Ρυθμός μετάδοσης δεδομένων	Απόσταση κάλυψης	Συχνότητα	Εφαρμογές σε κινητές συσκευές
NFC	106, 212, 424 και 848 kbps	~20 cm	13,56 MHz	Ναι
Z-Wave	9,6, 40 και 100 Kbps	~30 m	900 MHz	Ναι
Bluetooth Low Energy	1 Mbps	~30 m	2,4 GHz	Ναι
Zigbee	20, 40 και 250 Kbps	~100 m	2,4 GHz	Ναι
WiFi	11 Mbps, 54 Mbps, 600 Mbps, 1300 Mbps και 6,9 Gbps	~200 m	2,4 και 5,8 GHz	Ναι
PLC	10 Mbps	~300 m	Στενής ζώνης (narrowband) (3-500 KHz) Ευρυζωνικές (broadband) (1,8-250	Όχι
Sigfox	100 bps upload, 600 bps download	Πόλεις 3-10 Km, Υπαιθρος 50 Km	<1 GHz	Ναι
3G	144-400 kbps	Εξαρτάται, μέχρι 35 Km	800 MHz-2600 MHz	Ναι
4G	1 Gbps (συνήθως 100 Mbps)	Εξαρτάται, μέχρι 35 Km	800 MHz-2600 MHz	Ναι
5G	1-10 Gbps (θεωρητικό όριο)	2 Km	30-300 GHz	Ναι



# Σχεδιασμός και πρωτοτυποποίηση εφαρμογών IoT



**EIKONA 9.21**  
Η πλακέτα του Arduino.

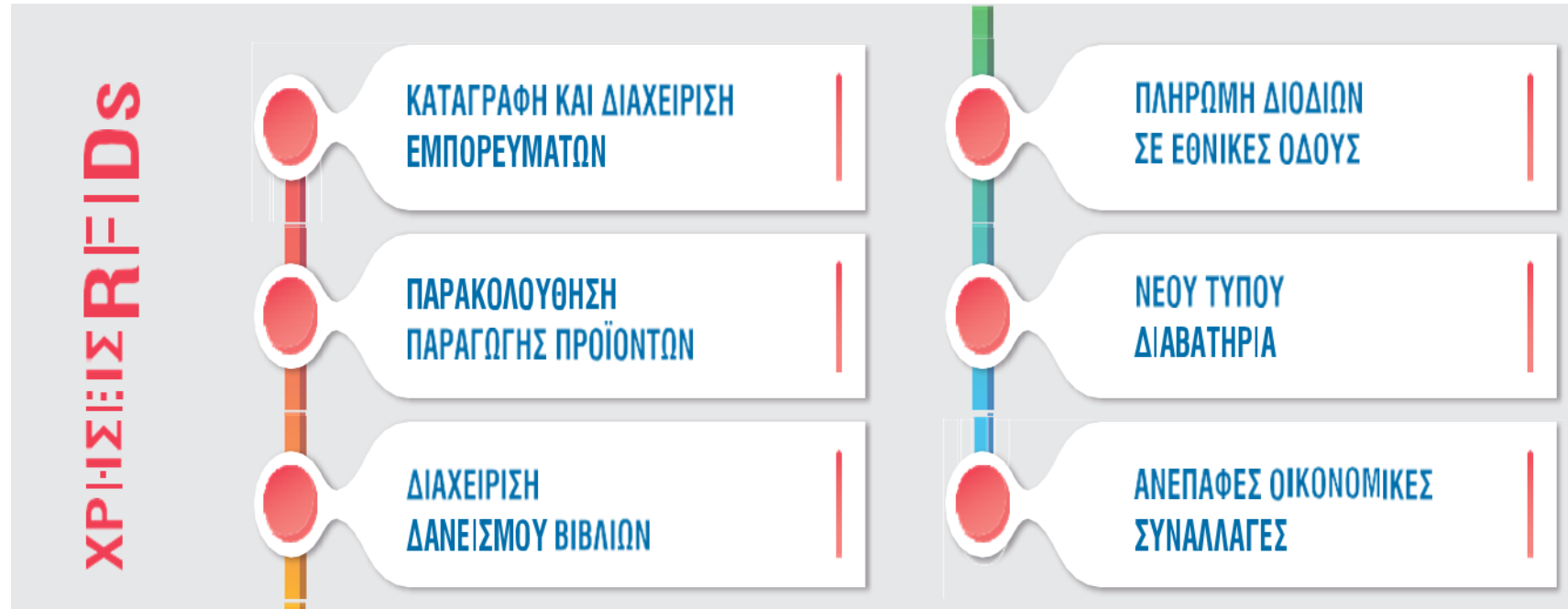


**EIKONA 9.22**  
Η πλακέτα του Raspberry Pi 3 model B+.



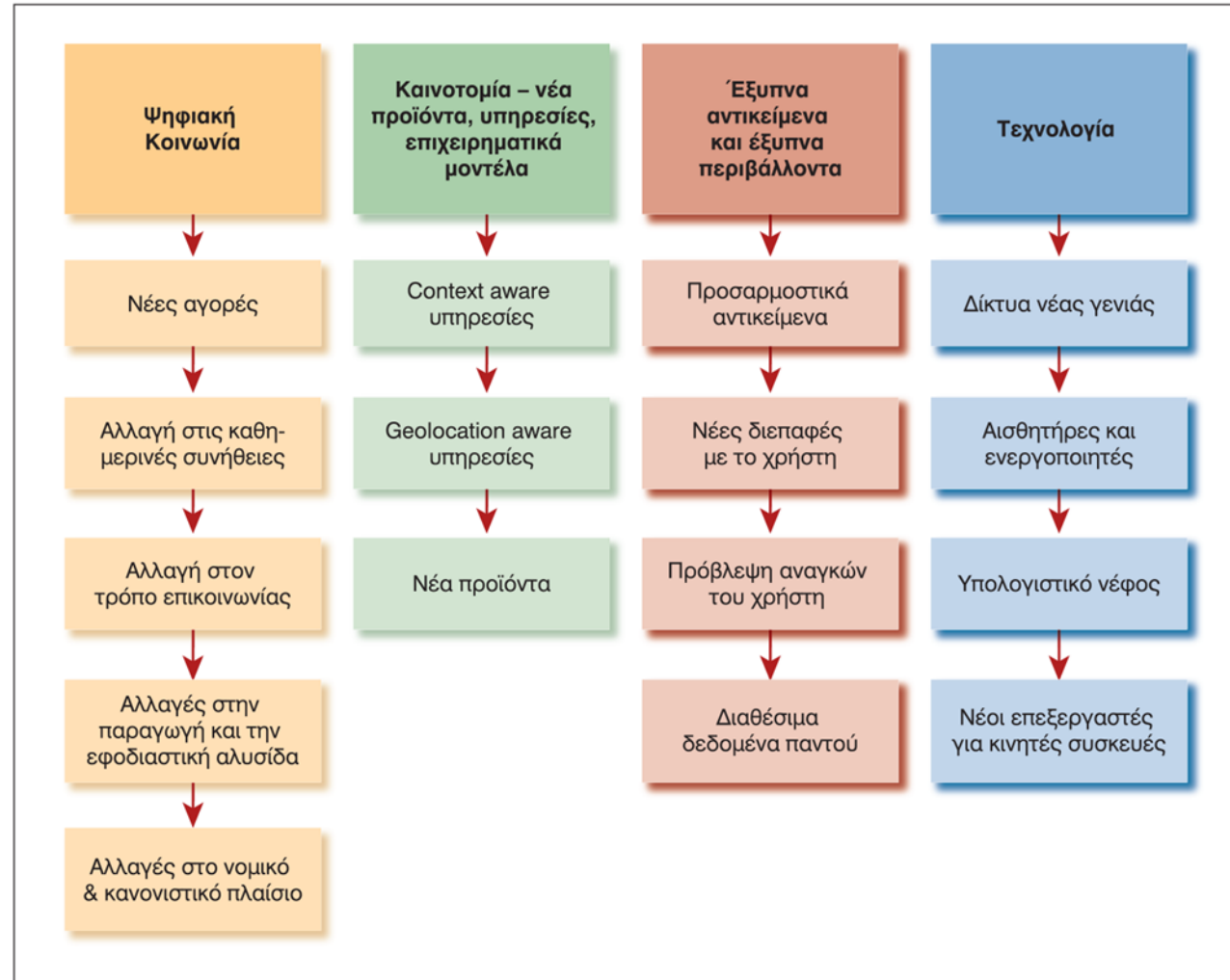


# Χρήσεις RFID





# Αλλαγές που επιφέρει το IoT



**ΕΙΚΟΝΑ 9.23**

Επίπεδα αλλαγών που επιφέρει το IoT.

# Αλλαγές που επιφέρει το IoT – 9 περιοχές

<b>Άνθρωποι</b>	Συσκευές προσκολλημένες ή ενσωματωμένες στο ανθρώπινο σώμα	Συσκευές φορητές ή ενσωματωμένες στο ανθρώπινο σώμα, για την παρακολούθηση της υγείας, τη διαχείριση ασθενειών, τη βελτίωση της ευεξίας (fitness), τη βελτίωση της παραγωγικότητας, τη μείωση των εργατικών ατυχημάτων κ.λπ.
<b>Κτήρια</b>	Κτήρια για κατοικία	Συστήματα ελέγχου ενέργειας, συστήματα ελέγχου συσκευών, προσαρμογή του περιβάλλοντος στις προδιαγραφές των χρηστών, συστήματα ασφαλείας κ.λπ.
<b>Καταστήματα</b>	Σημεία πώλησης, καταστήματα κ.λπ.	Ένας καταναλωτής μπορεί σε καταστήματα, τράπεζες, εστιατόρια, στάδια και γενικότερα οπουδήποτε να αγοράσει αγαθά, να ενημερωθεί για προσφορές, ενώ διευκολύνει την αυτόματη πληρωμή, τη βελτιστοποίηση στην καταγραφή εμπορευμάτων κ.λπ.
<b>Γραφεία</b>	Κτήρια γραφείων	Συστήματα ελέγχου ενέργειας, συστήματα ελέγχου συσκευών, προσαρμογή του περιβάλλοντος στις προδιαγραφές των χρηστών, συστήματα ασφαλείας, βελτίωση της παραγωγικότητας των εργαζομένων κ.λπ.
<b>Εργοστάσια</b>	Χώροι παραγωγής προϊόντων ή παροχής υπηρεσιών	Βελτίωση της παραγωγικότητας, βελτιστοποίηση της χρήσης εξοπλισμού, αυτόματος προγραμματισμός παραγωγής, αυτοματισμοί συντήρησης κ.λπ.
<b>Εργοτάξια</b>	Περιβάλλοντα παραγωγής ειδικών προδιαγραφών	Αυτοματοποίηση διεργασιών εξόρυξης, κατασκευής κ.λπ.
<b>Μέσα μεταφοράς</b>	Συστήματα ενσωματωμένα σε οχήματα	Εφαρμογές για αυτοκινούμενα οχήματα, όπως αυτοκίνητα, φορτηγά, πλοία, αεροσκάφη και τρένα, αυτοματοποιημένη συντήρηση, διαμοιραζόμενα μεταφορικά μέσα κ.λπ.
<b>Πόλεις</b>	Αστικά περιβάλλοντα	Δημόσιοι χώροι και υποδομές σε αστικά περιβάλλοντα, προσαρμοσμένος έλεγχος κυκλοφορίας, έξυπνοι μετρητές, παρακολούθηση περιβάλλοντος, διαχείριση περιβαλλοντικών πόρων
<b>Εξωτερικοί χώροι</b>	Ανάμεσα σε αστικά περιβάλλοντα.	Αυτοματισμοί στη διαχείριση σιδηροδρομικών γραμμών, αυτόνομων οχημάτων εκτός πόλεων, αυτοματοποιημένοι πλοηγοί, χρονοδρομολόγηση σε πραγματικό χρόνο, εντοπισμός φορτίων κ.λπ.

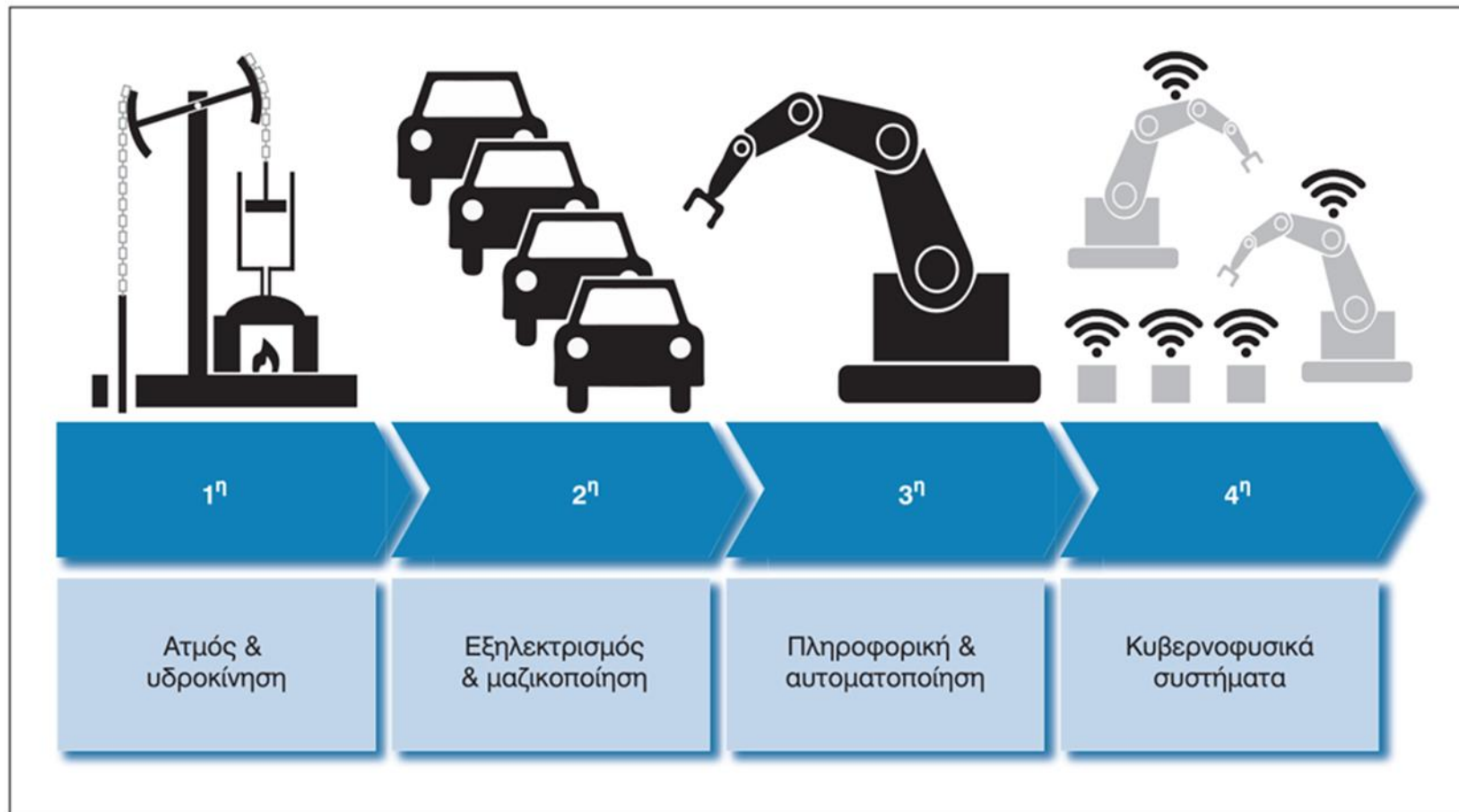
Πηγή: <https://www.mckinsey.com>



# ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ 4.0 (INDUSTRY 4.0)



# Η 4<sup>η</sup> βιομηχανική επανάσταση

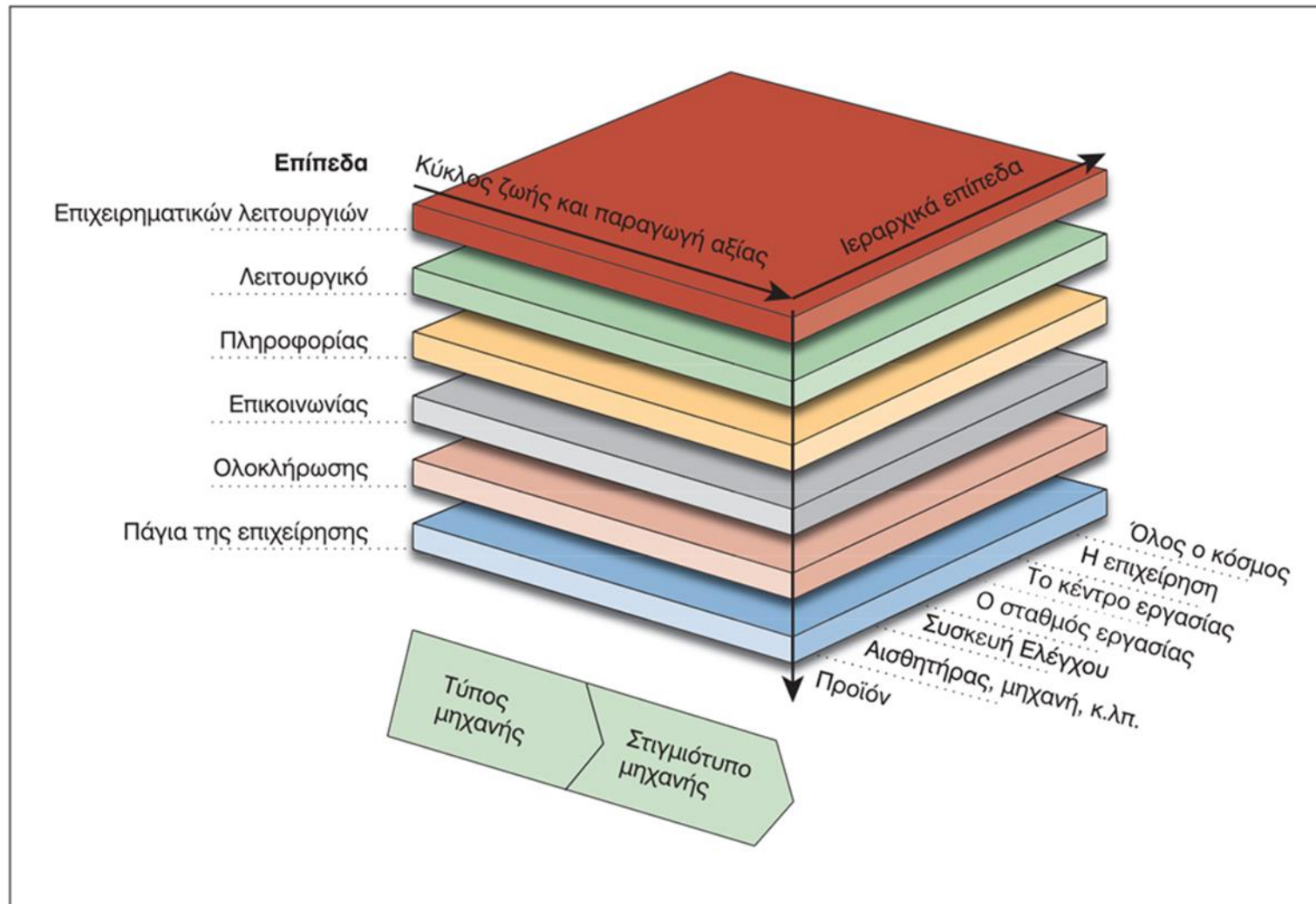


**ΕΙΚΟΝΑ 9.24**

Βιομηχανία 4.0 – η τέταρτη βιομηχανική επανάσταση.



# Η αρχιτεκτονική αναφοράς RAMI για τη Βιομηχανία 4.0

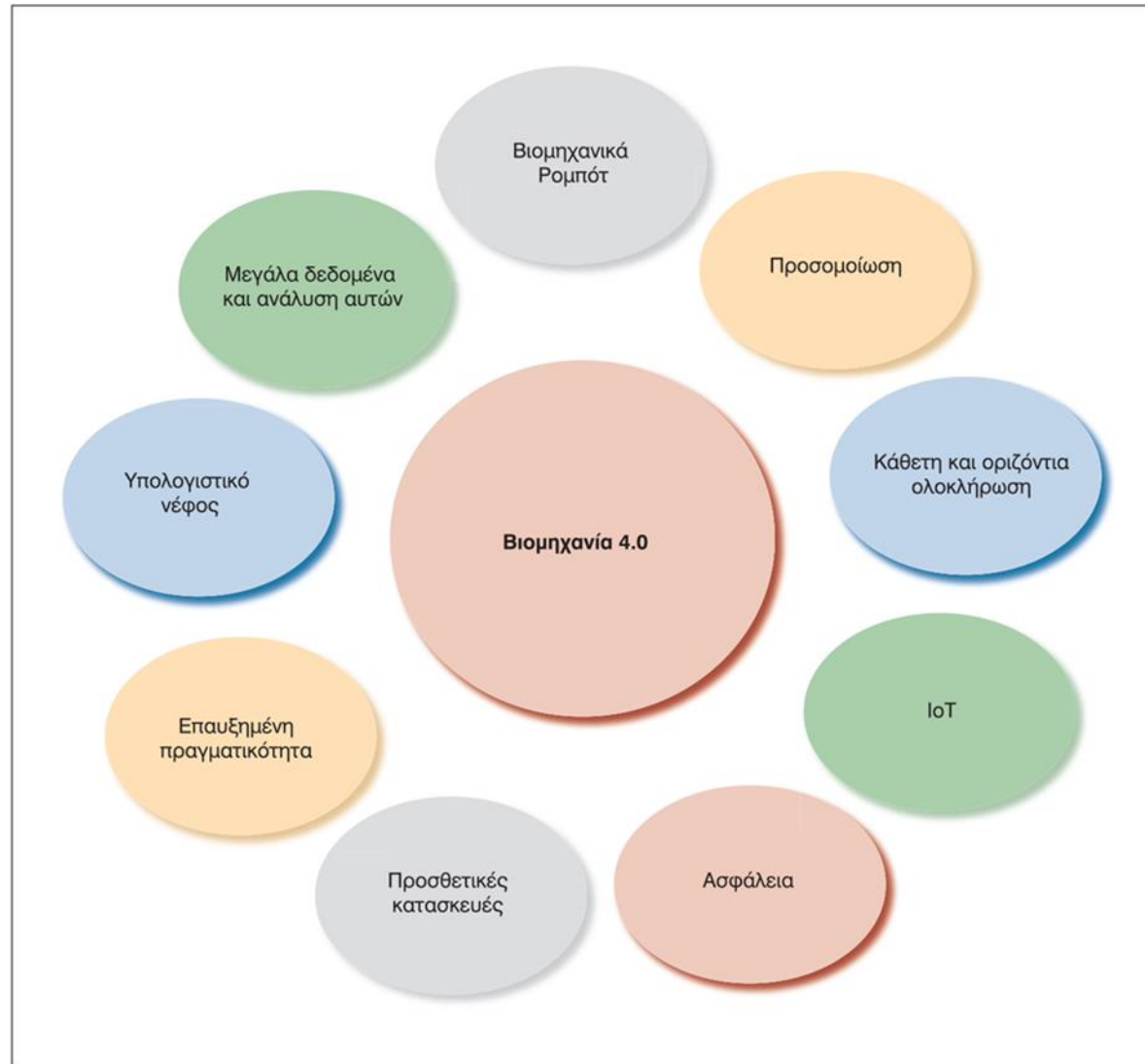


**ΕΙΚΟΝΑ 9.25**

Η αρχιτεκτονική αναφοράς RAMI.



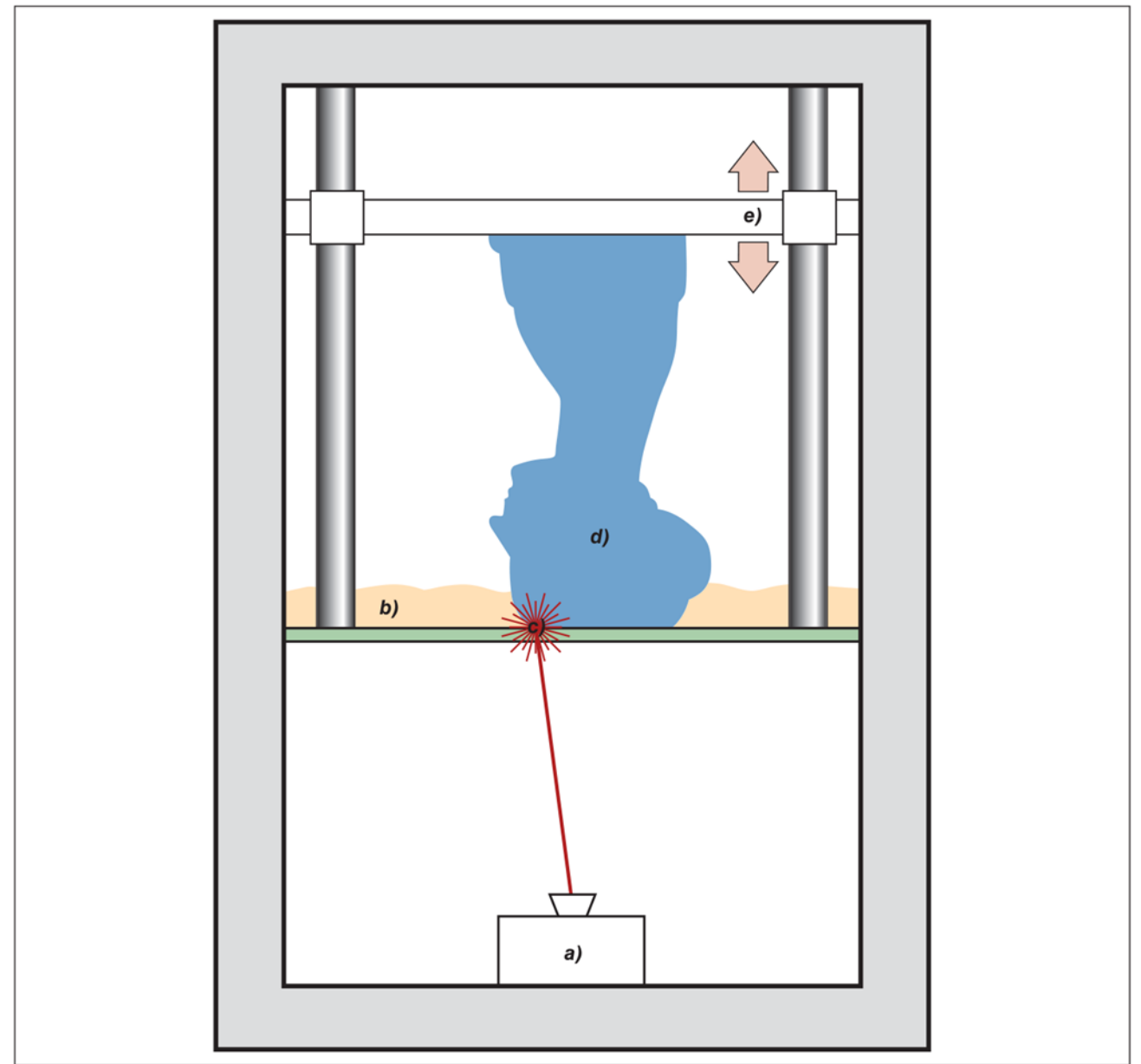
# Βασικές τεχνολογίες της Βιομηχανίας 4.0



**ΕΙΚΟΝΑ 9.26**

Οι τεχνολογίες στις οποίες βασίζεται η Βιομηχανία 4.0.

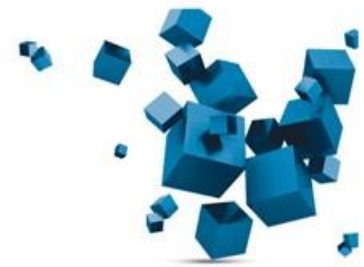
# Προσθετική κατασκευή αντικειμένων με χρήση στερεολιθογραφίας



**ΕΙΚΟΝΑ 9.27**

Προσθετική κατασκευή αντικειμένων με χρήση στερεολιθογραφίας (Πηγή: Wikimedia Commons, File: Schematic representation of Stereolithography.png).





# Βιομηχανικά ρομπότ



**ΕΙΚΟΝΑ 9.28**

Βιομηχανικά ρομπότ σε γραμμή συναρμολόγησης αυτοκινήτων (Πηγή: Wikimedia Commons, File:Industriemuseum Chemnitz-moderne Karosserieschweißanlage\_mit\_Industrierobotern.jpg).

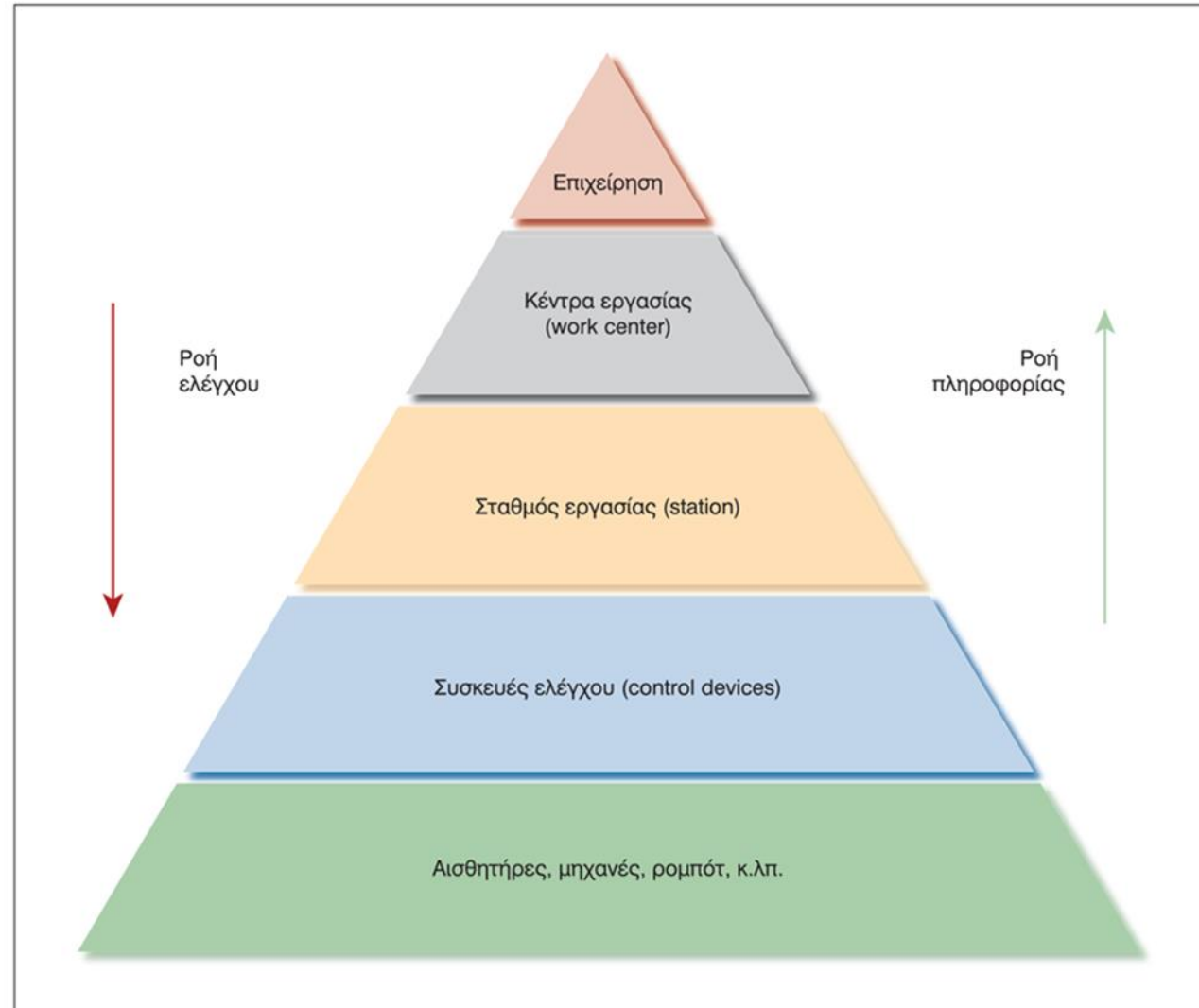


# Παράμετροι λειτουργίας





# Η ιεραρχία των συστημάτων στη Βιομηχανία 4.0.



**ΕΙΚΟΝΑ 9.30**

Η ιεραρχία των συστημάτων στη Βιομηχανία 4.0.

# Το Διαδίκτυο των Αντικειμένων

Καθηγητής Δρ. Πάνος Φιτσιλής

