

## **ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 3**

*Πνευματικά κυκλώματα Αυτοματισμού*

# Περιεχόμενα

## Θεματικής Ενότητας 3: Πνευματικά κυκλώματα Αυτοματισμού

### ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ & ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

**Θεματική Ενότητα 3 Πνευματικά κυκλώματα Αυτοματισμού**

**3.1 Βασικά στοιχεία ρευστών**

**3.2 Παραγωγή & Διανομή πεπιεσμένου αέρα.**

**3.3 Αεροσυμπιεστές, πνευματικοί κύλινδροι, έμβολα, διανομείς, βαλβίδες.**

**3.4 Πνευματικές λογικές πύλες-Πνευματικά διαγράμματα – Πίνακας θέσεων- Διάγραμμα κινήσεων .**

### ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ (επιθυμητές Γνώσεις – Δεξιότητες – Ικανότητες)

- Να γνωρίζει του νόμους της φυσικής, οι οποίοι έχουν σχέση με τα ρευστά.
- Να γνωρίζει τον τρόπο παραγωγής του πεπιεσμένου αέρα (Π/Α)
- Να γνωρίζει τον τρόπο διανομής του Π/Α
- Να κατανοεί την πτώση της πίεσης σε δίκτυο διανομής
- Να αναγνωρίζει και να σχεδιάζει τα πνευματικά δομικά στοιχεία που απαρτίζουν ένα πνευματικό αυτοματισμό (κύκλωμα)
- Να σχεδιάζει, να αναλύει και να πραγματοποιεί απλά πνευματικά κυκλώματα

# Ιστορική Αναδρομή

---

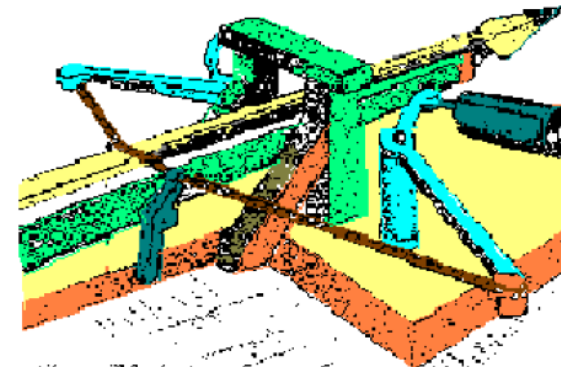
## **Το πνευματικό κανόνι - Ένα βαλλιστικό όπλο**

Θα 'ταν παράλειψη, εδώ, αν δεν αναφέραμε το "κανόνι" του Κτησίβιου.

Μια βαλλιστική μηχανή που την "όπλιζαν" συμπιέζοντας αέρα στους κυλίνδρους έτσι ώστε η ενέργεια του Π/Α αποδινόταν με την εκτόνωση.

Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση, κυρίως του βεληνεκούς αλλά και του βάρους του όπλου που εκτόξευαν. Επίσης στην αρχαία εποχή οι πνεύμονες του ανθρώπου χρησιμοποιήθηκαν σαν αεροσυμπιεστές.

*Το πνευματικό κανόνι*



# Ιστορική Αναδρομή

---

## *Πεδία εφαρμογών*

Ο Π/Α χρησιμοποιείται ευρύτατα στον κατασκευαστικό μηχανολογικό τομέα όπως επίσης και στα έργα οδοποιίας, εξόρυξης, στα μεταλλεία, στις ανυψώσεις και στις μετακινήσεις φορτίων, στις ξυλοκατασκευές και σε πληθώρα άλλων εφαρμογών.

Αλλά σχεδόν σε όλα τα προαναφερθέντα ο πεπιεσμένος αέρας χρησιμοποιείται κυρίως σαν κινητήρια ενέργεια, σε αεροεργαλεία, για διασπορά-ψεκασμό υγρών και χρωμάτων, για λειτουργία περιστροφικών και κρουστικών εργαλείων, αμμοβολές, μεταφορά μικρόκοκκων στερεών, στο πνευματικό ταχυδρομείο κλπ.

Σ' όλα αυτά, απλά γίνεται εκμετάλλευση των ιδιοτήτων του Π/Α.

Όμως στους αυτοματισμούς χρησιμοποιείται σαν ενεργειακό μέσο που έχει σαν τελικό αποτέλεσμα την παλινδρομική κίνηση ενός τουλάχιστον, πνευματικού κυλίνδρου !

## **ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 3.1**

*Βασικά στοιχεία ρευστών*

# Θεωρία Πεπιεσμένου Αέρα

---

- Γνωρίζοντας μόνο τον όγκο του αέρα δεν γνωρίζουμε κάτι συγκεκριμένο.
- Για να προσδιορίσουμε πλήρως την ποσότητα του αέρα πρέπει να γνωρίζουμε :
  - ✓ Τον όγκο
  - ✓ Την πίεση
  - ✓ Την θερμοκρασία

# Θεωρία Πεπιεσμένου Αέρα

## Χαρακτηριστικά - Ιδιότητες

Ο Αέρας που μας περιβάλλει δεν έχει χρώμα, ούτε μυρωδιά, έχει όμως μια κάποια πίεση λόγω **βαρύτητας**. Την ατμοσφαιρική πίεση, η οποία ποικίλει ανάλογα με το ύψος που βρισκόμαστε πάνω από τη στάθμη της θάλασσας.

Ο αέρας που χρησιμοποιείται στην βιομηχανία ήταν αρχικά “κανονικός” αέρας στην ατμοσφαιρική πίεση. Κατόπιν ανυψώθηκε σε μια πίεση που ονομάζεται σχετική ή μανομετρική πίεση.

Ο Πεπιεσμένος Αέρας, όπως έτσι, είναι ένα τέλειο ελαστικό ρευστό και έχει τις παρακάτω ιδιότητες :

- 1. Ρευστότητα:** Τα μόριά του δεν προβάλλουν καμιά αντίσταση για να μετατοπιστούν το ένα σε σχέση με τ' άλλα.
- 2. Ελαστικότητα:** Όταν περιέχεται μέσα σ' ένα κλειστό δοχείο, παίρνει τη μορφή που ορίζουν τα τοιχώματα του δοχείου κι' ασκεί, σ' όλα τα στοιχεία τους κάποια πίεση.
- 3. Συμπιεστότητα:** Προσαρμόζεται σ' όλες τις μεταβολές του όγκου που υφίσταται. Και τέλος..
- 4. Πίεση:** Πίεση ονομάζεται το αποτέλεσμα που ασκεί μια δύναμη πάνω σε μια επιφάνεια. Η μονάδα της πίεσης είναι το **Pa** (Πασκάλ)

Ο τύπος εφαρμογής της αρχής του Πασκάλ είναι:

**Πίεση = Δύναμη** δια **Επιφάνεια** (  $P = F/S$  )

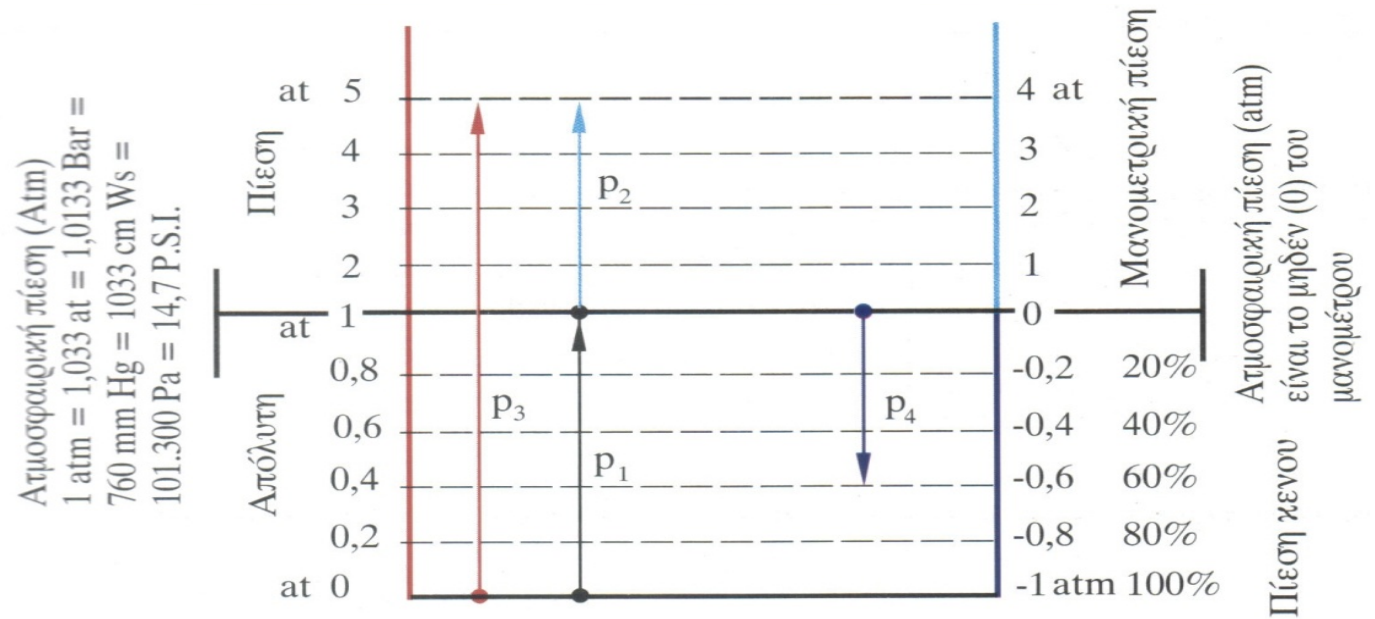
Στο Διεθνές σύστημα η δύναμη **F** μετριέται σε **N** (Νιούτον) και η επιφάνεια **S** σε **m<sup>2</sup>**. Επομένως **Pa = N/m<sup>2</sup>**

# Θεωρία Πεπιεσμένου Αέρα

## Είδη πίεσης

Η μέτρηση της πίεσης δεν είναι απόλυτο μέγεθος αλλά αναφέρεται σχεδόν πάντα σε μία πίεση αναφοράς. Τις περισσότερες φορές η πίεση αναφοράς είναι η ατμοσφαιρική πίεση (πίεση που υπολογίζετε στην επιφάνεια της θάλασσας). Αυτή μειώνεται όσο αυξάνει το ύψος από την επιφάνεια της θάλασσας και ονομάζεται επίσης και πίεση του αέρα. Ενδείξεις των οργάνων μέτρησης της πίεσης (μανομετρικής) μεγαλύτερης τιμής από την ατμοσφαιρική πίεση χαρακτηρίζονται ως υπερπίεση. Αντίστοιχα υποπίεση χαρακτηρίζουμε πίεση μικρότερη από την ατμοσφαιρική.

Απόλυτη πίεση =  
Μανομετρική + ατμοσφαιρική  
πίεση





- Ως απόλυτη πίεση ονομάζεται η πίεση που υπολογίζουμε στο απόλυτο κενό. Πίεση η οποία εξαρτάται από το ύψος χαρακτηρίζεται υψομετρική και υπολογίζεται από τον τύπο  $P = \rho_g H$ .
- Ως στατική πίεση ονομάζεται η πίεση που προκύπτει από την επίδραση εξωτερικών δυνάμεων, είναι ανεξάρτητη της ροής και υπολογίζεται από τον τύπο  $P = F/A$ , όπου  $P$  η πίεση σε Pa,  $F$  η δύναμη σε N και  $A$  η επιφάνεια σε  $m^2$ . Εάν μετατραπεί η κινητική ενέργεια ενός αερίου με ομοιόμορφη ροή ολοκληρωτικά σε πίεση χωρίς απώλειες προκύπτει αύξηση της πίεσης η οποία χαρακτηρίζεται δυναμική πίεση.
- Η ολική πίεση υπολογίζεται από το άθροισμα της στατικής και της δυναμικής πίεσης και χαρακτηρίζει την κατάσταση κατά την οποία μετατρέπεται η ενέργεια ροής ενός αερίου σε πίεση χωρίς απώλειες. Εάν η ταχύτητα ροής είναι μηδενική συνεπάγεται ότι η στατική πίεση είναι αριθμητικά ίδια με τη δυναμική.

# Ο Νόμος Gay - Lussac

---

Σε σταθερή πίεση, ο όγκος που καταλαμβάνει ένα τέλειο αέριο είναι ανάλογος της απόλυτης θερμοκρασίας:  $V_2/V_1 = T_2/T_1$

Όπου :  $T, T_1$  &  $T_2$  = Απόλυτες θερμοκρασίες σε °Κέλβιν

$k$  = Σταθερά

$P, P_1$  &  $P_2$  = Απόλυτες πιέσεις σε Pascal

$V, V_1$  &  $V_2$  = Όγκος σε  $m^3$

# Ο Νόμος Gay - Lussac

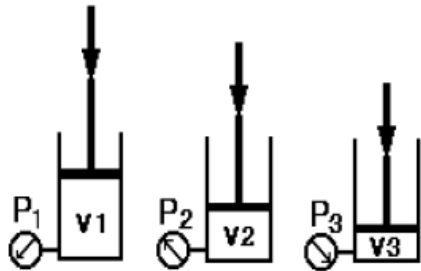
---

## Είδη ροής

Οι σωλήνες που χρησιμοποιούνται στην πνευματική έχουν διατομή κυλινδρικής μορφής. Στο εσωτερικό του σωλήνα η ροή ενός αερίου μπορεί να διεξάγεται από την παράλληλη κίνηση των συστατικών του με τη μορφή στρωμάτων. Μία τέτοια ροή χαρακτηρίζεται ως ομαλή, όπου η ταχύτητα ροής δεν είναι σταθερή σε όλη τη διατομή. Τα στρώματα του αερίου τα οποία βρίσκονται στο μέσον του σωλήνα κινούνται με μεγαλύτερη ταχύτητα από αυτά που βρίσκονται πλησίον των τοιχωμάτων, όπου η ταχύτητα είναι μηδενική. Το γινόμενο της ταχύτητας ροής  $v$  και της διατομής του σωλήνα  $A$  είναι σε κάθε σημείο του σωλήνα σταθερό και χαρακτηρίζεται επίσης ως όγκος διαρροής ανά μονάδα επιφάνειας. Αυτό το είδος ροής προκύπτει όταν οι ταχύτητες ροής είναι μικρές είτε όταν η διάμετρος του σωλήνα είναι επίσης μικρή. Σε κυλινδρικό σωλήνα η ομαλή ροή ως προφίλ της ταχύτητας στη διατομή του έχει μία παραβολική μορφή. Χαρακτηρίζονται δε οι ταχύτητες από ευθύγραμμη σχέση μεταξύ πίεσης και ροής και δεν παρουσιάζονται στις πνευματικές ρυθμίσεις. Εάν αυξηθεί αρκετά η ταχύτητα ροής, τότε τα στρώματα του αερίου όχι μόνο δεν κινούνται παράλληλα προς τον άξονα του σωλήνα, αλλά ούτε και με σταθερή ταχύτητα. Αυτή η ροή χαρακτηρίζεται ως τυρβώδης. Όταν η μέση αριθμητική τιμή της ταχύτητας ροής δεν μεταβάλλεται με το χρόνο, τότε η ροή χαρακτηρίζεται ως στάσιμη. Σημαντικό ρόλο στη ροή ενός υλικού έχει και το ιξώδες που είναι η ιδιότητα να δημιουργούνται δυνάμεις τριβής που επιδρούν σε γειτονικά στρώματα του υλικού. Συνέπεια αυτού είναι να έχουν διαφορετικές ταχύτητες κατά την κίνηση τους σε σωλήνες. Η δύναμη ολίσθησης μεταξύ δύο γειτονικών επιφανειών είναι ανάλογη της επιφάνειας, της ταχύτητας και μίας παραμέτρου χαρακτηριστικής για κάθε υλικό που ονομάζεται δυναμικό ιξώδες και διατυπώνεται με τον νόμο του Newton.

# Ο Νόμος Boyle - Mariotte

---



$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} = \text{Σταθερό}$$

## ***Πτώση πίεσης πνευματικών δομικών στοιχείων***

Όταν ο Π/Α περνά μέσα από μια πνευματική συσκευή, υφίσταται λόγω τριβών, πτώση της πίεσης και παράλληλα ελάττωση της παρεχόμενης ανά μονάδα χρόνου ποσότητας αέρα. Ανάλυση της επίδρασης, στην παροχή, ενός δομικού πνευματικού στοιχείου συνδεδεμένου σε μια σωλήνωση.

# Μέτρηση Πτώσης Πίεσης

$$Q_v \text{ (ΚΑΣ)} = 28,2 \text{ ΚV} \sqrt{\Delta p P_{εξ}} \quad (1)$$

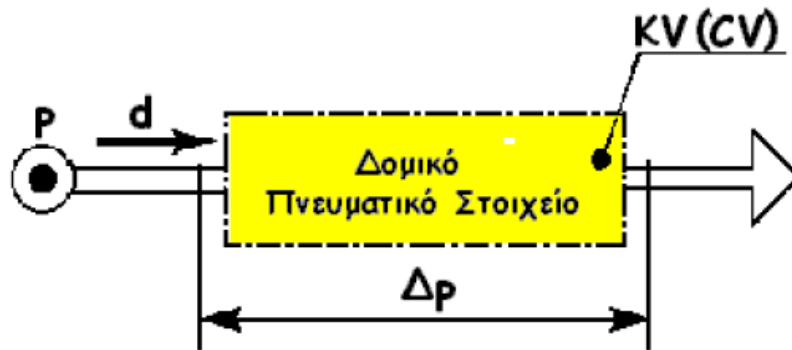
Όπου:

$Q_v$  = Η παροχή σε **Κανονικές Ατμοσφαιρικές Συνθήκες (ΚΑΣ)**












$ΚV$  = Ο συντελεστής παροχής

$\Delta p$  = Η Διαφορά πίεσης ( $\Delta p$ ) σε **bar**

$P_{εξ}$  = Η Πίεση στην έξοδο σε **bar(a)** (**a** = Απόλυτη πίεση)



# Μέτρηση Πτώσης Πίεσης

Είδος	Αντίστοιχα μήκη σωλήνων σε m										
	Εσωτερικές διαμέτροι σε mm										
	25	40	50	80	100	125	150	200	250	300	400
βάνα ανοιχτή 1/2 ανοιχτή 	0,3 5	0,5 8	0,6 10	1,0 16	1,3 20	1,6 25	1,9 30	2,6 40	3,2 50	3,9 60	5,2 80
βάνα με διάφραγμα ολάνοιχτη 	1,5	2,5	3,0	4,5	6	8	10	-	-	-	-
γωνιακή βάνα ολάνοιχτη 	4	6	7	12	15	18	22	30	36	-	-
σφαιρική βάνα ολάνοιχτη 	7,5	12	15	24	30	38	45	60	-	-	-
αντεπιστροφής ολάνοιχτη 	2,0	3,2	4,0	6,4	8,0	10	12	16	20	24	32
καμπύλη $R = 2d$ 	0,3	0,5	0,6	1,0	1,2	1,5	1,8	2,4	3,0	3,6	4,8
καμπύλη $R = d$ 	0,4	0,6	0,8	1,3	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	4,8	6,4
κλειστή γωνιά 	1,5	2,4	3,0	4,8	6,0	7,5	9	12	15	18	24
Ροή στο Ταύ ευθύγραμμη 	0,5	0,8	1,0	1,6	2,0	2,5	3	4	5	6	8
Ροή στο Ταύ εκμάστευσης 	1,5	2,4	3,0	4,8	6,0	7,5	9	12	15	18	24
Συστολή 	0,5	0,7	1,0	2,0	2,5	3,1	3,6	4,8	6,0	7,2	9,6

# Πτώση Πίεσης

---

Η πτώση πίεσης προκαλεί δυσανάλογη πτώση απόδοσης σε μηχανικό έργο. Παράδειγμα :

- Έχουμε πτώση πίεσης από τα 6 στα 5 bar, δηλαδή κατά 17%.
- Η πτώση απόδοσης όμως είναι 41%, δηλαδή το εργαλείο αποδίδει μόνο το 59% της ισχύς του.
- Επομένως για να αποδώσει το ίδιο έργο χρειάζεται  $1 : 0,59 = 1,7$  φορές περισσότερο χρόνο.

**Η αύξηση της πίεσης του ατμοσφαιρικού αέρα γίνεται με δύο τρόπους :**

Με αύξηση της ταχύτητας των μορίων

Με αύξηση του αριθμού των μορίων στον ίδιο χώρο ή με περιορισμό του χώρου που βρίσκεται συγκεκριμένη ποσότητα μορίων.

Και στις δύο περιπτώσεις αυξάνεται είτε η δύναμη είτε ο αριθμός των κρούσεων με αποτέλεσμα την αύξηση της πίεσης.

## **ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 3.2**

***Παραγωγή & Διανομή πεπιεσμένου αέρα***



# Παραγωγή και διανομή Πεπιεσμένου αέρα

---

## Βασικές έννοιες πνευματικών συστημάτων

Παρακάτω παρουσιάζονται θεμελιώδης έννοιες των πνευματικών συστημάτων.

**Ποσότητα:** Έχουμε αέρα διαθέσιμο σε μεγάλες ποσότητες

**Μεταφορά:** Ο αέρας μεταφέρεται εύκολα μέσα από σωλήνες και σε μεγάλες αποστάσεις

**Αποθήκευση:** Ο αεροσυμπιεστής δεν βρίσκεται πάντα σε λειτουργία. Ο πεπιεσμένος αέρας αποθηκεύεται, λαμβάνεται από ένα αεροφυλάκιο και μεταφέρεται σε δοχεία.

**Θερμοκρασία:** Ο πεπιεσμένος αέρας δεν είναι ευαίσθητος σε διακυμάνσεις θερμοκρασίας. Γι' αυτό έχουμε αξιόπιστη λειτουργία και σε ακραίες θερμοκρασίες.

**Αντικρηκτική ιδιότητα:** Ο πεπιεσμένος αέρας δεν προκαλεί εκρήξεις γι' αυτό δεν απαιτούνται ακριβές συσκευές για επικίνδυνο περιβάλλον

# Παραγωγή και διανομή Πεπιεσμένου αέρα

---

**Καθαρότητα:** Ο πεπιεσμένος αέρας είναι καθαρός. Έτσι τυχόν διαρροή, δεν προκαλεί μόλυνση, γι' αυτό και χρησιμοποιούνται σε βιομηχανίες τροφίμων κ.ά.

**Κατασκευή:** Τα λειτουργικά στοιχεία είναι απλής κατασκευής και φτηνά.

**Ταχύτητα:** Ο πεπιεσμένος αέρας είναι γρήγορο μέσον εργασίας και επιτυγχάνονται μεγάλες ταχύτητες.

**Ρύθμιση:** Οι ταχύτητες και οι δυνάμεις των στοιχείων του πεπιεσμένου αέρα είναι απεριόριστα μεταβλητές.

**Ασφάλεια στην υπερφόρτωση:** Τα εργαλεία πεπιεσμένου αέρα και τα λειτουργικά στοιχεία, φορτίζονται μέχρι ένα σημείο ώστε να είναι σε ασφαλή υπερφόρτωση.

**Προετοιμασία:** Ο πεπιεσμένος αέρας απαιτεί καλή προετοιμασία και να μην υπάρχουν ακαθαρσίες και υγρασίες.

**Συμπιεστότητα:** Με τον πεπιεσμένο αέρα επιτυγχάνουμε τις σταθερές ταχύτητες των εμβόλων.

**Εκτόνωση αέρα:** Κατά την έξοδο του ο αέρας προκαλεί θόρυβο. Το πρόβλημα αυτό έχει λυθεί, χάρη στα υλικά ηχητικής απορρόφησης.

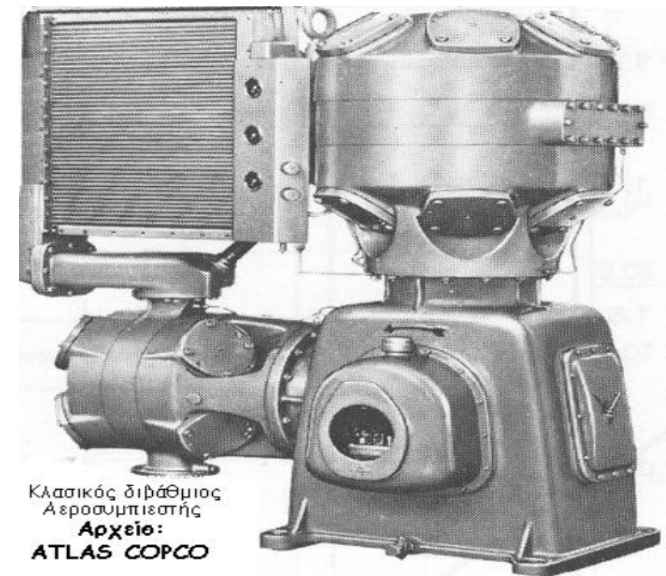
# Παραγωγή και διανομή Πεπιεσμένου αέρα

---

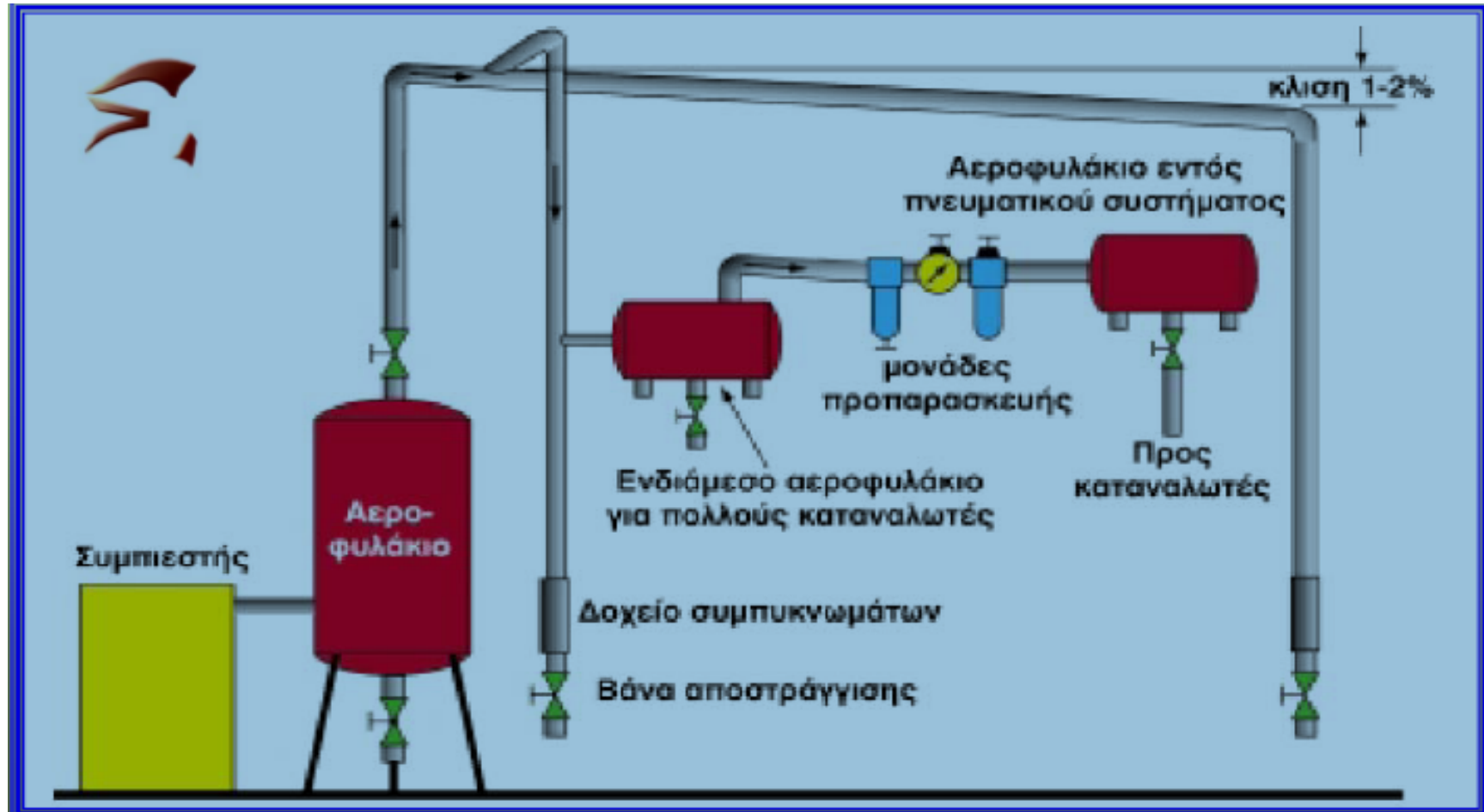
Ένα πνευματικό κύκλωμα περιλαμβάνει:

- Αεροσυμπιεστή.
- Αποθήκη.
- Κύλινδρο.
- Βαλβίδα.

Τα πνευματικά συστήματα χρησιμοποιούν πεπιεσμένο αέρα κατά τον ίδιο περίπου τρόπο όπως τα υδραυλικά. Οι ικανότητες σε δυνάμεις είναι μικρότερες σε σχέση με τα υδραυλικά συστήματα, αλλά οι **ταχύτητες δράσης τους πολύ καλύτερες** . Είναι πάρα πολύ διαδεδομένα στην βιομηχανία.

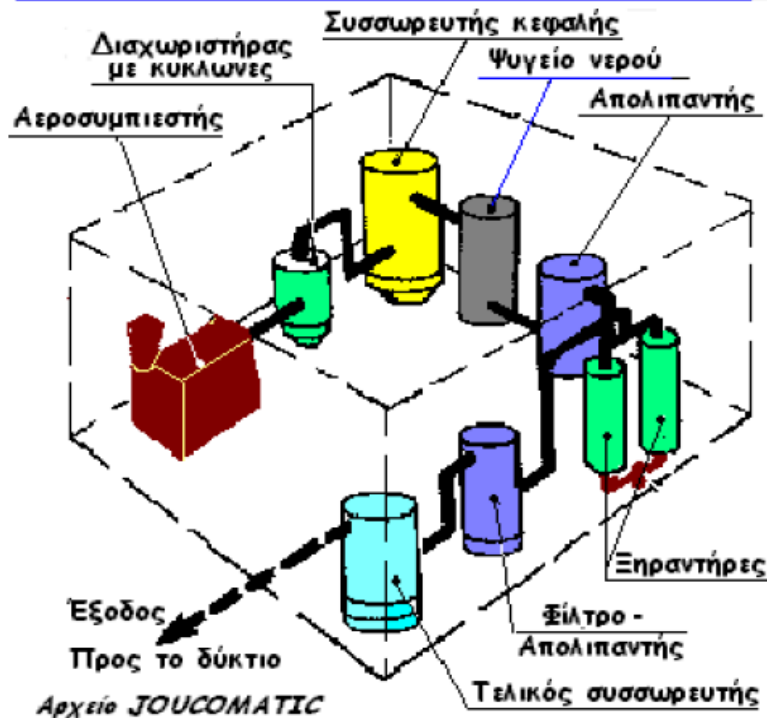


## Δίκτυο παραγωγής και διανομής πεπιεσμένου αέρα



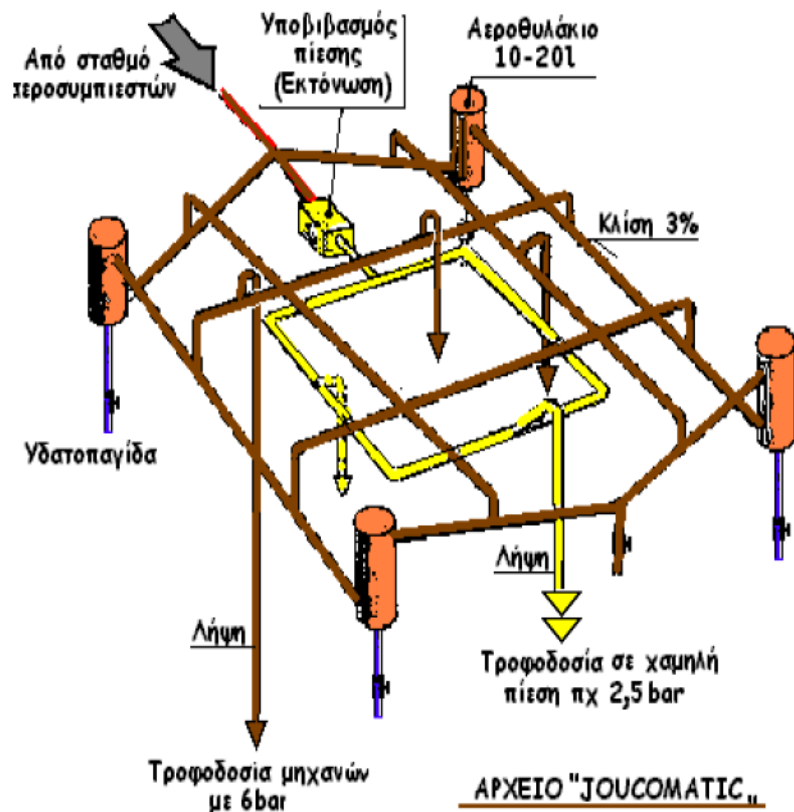
# Βοηθητικός ή περιφερειακός εξοπλισμός

## ΤΥΠΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ Π/Α



- Σύστημα αποθήκευσης και διανομής πεπιεσμένου αέρα. Αυτό αποτελείται από ένα ή περισσότερα αεροφυλάκια εφοδιασμένα με **βαλβίδες, ασφαλιστικά επιστόμια, σωληνώσεις και διακόπτες** του δικτύου διανομής.
- Οι αγωγοί του δικτύου, οι οποίοι είναι κατασκευασμένοι από **χαλκό, σίδηρο, τεφλόν κλπ.**
- 
- Ακόμα υπάρχει ένα **σύστημα αφύγρανσης, ξήρανσης και λίπανσης** του αέρα και πιεζοστατικοί διακόπτες οι οποίοι εκκινούν ή διακόπτουν τη λειτουργία του κινητήρα του αεροσυμπιεστή, ώστε να διατηρείται η πίεση στο αεροφυλάκιο μεταξύ των δύο οριακών τιμών.

# Βοηθητικός ή περιφερειακός εξοπλισμός



## Το δίκτυο διανομής Π/Α

Θα ήταν άχρηστη μια πολύ καλή εκλογή του τύπου και του μεγέθους του Αεροσυμπιεστή αν δεν φροντίζαμε ώστε ο παραγόμενος Π/Α να διοχευτεί στα σημεία όπου πρόκειται να χρησιμοποιηθεί, με αρκετή πίεση και ποσότητα χωρίς να έχουμε απώλειες κάποιου μέρους τους στην πορεία. Σ' αυτό, βέβαια, παίζει σπουδαίο ρόλο το δίκτυο.

Στο επόμενο σχήμα βλέπουμε ένα παραστατικό σκαρίφημα ενός τυπικού δικτύου διανομής Π/Α με το σύστημα Βρόχου για ισοκατανομή της παροχής και με ιδιαίτερη διανομή ανά στάθμη πίεσης για χρήση διαφορετικών εργαλείων, (πχ στα πιστολέτα βαφής, η ανώτερη πίεση είναι 2,5bar).

# Πλεονεκτήματα Πνευματικών Συστημάτων

---

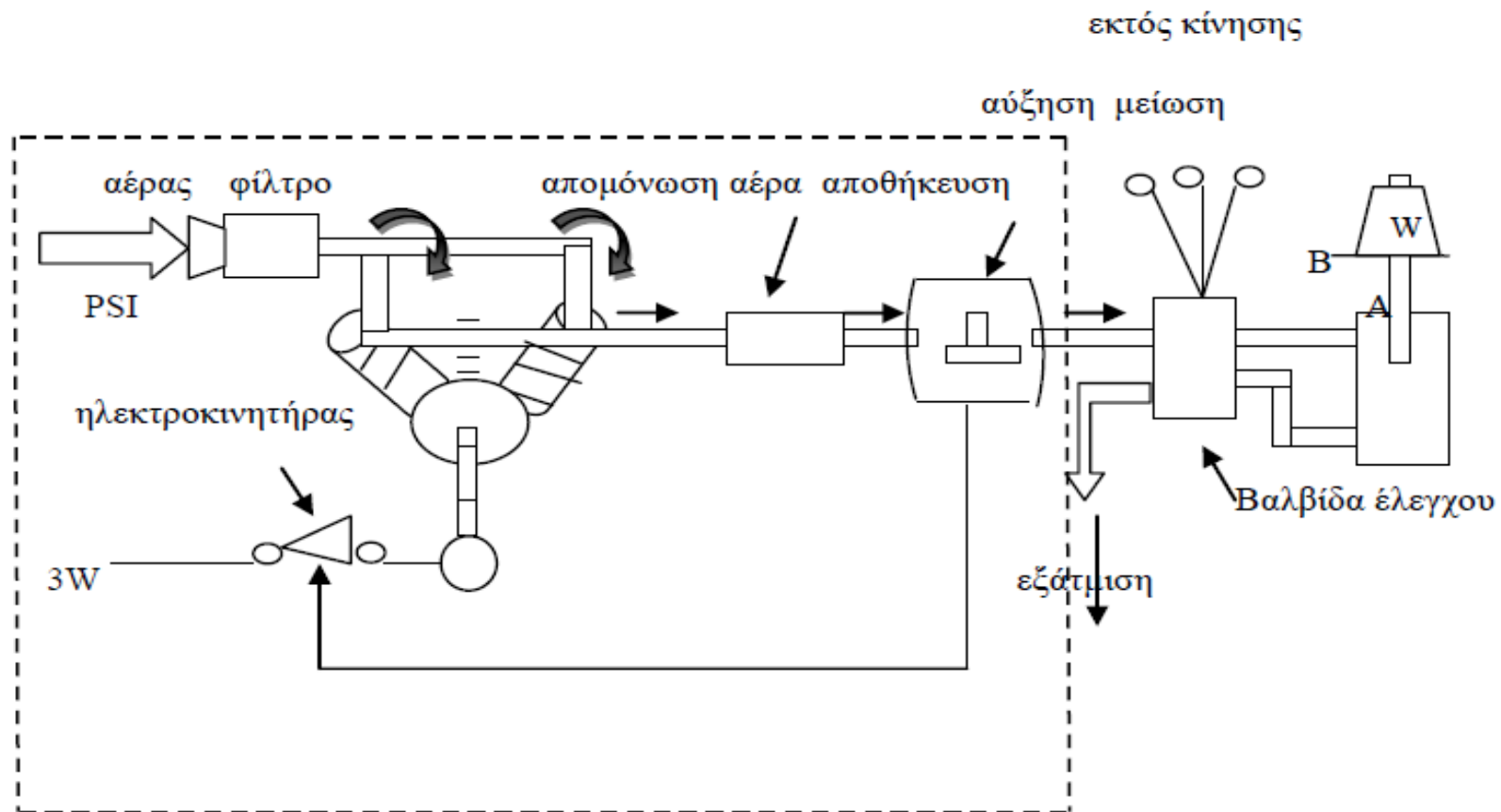
Στα πλεονεκτήματά τους περιλαμβάνονται :

- Χαμηλό κόστος .
- **Αξιοπιστία .**
- Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περιβάλλοντα με υψηλές θερμοκρασίες .
- Δε λερώνουν .
- Εύκολη μεταφορά του αέρα με σωληνώσεις εκεί που θέλουμε.
- Χαμηλό κόστος παραγωγής του πεπιεσμένου αέρα.
- Ρυθμιζόμενη ταχύτητα κίνησης των εμβόλων.
- Δεν απαιτείται αγωγός επιστροφής του αέρα.
- Ο αέρας αποθηκεύεται.
- Τα εργαλεία, και γενικά τα έμβολα μπορούν να υπερφορτωθούν χωρίς να υποστούν οποιαδήποτε ζημιά.

Μειονεκτήματά τους τα παρακάτω:

- Δεν είναι κατάλληλα για εφαρμογές ελέγχου θέσης που απαιτούν μεγάλη ακρίβεια λόγω συμπίεσότητας .
- Δεν είναι κατάλληλα για περιπτώσεις όπου απαιτείται να ασκηθούν μεγάλες δυνάμεις

# Μονάδες παραγωγής πνευματικής ισχύος



<https://free.openeclass.org/modules/video/playlink.php?course=SC1122&id=2165>



## **ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 3.3**

***Αεροσυμπιεστές, πνευματικοί κύλινδροι,  
έμβολα διανομείς, βαλβίδες***

# Αεροσυμπιεστές

---

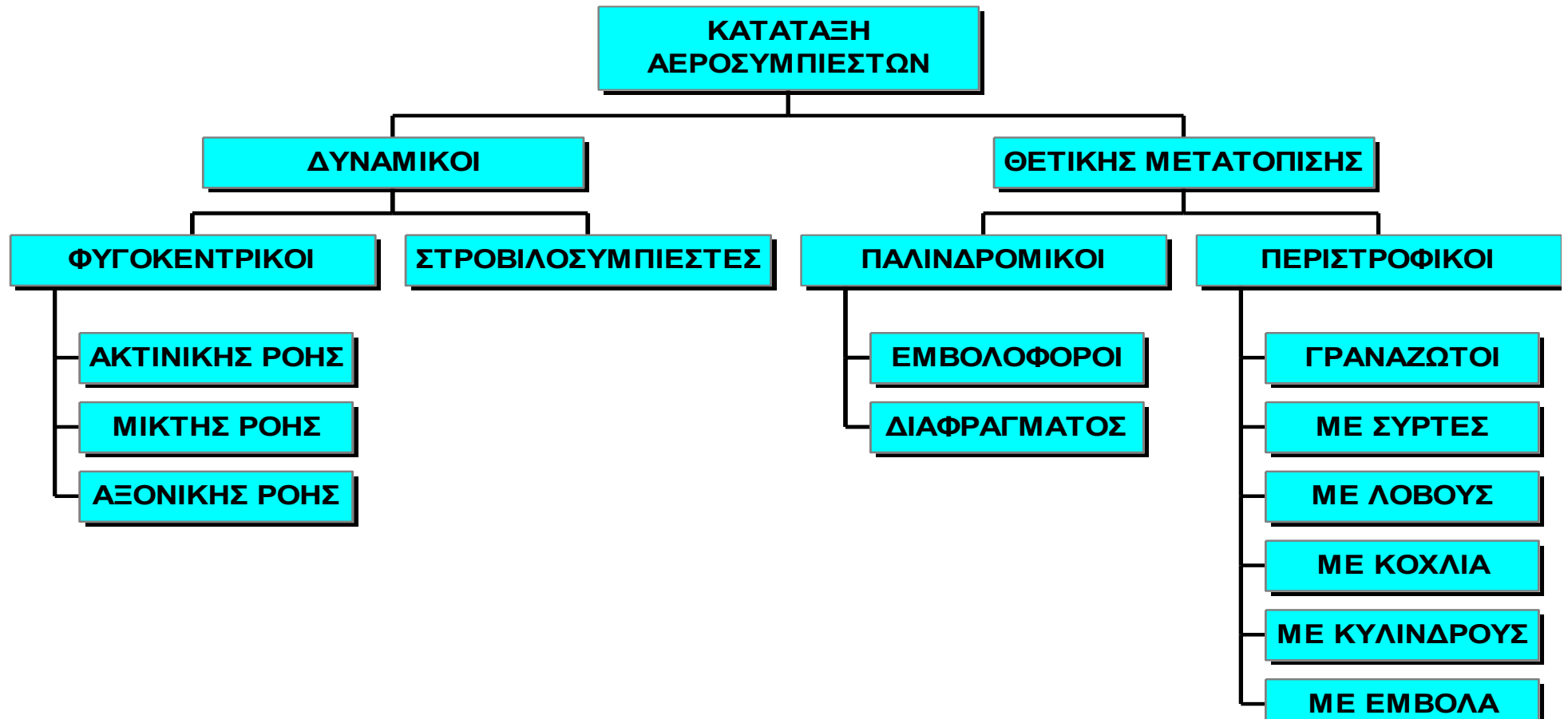
**Αεροσυμπιεστές** είναι οι μηχανές που μετατρέπουν την μηχανική ενέργεια, σε πίεση αέρα ονομάζονται Αεροσυμπιεστές ή Κομπρεσέρ (για συντομία Α/Σ). Μπορούμε να πούμε πως:  
Η ανύψωση της πίεσης του αέρα είναι μια μορφή αποθήκευσης της μηχανικής ενέργειας.

**Οι αεροσυμπιεστές διακρίνονται σε δύο βασικά είδη :**

- Σε αυτούς που επιταχύνουν τα μόρια του αέρα.
  - ✓ **Δυναμικοί αεροσυμπιεστές**
- Σε αυτούς που συγκεντρώνουν στον ίδιο χώρο περισσότερα μόρια αέρα ή ελαττώνουν τον χώρο μέσα στον οποίο βρίσκονται αυτά
  - **Αεροσυμπιεστές θετικής μετατόπισης**

# Κατάταξη Αεροσυμπιεστών

---



# Ταξινόμηση των κυλίνδρων

---

- **Κύλινδροι απλής ενέργειας.**
- **Οι κύλινδροι διπλής ενέργειας**
- **Οι κύλινδροι ειδικής κατασκευής**

Σύμφωνα με τον τρόπο που εργάζονται και από τον οποίο εξαρτάται η κατασκευή των, οι πνευματικοί κύλινδροι κατατάσσονται σε τρεις κύριες κατηγορίες.

**Οι κύλινδροι απλής ενέργειας** στους οποίους ο αέρας τροφοδοσίας επιτρέπει εργασία μόνο προς μία κατεύθυνση πχ μόνο Έλξη ή μόνο Ώθηση.

**Οι κύλινδροι διπλής ενέργειας** όπου η εργασία μπορεί να πραγματοποιηθεί και προς στις δυο κατευθύνσεις

**Οι κύλινδροι ειδικής κατασκευής** με σχεδιασμό για ορισμένους, που ξεκινά από τις μπουκάλες διπλής ενέργειας. Προορίζονται για ειδικές εφαρμογές όπως κύλινδροι σε Tadem, (όπου το βάκτρο του δεύτερου ωθεί το έμβολο του πρώτου), διδυμία (δεμένοι πλάτη - με πλάτη), κύλινδροι διπλού ή ενός βάκτρου ή ακόμα χωρίς βάκτρο, με μεμβράνη, μετωπικοί, γωνιακής μετατόπισης κλπ.

## Οι πνευματικοί κύλινδροι

---

Οι πνευματικοί κύλινδροι αποτελούν το πλέον συνηθισμένο Στοιχείο Εργασίας και τους συναντούμε συχνά στις πνευματικές μηχανές ή στις εγκαταστάσεις.

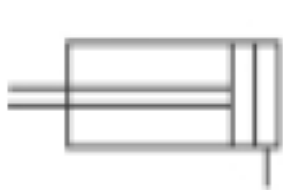
Ο κύριος λόγος είναι ότι έχουν απλή και οικονομική χρήση, επί πλέον επιτρέπουν υψηλές ταχύτητες μετατόπισης. Επιπρόσθετα όμως προσαρμόζονται εύκολα στις ανάγκες του χρήστη αφού έχει να επιλέξει από μια πληθώρα τυποποιημένων διαμέτρων, διαδρομών και διατάξεων στερέωσής των.

Οι Κύλινδροι Π/Α είναι συσκευές που μετατρέπουν την αποθηκευμένη ενέργεια του Π/Α σε ευθύγραμμη κίνηση με ταχύτητα και δύναμη που εξαρτάται από την παροχή, την πίεση και το μέγεθος του κυλίνδρου.

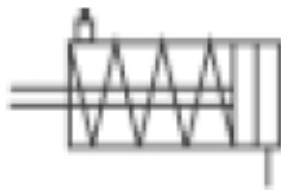
Η μηχανοποίηση των γραμμικών εργασιών, όπως μετακινήσεις υλικών, ή ο περιορισμός των μυϊκών δυνάμεων για μεταφορά ή για σύσφιξη, δηλαδή: τελειοποιώντας τις μηχανές ίσον βελτίωση των διαδικασιών παραγωγής. Αυτοί είναι οι κύριοι στόχοι της χρησιμοποίησης των Πνευματικών Κυλίνδρων στα πλαίσια της μηχανοποίησης ή/και της αυτοματοποίησης.

## Συμβολισμός Κυλίνδρων

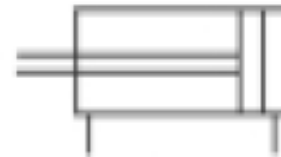
---



(1)



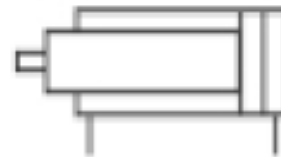
(2)



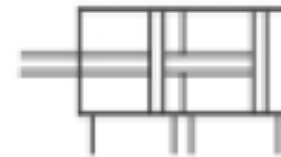
(3)



(4)

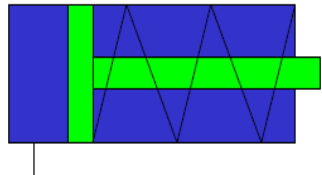


(5)

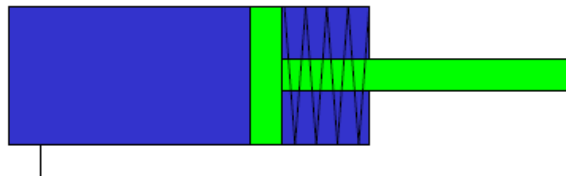


(6)

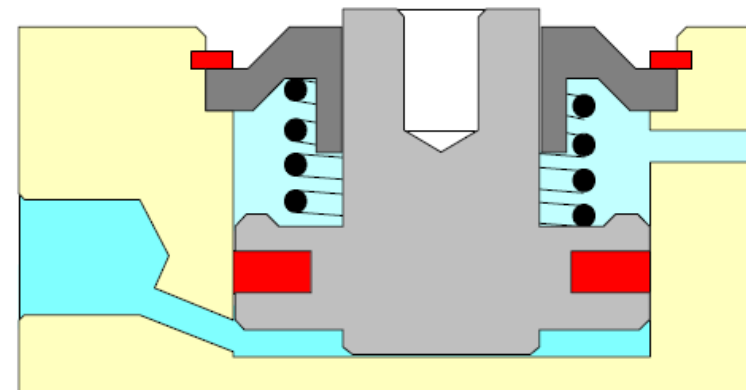
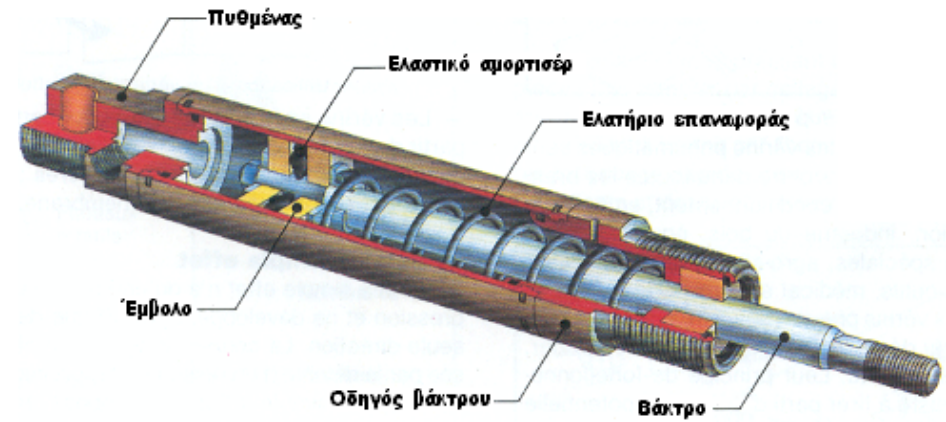
# Έμβολο Απλής Ενέργειας



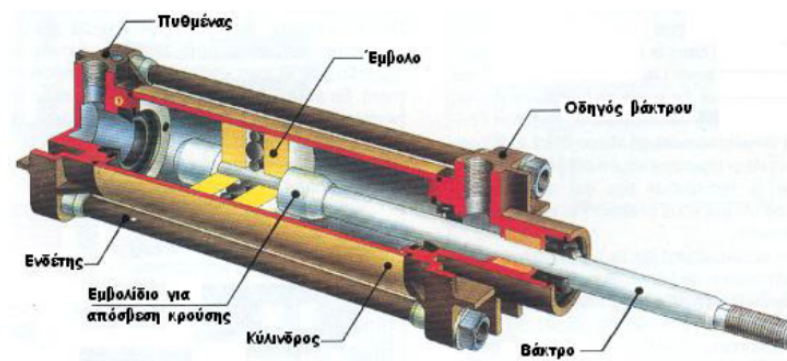
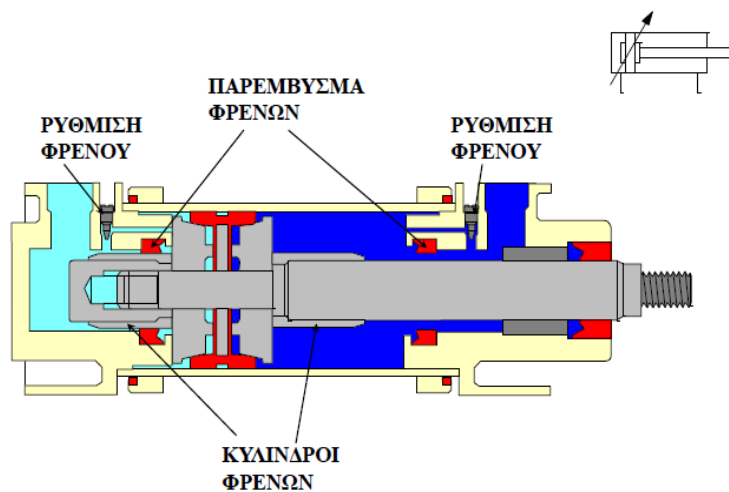
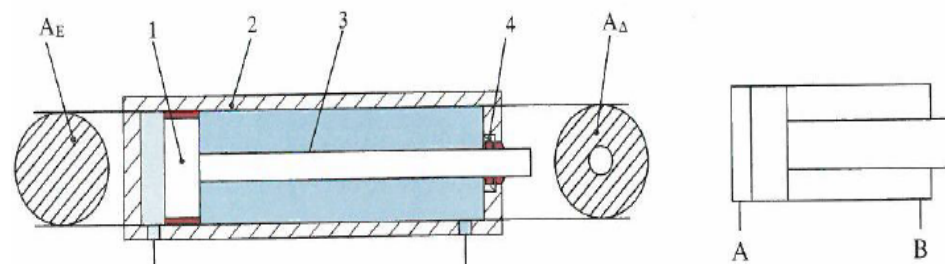
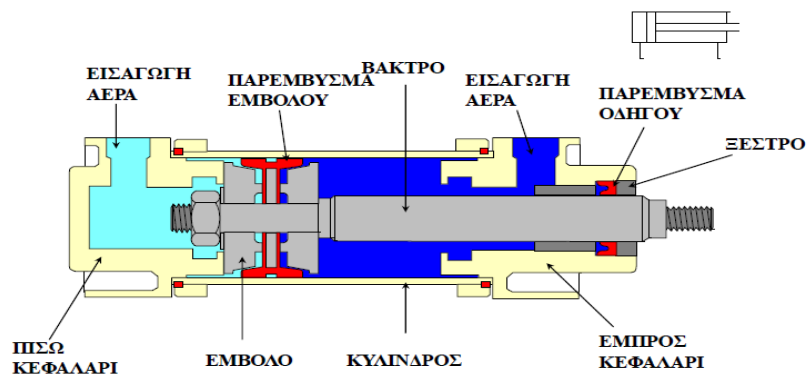
ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ ΑΠΛΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ  
ΣΕ ΗΡΕΜΙΑ



ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ ΑΠΛΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ  
ΣΕ ΕΡΓΑΣΙΑ



# Έμβολο Διπλής Ενέργειας





# Κύλινδρος ειδικής κατασκευής

---

Σε αυτή την κατηγορία περιλαμβάνονται οι παρακάτω κύλινδροι:

- Κύλινδρος Διπλής Ενεργείας με Διπλό Βάκτρο.
- Κύλινδρος Διπλών Εμβόλων.
- Κύλινδρος Πολλαπλών Θέσεων.
- Τηλεσκοπικός Κύλινδρος Απλής Ενέργειας.
- Τηλεσκοπικός Κύλινδρος Διπλής Ενέργειας.
- Κύλινδρος με Εσωτερική Διάταξη Επιβράδυνσης.



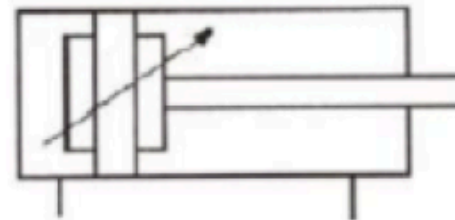
- <https://youtu.be/hmz1h5fk2bl>



*Σχ. 5: Συμβολισμός κυλίνδρου με διπλό βάκτρο*



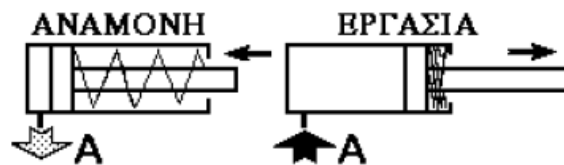
*Σχ. 6: Συμβολισμός τηλεσκοπικού κυλίνδρου*



*Σχ. 7: Συμβολισμός κυλίνδρου με επιβράδυνση*

# Λειτουργία κυλίνδρων

Κύλινδροι απλής ενέργειας



Θέση ΑΝΑΜΟΝΗΣ

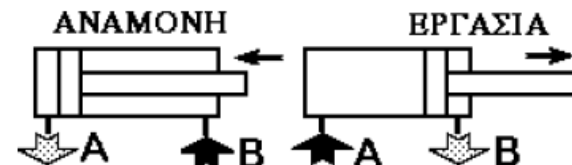
Στους κυλίνδρους απλής ενέργειας τη θέση αναμονής (εδώ το βάκτρο **μέσα**) την ορίζει το ελατήριο όταν βέβαια δεν υπάρχει πίεση στο **A**.

Θέση ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο Π/Α μπαίνει στο θάλαμο από το στόμιο **A** και ο κύλινδρος εκτελεί την εργασία.

Όταν πάψει να υπάρχει πίεση στο **A**, η δύναμη του ελατηρίου σπρώχνει το έμβολο το οποίο με τη σειρά του διώχνει τον Π/Α πλευράς κεφαλής εμβόλου μέσα από το στόμιο **A**, που πρέπει να επικοινωνεί με την ατμόσφαιρα.

Κύλινδροι διπλής ενέργειας



Θέση ΑΝΑΜΟΝΗΣ

Στην θέση αναμονής (εδώ το βάκτρο **μέσα**) ο Π/Α από το στόμιο **B** μπαίνει στο θάλαμο πλευράς βάκρου, ταυτόχρονα όμως, ο θάλαμος πλευράς κεφαλής εμβόλου μέσα από το στόμιο **A**, είναι σε επικοινωνία με την ατμόσφαιρα.

Θέση ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Για να βγει το βάκτρο τροφοδοτούμε με Π/Α το στόμιο **A**. Την ίδια στιγμή ο θάλαμος πλευράς βάκρου αδειάζει στην ατμόσφαιρα μέσα από το στόμιο **B**. Για αναστροφή της φοράς εργασίας η είσοδος βάκρου εξασφαλίζεται με τροφοδοσία του στομίου **B**. Εκτόνωση του αέρα της άλλης πλευράς στην ατμόσφαιρα από το στόμιο **A**.

# Διαστασιολόγηση Εμβόλων

---

Στα πνευματικά έμβολα υπολογίζονται τα παρακάτω στοιχεία:

- Την Δύναμη
- Το μέγιστο μήκος Διαδρομής
- Την Ταχύτητα
- Την Κατανάλωση του αέρα

# Διαστασιολόγηση Εμβόλων

$$\text{Δύναμη } F \text{ (kp)} = \frac{D^2 \text{ (cm)}^2 \cdot \pi}{4} \cdot p \text{ (bar)} \cdot 0.8$$

← Πραγματική Δύναμη      ← Θεωρητική Δύναμη      ← Απώλειες τριβής

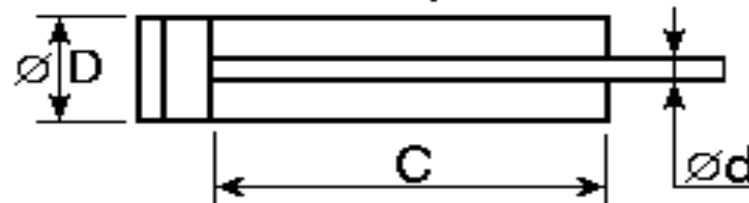
Δύναμη κατά την έκταση

$$\text{Δύναμη } F \text{ (kp)} = \frac{(D - d)^2 \text{ (cm)}^2 \cdot \pi}{4} \cdot p \text{ (bar)} \cdot 0,8$$

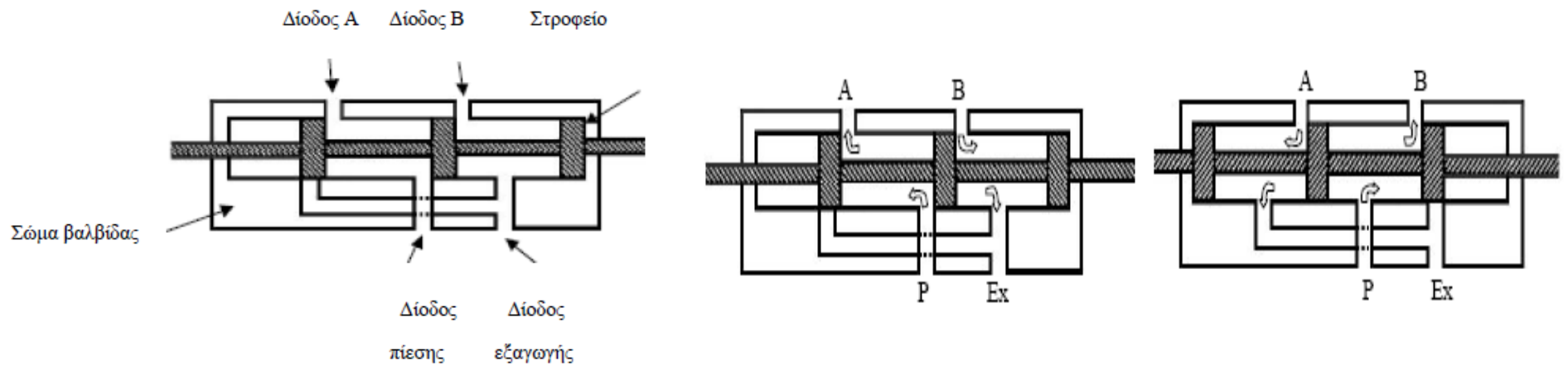
← Πραγματική Δύναμη      ← Θεωρητική Δύναμη      ← Απώλειες τριβής

Δύναμη κατά την σύμπτυξη

Βασικές διαστάσεις  
κυλίνδρων



# Βαλβίδες



Για να αλλάξουμε την κατεύθυνση της ροής αέρος από και προς τον κύλινδρο, χρησιμοποιούμε μια κατευθυντική βαλβίδα ελέγχου. Το κινούμενο μέρος σε μια κατευθυντική βαλβίδα ελέγχου θα συνδέσει και θα αποσυνδέσει τις εσωτερικές μεταβάσεις ροής μέσα στο σώμα των βαλβίδων. Αυτή η δράση οδηγεί σε έναν έλεγχο της κατεύθυνσης ροής αέρος.

# Κιβώτια θέσης

---



- Μια βαλβίδα 2-θέσεων παρουσιάζεται από δύο κιβώτια.



- Μια βαλβίδα 3-θέσεων παρουσιάζεται από τρία κιβώτια.

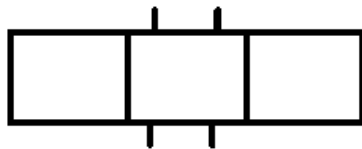
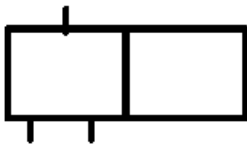
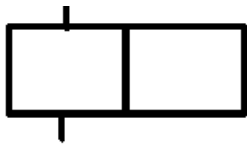
- **Οι διανομείς. Αρχή λειτουργίας**

- - Οι διανομείς χαρακτηρίζονται από δυο μεγάλα λειτουργικά χαρακτηριστικά.
- **α')** **Τον αριθμό των στομίων:** (δίοδοι, τρίοδοι, τετράοδοι κλπ) Αυτή η ένδειξη ορίζει τον αριθμό των κύριων στομίων του διανομέα που είναι απαραίτητα για την λειτουργία του Στοιχείου Εργασίας (στο μέτρημα δεν λαμβάνονται υπόψη τα στόμια ελέγχου!). και από:
- **β')** **Τον αριθμό των θέσεων** που καταλαμβάνουν κατά τη λειτουργία
- Κάθε βαλβίδα παρέχει δύο ή περισσότερες χρησιμοποιήσιμες θέσεις, κάθε θέση που παρέχει μια ή περισσότερες πορείες ροής. Παραδείγματος χάριν, η απλή βαλβίδα επιστροφής υδραυλικών σωλήνων παρέχει δύο χρησιμοποιήσιμες θέσεις, μια θέση που εμφανίζεται όταν διοικεί το σωληνοειδές της βαλβίδας, και μια άλλη θέση που εμφανίζεται όταν διοικεί το ελατήριο της βαλβίδας. Το σύμβολο Ansi για μια κατευθυντική βαλβίδα δημιουργεί περίπου μια σειρά από κιβώτια ή ορθογώνια, ένα κιβώτιο για κάθε χρησιμοποιήσιμη θέση της βαλβίδας.



# Θύρες βαλβίδων


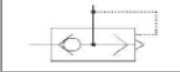
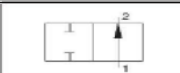

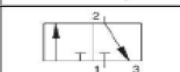
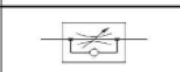

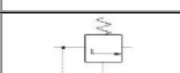




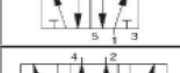
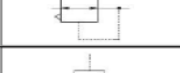
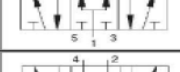
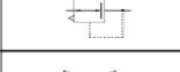


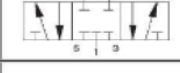
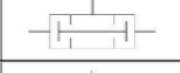

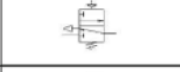


---



- Μια βαλβίδα 2-θυρών 2-θέσεων
- Μια βαλβίδα 3-θυρών 2-θέσεων
- Μια βαλβίδα 4-θυρών 3-θέσεων

Οι περισσότερες κινήσεις αέρα είναι είτε βαλβίδες 2-θέσεων είτε 3-θέσεων, αλλά θα ήταν δυνατό να υπάρξει μια ασυνήθιστη βαλβίδα με τέσσερις ή πέντε ή ακόμα και έξι θέσεις. Εν πάση περιπτώσει, θα υπήρχε ένα κιβώτιο για να αντιπροσωπεύσει κάθε θέση της βαλβίδας.

# Συνοπτική επεξήγηση συμβόλων

	Βαλβίδα (2/2) δυο δρόμων δυο θέσεων – κανονικά κλειστή		Ταχείας απελευθέρωσης
	Βαλβίδα (2/2) δυο δρόμων δυο θέσεων – κανονικά ανοικτή		Αμφίδρομος μεταβλητός ρυθμιστής πίεσης
	Βαλβίδα (3/2) τριών δρόμων δυο θέσεων – κανονικά κλειστή		Μονόδρομος μεταβλητός ρυθμιστής πίεσης
	Βαλβίδα (3/2) τριών δρόμων δυο θέσεων – κανονικά ανοικτή		Ακόλουθος
	Βαλβίδα (3/2) τριών δρόμων δυο θέσεων – κανονικά κλειστή/ανοικτή		Μειωτής πίεσης χωρίς βαλβίδα εκτόνωσης
	Βαλβίδα (5/2) πέντε δρόμων δυο θέσεων		Μειωτής πίεσης με βαλβίδα εκτόνωσης
	Βαλβίδα (5/3) πέντε δρόμων τριών θέσεων		Μειωτής πίεσης ελεγχόμενος από πίεση με βαλβίδα εκτόνωσης
	Βαλβίδα (5/3) πέντε δρόμων τριών θέσεων κλειστού κέντρου		Βαλβίδα διακοπής
	Βαλβίδα (5/3) πέντε δρόμων τριών θέσεων ανοικτού κέντρου		Βαλβίδα AND
	Ανεπίστροφη βαλβίδα		Διακοπής τριών δρόμων με πνευματικό έλεγχο
	Ανεπίστροφη βαλβίδα με ελατήριο		Διακοπής τριών δρόμων με μαγνητικό έλεγχο
	Βαλβίδα επιλογής κυκλώματος (OR)		Διακοπής τριών δρόμων με δυνατότητα κλειδώματος

## Γενικές κατηγορίες βαλβίδων

---

**Ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής του οι βαλβίδες κατατάσσονται στις παρακάτω κατηγορίες:**

- Βαλβίδες με έδρες (poppet) ,
- Βαλβίδες με σύρτη ή έμβολο (spool)
- Βαλβίδες μεικτές (mixed)

**Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας του οι βαλβίδες κατατάσσονται σε :**

- Βαλβίδες ελέγχου κατεύθυνσης ροής, που ρυθμίζουν τη κατεύθυνση της ροής και συνεπώς η φορά κίνησης του επενεργητή.
- Βαλβίδες ελέγχου παροχής, που ρυθμίζουν την ταχύτητα λειτουργίας του επενεργητή μέσω του ελέγχου της παροχής του ρευστού
- Βαλβίδες ρύθμισης πίεσης, που ρυθμίζουν τη δύναμη ή η ροπή επενέργειας μέσω του ελέγχου της πίεσης του ρευστού.

<https://youtu.be/CQPwwWXbV3w>

## Βαλβίδες ελέγχου κατεύθυνσης (2/6)

---

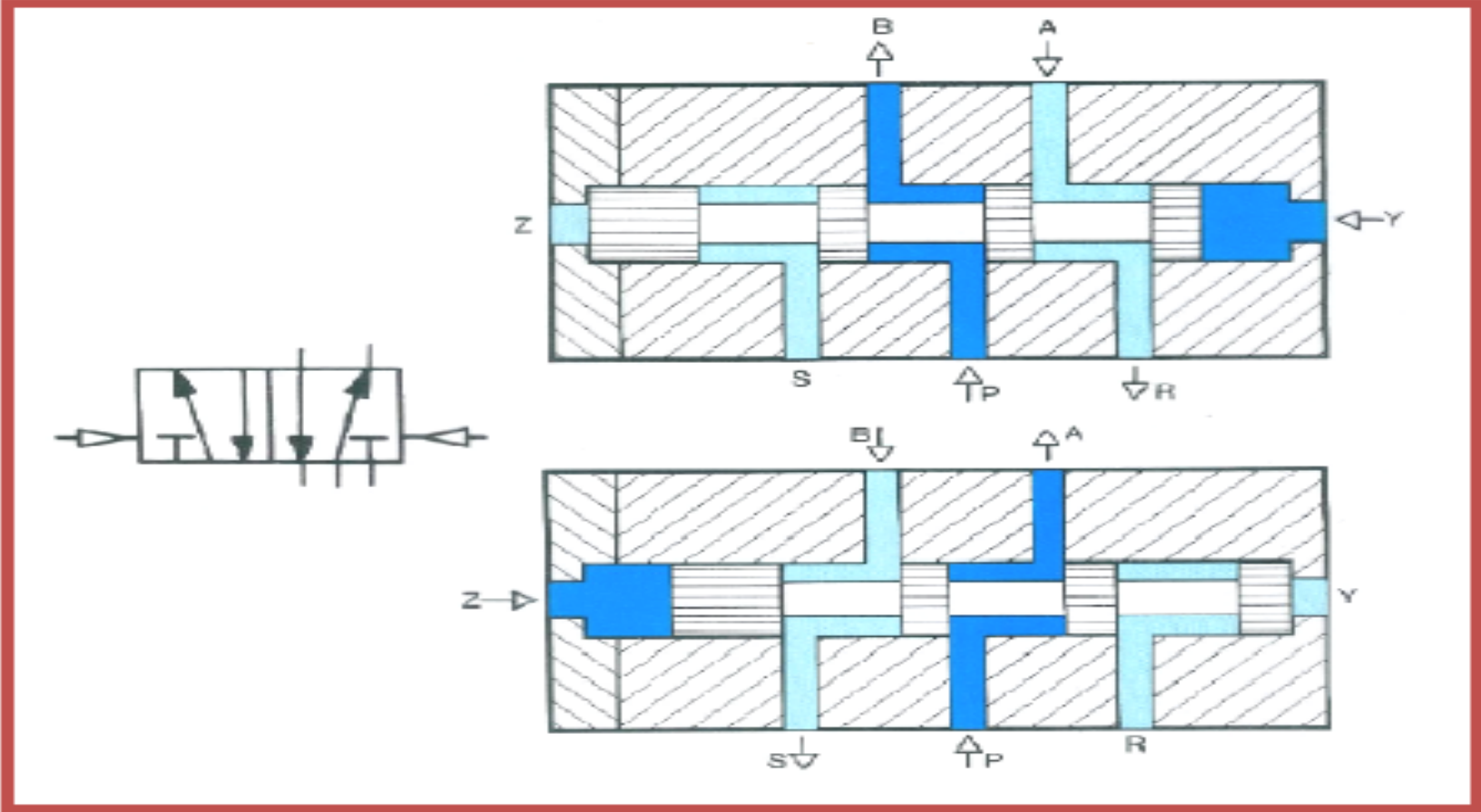
### Τυποποίηση βαλβίδων

Οι βαλβίδες ελέγχου κατεύθυνσης ελέγχουν την εκκίνηση, τη διακοπή και την κατεύθυνση της ροής του αέρα. Διακρίνονται από τον αριθμό των θυρών και τον αριθμό των θέσεων στις οποίες μπορούν να τεθούν. Για παράδειγμα, ο ορισμός βαλβίδα τύπου 3/2 χρησιμοποιείται για να περιγράψει μία βαλβίδα ελέγχου κατεύθυνσης, η οποία έχει 3 θύρες και 2 θέσεις. Κάθε θέση στην οποία μπορεί να τεθεί μια βαλβίδα φαίνεται στο σύμβολό της μέσω ενός τετραγώνου. Μέσα στα τετράγωνα όποτε μια γραμμή αγγίζει την περίμετρο του τετραγώνου έχουμε θύρα. Οι θύρες αυτές δεν είναι πάντα συνδέσιμες (φραγμένες). Στο σύμβολο και εξωτερικά των τετραγώνων θα φαίνεται ο μηχανισμός/οι λειτουργίας. Αυτοί μπορεί να είναι χειροκίνητοι (μπουτόν), μηχανικοί (κυλινδρικός μοχλός και κυλινδρικός μοχλός αργής επιστροφής), πνευματικοί (οδηγός) και ηλεκτρικοί (ηλεκτρομαγνητική) ή βέβαια και συνδυασμοί των παραπάνω μηχανισμών λειτουργίας. Οι συνηθέστερες από πλευράς χρήσης βαλβίδες είναι οι τύπου 3/2 ωστόσο διατίθενται ακόμα και οι εξής: 2/2, 4/2, 4/3, 5/2, 5/3, 5/4, 6/3, κ.ο.κ.

## Βαλβίδες ελέγχου κατεύθυνσης (2/6)

	Πενταδοδική βαλβίδα δύο θέσεων (5/2)		Γενικό σύμβολο χειροκίνητου τρόπου ενεργοποίησης
	Τετραδοδική βαλβίδα δύο θέσεων (4/2)		Ενεργοποίηση με κομβίο
	Τριοδική βαλβίδα δύο θέσεων (3/2)		Ενεργοποίηση με χειρομοχλό
	Τετραδοδική βαλβίδα τριών θέσεων (4/3) με κέντρο ανοικτό		Ενεργοποίηση με ποδόπληκτρο
	Τετραδοδική βαλβίδα τριών θέσεων (4/3) με κέντρο κλειστό		Επαναφορά με ελατήριο
	Τετραδοδική βαλβίδα τριών θέσεων (4/3) με κέντρο κλειστό & ανακούφιση		Ενεργοποίηση με ρόλλερ
	Πενταδοδική βαλβίδα τριών θέσεων (5/3)		Ενεργοποίηση με πνευματικό σήμα
	Πενταδοδική βαλβίδα τριών θέσεων (5/3)		Ενεργοποίηση με ηλεκτρικό σήμα

# Βαλβίδες ελέγχου κατεύθυνσης (3/6)



- Κάθε τετράγωνο υποδηλώνει και μια θέση λειτουργίας
- Ο αριθμός των τετραγώνων δείχνει πόσες θέσεις λειτουργίας υπάρχουν στη βαλβίδα
- Οι θέσεις λειτουργίας χαρακτηρίζονται με τα γράμματα a, b κλπ
- Η θέση ηρεμίας σε βαλβίδες με τρεις θέσεις χαρακτηρίζεται με το o
- Χαρακτηρισμός στομίων

### ✓ Αριθμητική περιγραφή

- 1 : πόρτα πίεσης ή πόρτα εφοδιασμού
- 2,4,6 : πόρτες εργασίας ή πόρτες εξόδου
- 3,5,7, : πόρτες εξόδου στην ατμόσφαιρα ή πόρτες εκροής
- 9 : πόρτα διαρροής (υδραυλική λειτουργία)
- 10 : πόρτα ελέγχου για την ακύρωση σήματος
- 12,14,16 : πόρτες ελέγχου

### ✓ Σύστημα αλφαβητικής περιγραφής

- P : πόρτα πίεσης ή πόρτα εφοδιασμού
- A,B,C : πόρτες εργασίας ή πόρτες εξόδου
- R,S,T : πόρτες εξόδου στην ατμόσφαιρα ή πόρτες εκροής
- L : πόρτα διαρροής (υδραυλική λειτουργία)
- Z : πόρτα ελέγχου για την ακύρωση σήματος
- Y,Z,X : πόρτες ελέγχου

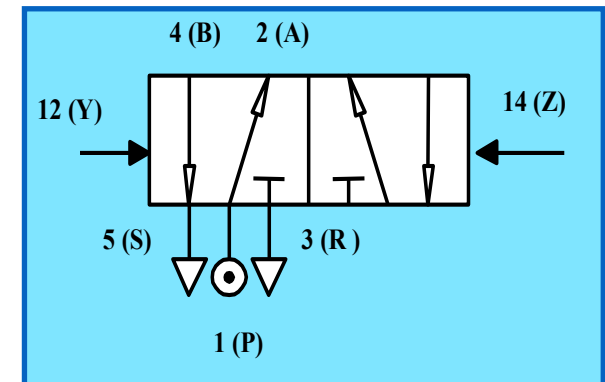
# Βαλβίδες σημάτων

<https://youtu.be/YppUetnl-6M>

- Οι βαλβίδες ελέγχου κατεύθυνσης γενικά **διακρίνονται** σε βαλβίδες:
  - με παραμένουσες θέσεις
  - με ελατήριο επαναφοράς

Οι **μηχανισμοί ενεργοποίησης** διακρίνονται σε τρεις τύπους:

- Πνευματικό σήμα
- Μηχανικό σήμα
- Ηλεκτρικό σήμα



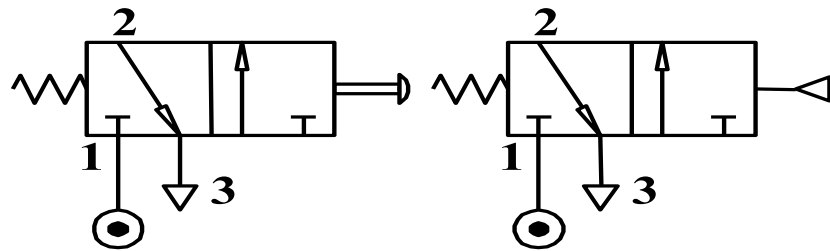
Από **κατασκευαστική άποψη** οι βαλβίδες 5/2 διακρίνονται σε κατηγορίες:

- Βαλβίδες εμβόλου.
- Βαλβίδες με έδρες.
- Βαλβίδες με δίσκο.

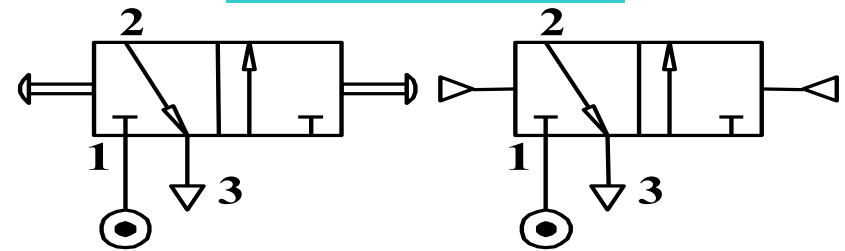


# Βαλβίδες σημάτων

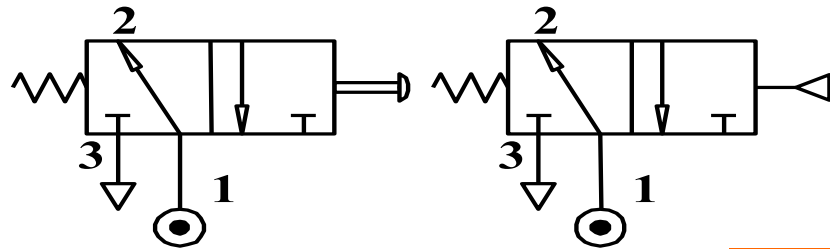
**ΕΛΑΤΗΡΙΟ**



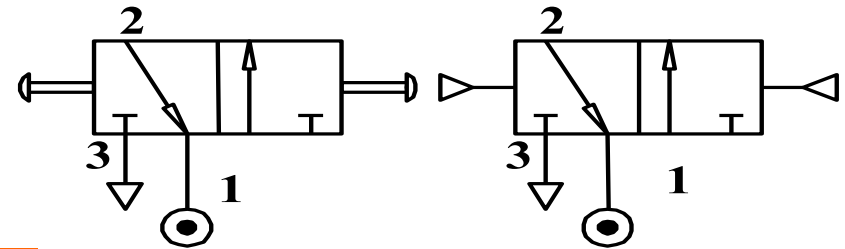
**ΘΕΣΕΙΣ ΠΑΡΑΜΕΝΟΥΣΣΕΣ**



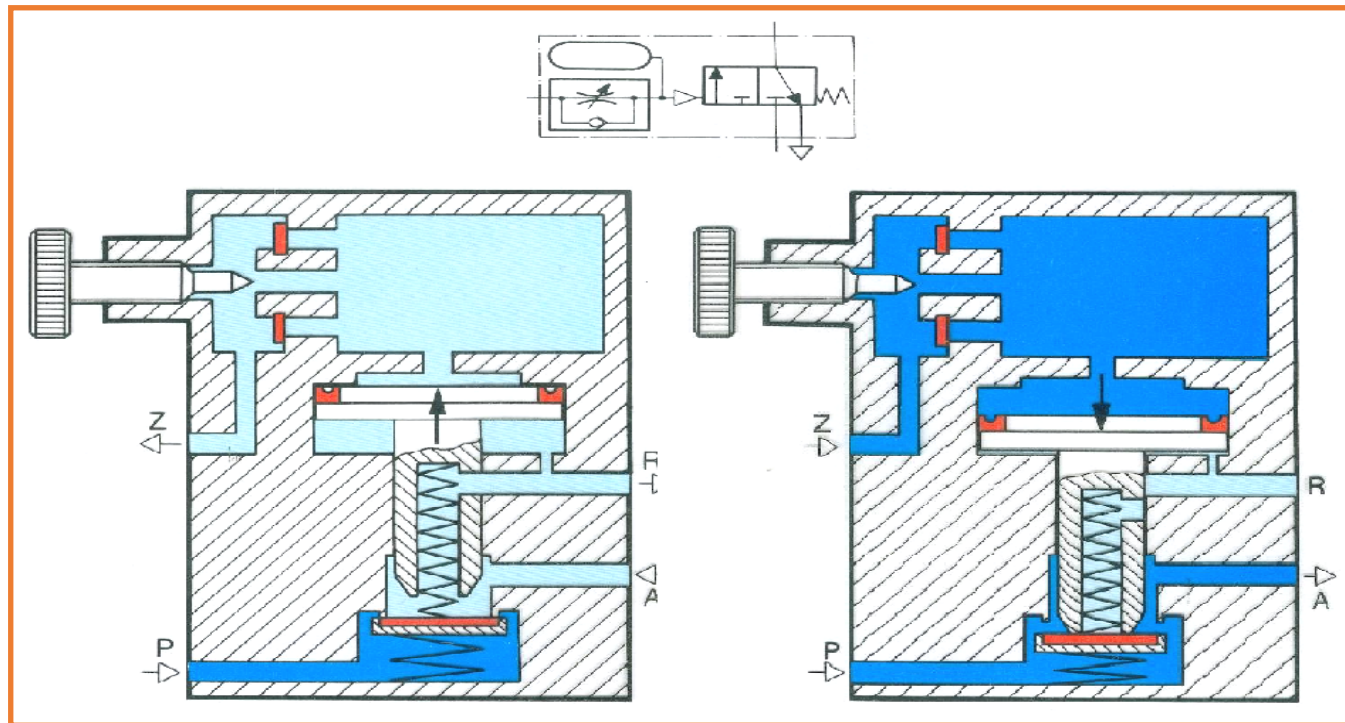
**ΚΑΝΟΝΙΚΑ ΚΛΕΙΣΤΕΣ**








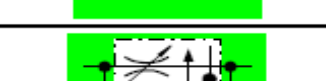
**ΚΑΝΟΝΙΚΑ ΑΝΟΙΚΤΕΣ**

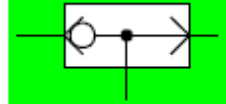
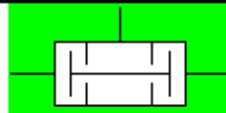
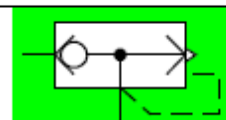
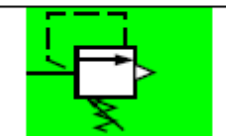
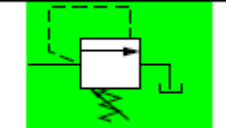
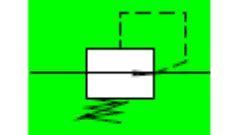


# Βαλβίδες σημάτων



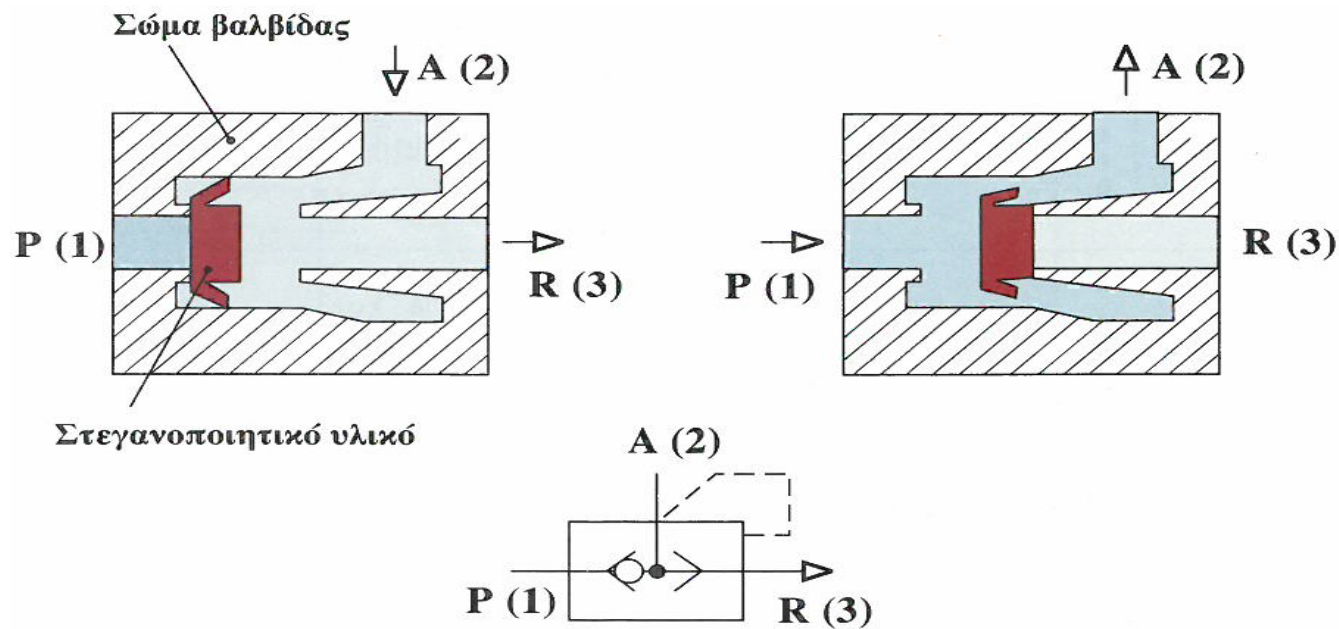
# Ρυθμιστικές Βαλβίδες

	Ανεπίστροφη βαλβίδα
	Ανεπίστροφη βαλβίδα με ελατήριο
	Στραγγαλιστική βαλβίδα
	Ρυθμιζόμενη στραγγαλιστική βαλβίδα διπλής κατεύθυνσης
	Ρυθμιζόμενη στραγγαλιστική βαλβίδα μόνης κατεύθυνσης
	Ρυθμιζόμενη στραγγαλιστική βαλβίδα μίας φοράς ροής με αντιστάθμιση πίεσης και θερμοκρασίας

	Βαλβίδα διαζευκτικής επιλογής (OR)
	Βαλβίδα συνδετικής επιλογής (AND)
	Βαλβίδα ταχείας ανακούφισης
	Ρυθμιζόμενη πνευματική ασφαλιστική βαλβίδα.
	Ρυθμιζόμενη ανακουφιστική βαλβίδα.
	Ρυθμιστής πίεσης

## Βαλβίδες ταχείας εκκένωσης

- Χρησιμοποιείται εκεί που θέλουμε να αυξήσουμε περαιτέρω την ταχύτητα κίνησης του στοιχείου εργασίας
- Τοποθετείται επάνω στην οπή του κυλίνδρου
- Μειώνεται αισθητά η δύναμη κατάθλιψης



## Παροχή πνευματικών βαλβίδων

---

Σε όλες τις βαλβίδες υπάρχει θεωρητικός τρόπος υπολογισμού της πραγματικής παροχής.

Για δεδομένη πίεση αέρα και πτώση πίεσης στη βαλβίδα, η σχέση αυτή είναι:

$$Q = 1,6 \cdot K_V \cdot \sqrt{\Delta P \cdot P_{εξ}}$$

όπου:

$\Delta P$  Η πτώση πίεσης στη βαλβίδα με  $\Delta P < 50\% P_{εισόδου}$  (ΑΤ).

$P_{εξ}$  Η πίεση αέρα στην έξοδο (ΑΤ).

$Q$  Η παροχή της βαλβίδας (NM<sup>3</sup>/HR).

$K_V$  Συντελεστής δυνατότητας παροχής βαλβίδων.

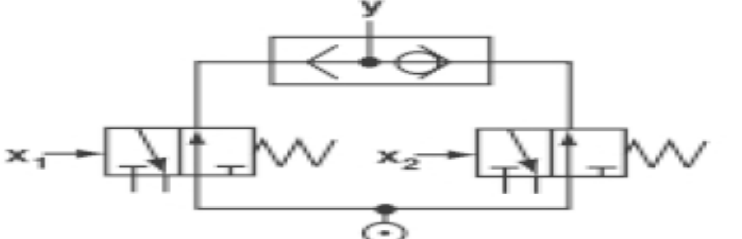
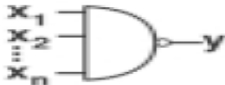
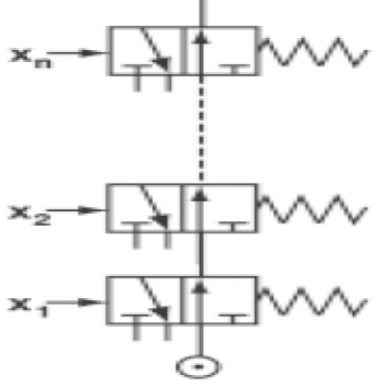

## **ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 3.4**

*Πνευματικές λογικές πύλες, Πνευματικά διαγράμματα,  
Πίνακας θέσεων, Διάγραμμα κινήσεων*

# Πνευματικές λογικές πύλες [https://youtu.be/\\_sCIFyiReN4](https://youtu.be/_sCIFyiReN4) <https://youtu.be/tBs7DsgVXWA>

Λογική συνάρτηση	Λογικό σύμβολο	Πίνακας λειτουργίας	Λογική πνευματική πύλη	Ισοδυναμικό ηλεκτρικό															
ΚΑΙ ή AND σύνδεσμος		<table border="1"> <thead> <tr> <th><math>x_1</math></th> <th><math>x_2</math></th> <th><math>y</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	$x_1$	$x_2$	$y$	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	<p><math>y = x_1 x_2</math></p>	<p><math>y = x_1 x_2</math></p>
$x_1$	$x_2$	$y$																	
0	0	0																	
1	0	0																	
0	1	0																	
1	1	1																	
Η ή OR διάζευξη		<table border="1"> <thead> <tr> <th><math>x_1</math></th> <th><math>x_2</math></th> <th><math>y</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	$x_1$	$x_2$	$y$	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	<p><math>y = x_1 + x_2</math></p>	<p><math>y = x_1 + x_2</math></p>
$x_1$	$x_2$	$y$																	
0	0	0																	
1	0	1																	
0	1	1																	
1	1	1																	
ΟΧΙ ή NOT άρνηση		<table border="1"> <thead> <tr> <th><math>x</math></th> <th><math>y</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	$x$	$y$	0	1	1	0	<p><math>y = \bar{x}</math></p>	<p><math>y = \bar{x}</math></p>									
$x$	$y$																		
0	1																		
1	0																		

# Συνάρτηση NAND & NOR

Λογική συνάρτηση	Σύνδεση πνευματικών βαλβίδων	Πίνακας λειτουργίας															
<p>OXI-KAI ή NAND</p>		 <table border="1" data-bbox="1518 523 1727 651"> <thead> <tr> <th><math>x_1</math></th> <th><math>x_2</math></th> <th><math>y</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	$x_1$	$x_2$	$y$	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0
$x_1$	$x_2$	$y$															
0	0	1															
1	0	1															
0	1	1															
1	1	0															
<p>OXI-H ή NOR</p>		 <table border="1" data-bbox="1518 954 1727 1082"> <thead> <tr> <th><math>x_1</math></th> <th><math>x_2</math></th> <th><math>y</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	$x_1$	$x_2$	$y$	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0
$x_1$	$x_2$	$y$															
0	0	1															
1	0	0															
0	1	0															
1	1	0															

<https://youtu.be/iqy71uVFsnk?list=PLLMmbOLFy25F4uBqAA4I1-WRLhvEfpNF>



## Πνευματικά διαγράμματα – Πίνακας θέσεων

---

Έμβολο	Θέση και κίνηση εμβόλων κατά φάσεις					
	Ημερία	1	2	3	4	5
A	-	-	⊕	+	+	⊖
B	-	⊕	⊖	-	-	-
C	-	-	⊕	+	⊖	-
D	-	⊕	+	+	⊖	-
E	-	-	⊕	⊖	-	-

## Διάγραμμα κινήσεων

---

Έμβολο	Ημερία	Φάσεις				
		1	2	3	4	5
A						
B						
C						
D						
E						

**Εκπαιδευτική Δραστηριότητα Δ1: «Ερωτήσεων/απαντήσεων» ή «Συζήτησης»**

---

**Τίτλος: Λειτουργίες Πνευματικών Δομικών στοιχείων**



## Σύνοψη Θεματικής Ενότητας

---

Ερωτήσεις αυτοαξιολόγησης