

Τι είναι τα Πνευματικά Συστήματα;

Τα Πνευματικά Συστήματα χρησιμοποιούν συμπιεσμένο αέρα για την εκτέλεση μιας εργασίας, που μπορεί να είναι επαναλαμβανόμενη, επικίνδυνη για τους χειριστές ή βαριά, να πραγματοποιείται σε μη φιλικό περιβάλλον ή να απαιτεί ακρίβεια ή ταχύτητα.

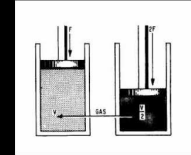
Η πίεση που χρησιμοποιείται συνήθως στα σύγχρονα εργοστάσια είναι 6 bar (87 psi). Μόλις συμπιεστεί ο αέρας, πρέπει να διοχετευθεί σε κύκλωμα μεταψύκτη, αεριοφυλάκιου και ξηραντή αέρα για να αποκτήσει τις κατάλληλες ιδιότητες.

Τα Πνευματικά Συστήματα χρησιμοποιούνται ευρέως στις περισσότερες βιομηχανίες ως μέσο "αυτοματισμού χαμηλού κόστους".

1

Ιδιότητες Αερίων

- Τα αέρια συμπιέζονται – τα υγρά ποτέ
- Μικρή πυκνότητα ($>10^{-2} \text{ kg/m}^3$)
- Μεγαλύτερη ταχύτητα από τα υγρά
- Δύσκολα υδροποιούνται
- Εύκολα αναφλέγονται (εύφλεκτα αέρια)
- Διαφεύγουν άμεσα και βίαια στο περιβάλλον



2

Τα πλεονεκτήματα της χρήσης του αέρα

- Επιτρέπει την ανάπτυξη υψηλών δυνάμεων και ροπών
- Γρήγορη δράση
- Αυτοκαθαρισμός και εύκολη συντήρηση
- Χρησιμοποιούν χαμηλότερες πιέσεις από τα υδραυλικά συστήματα
- Δεν αναπτύσσουν υψηλές θερμοκρασίες όπως τα υδραυλικά συστήματα
- Βρίσκουν μεγάλη εφαρμογή σε βιομηχανίες τροφίμων
- Τα πνευματικά συστήματα είναι φθηνότερα από τα ηλεκτρικά
- Παράγουν μεγάλες δυνάμεις και ζυγίζουν ελάχιστα

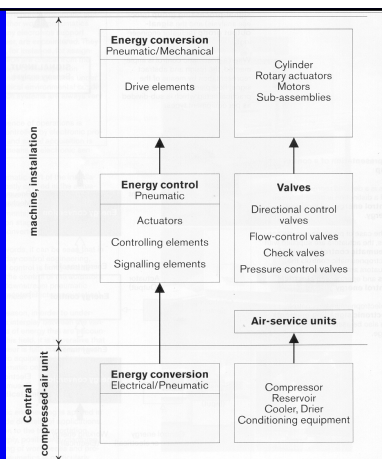
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

3



Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

4



5

Στις βιομηχανικές μονάδες, ο ατμοσφαιρικός αέρας συμπιέζεται από μια ειδική αντλία που ονομάζεται αεροσυμπιεστής και κινείται συνήθως από έναν ηλεκτροκινητήρα. Ο **αεροσυμπιεστής** ωθεί τον αέρα μέσα σε μια ανθεκτική δεξαμενή αποθήκευσης που ονομάζεται **αεριοφυλάκιο**. Στην περίπτωση αυτή ο κινητήρας καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια. Αυτή η ενέργεια κινεί τον αεροσυμπιεστή και το μεγαλύτερο ποσοστό της αποθηκεύεται στο αεριοφυλάκιο με τη μορφή συμπιεσμένου αέρα (ενεργειακός μετασχηματισμός). Στην πραγματικότητα, έχουμε μια δεξαμενή γεμάτη ενέργεια που μπορεί να παράγει ωφέλιμο έργο.

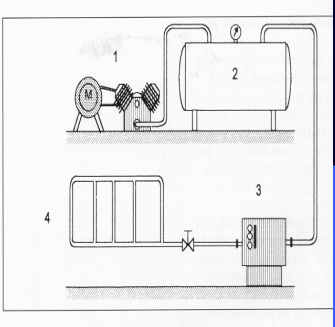
Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

6

Compressed-air unit

This comprises the following assemblies:

- 1 Drive assembly and compressor
- 2 Pressure accumulator
- 3 Compressed-air dryer, cooler
- 4 Compressed-air distribution

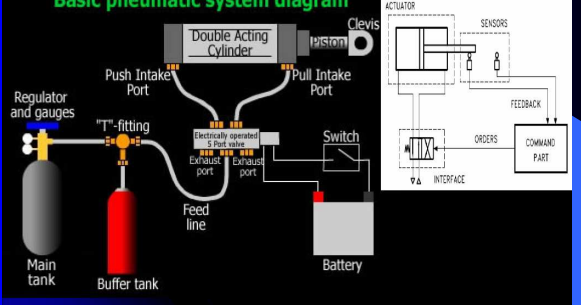


Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

7

Επιμέρους Τμήματα Πνευματικού Συστήματος Κίνησης

Basic pneumatic system diagram



8

Πως λειτουργεί το σύστημα ?

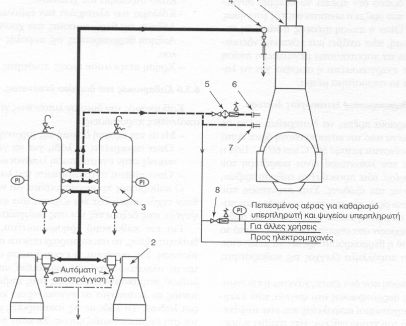
- Πεπιεσμένος αέρας εισέρχεται από τη μία πλευρά του εμβόλου προκαλώντας την «επιμήκυνσή» του
- Επανέρχεται στην αρχική του θέση είτε με την εφαρμογή μιας αντίθετης δύναμης, είτε με τη χρήση ενός ελατηρίου

Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

9

ΤΥΠΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΠΙΕΣΜΕΝΟΥ ΑΕΡΑ ΕΚΚΙΝΗΣΕΩΣ ΚΥΡΙΑΣ ΜΗΧΑΝΗΣ

1. Κύρια μηχανή
2. Αεροσυμπιεστής
3. Αεροφωλάκιο (25/30 bar)
4. Εισαγωγή αέρα εκκίνησης
5. Βαλβίδα στραγγαλισμού πίεσης με φίλτρο από 25-30 bar σε 7-8 bar
6. Είσοδος αέρα ελέγχου στο ΣΑΕ και ασφαλείας
7. Είσοδος αέρα εκκίνησης στο ΣΑΕ και ασφαλείας
8. Βαλβίδα στραγγαλισμού από 25-30 bar σε 7-8 bar



Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

10

Τα πνευματικά συστήματα περιλαμβάνουν:

- Αεροσυμπιεστές
- Βαλβίδες που ελέγχουν τη διεύθυνση της ροής του αέρα
- Βαλβίδες ελέγχου πίεσης και παροχής
- Μηχανισμούς κίνησης
- Συνδετήρες

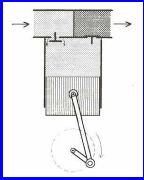
Επαρκή εξοπλισμό για τη ρύθμιση των ιδιοτήτων και την αποθήκευση του συμπιεσμένου αέρα που διασφαλίζει την ποιότητα, την καθαρότητα καθώς και τη λίπανσή του και, επομένως, την ανεμπόδιστη λειτουργία των πνευματικών μηχανισμών κίνησης και βαλβίδων.

Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

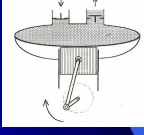
11

Τύποι αεροσυμπιεστών:

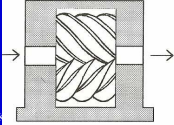
Piston compressors



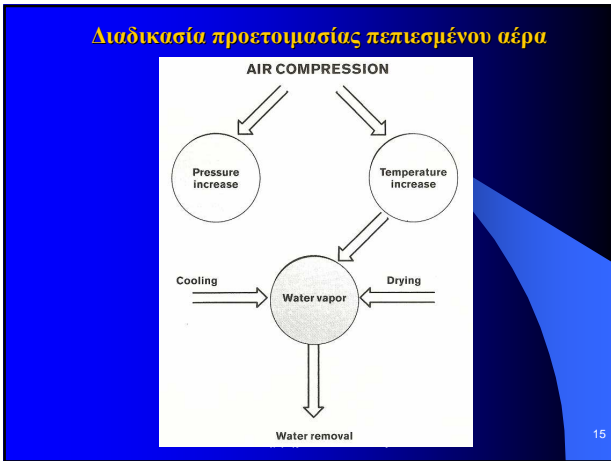
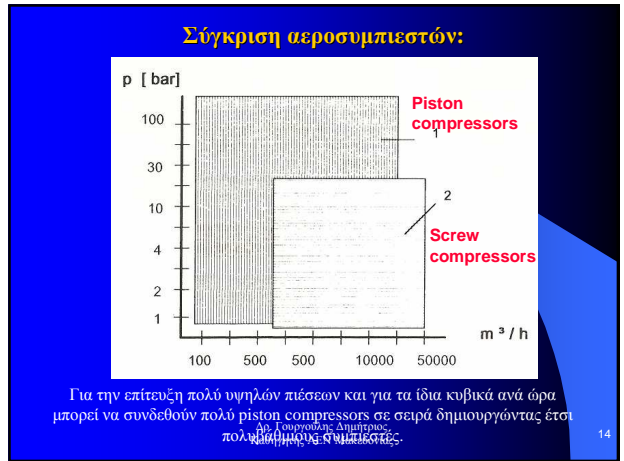
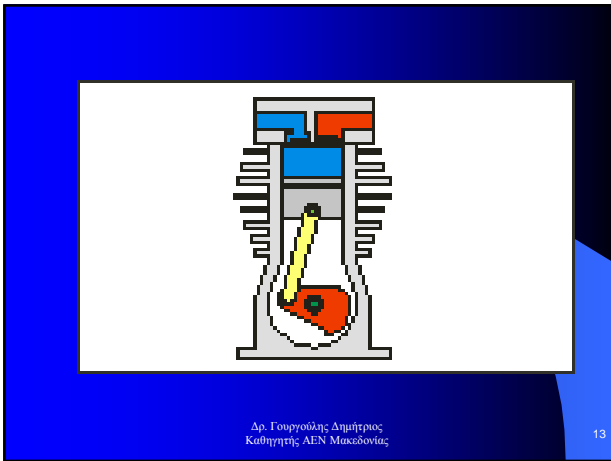
Piston diaphragm compressors



Screw compressors



12



Ταχυσύνδεσμοι

QS - Ταχυσύνδεσμος

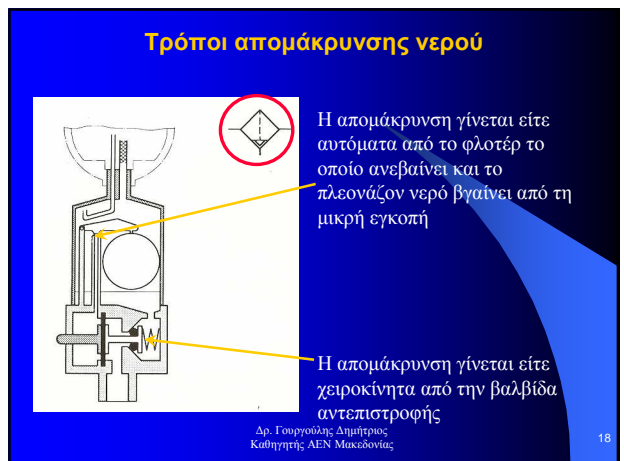
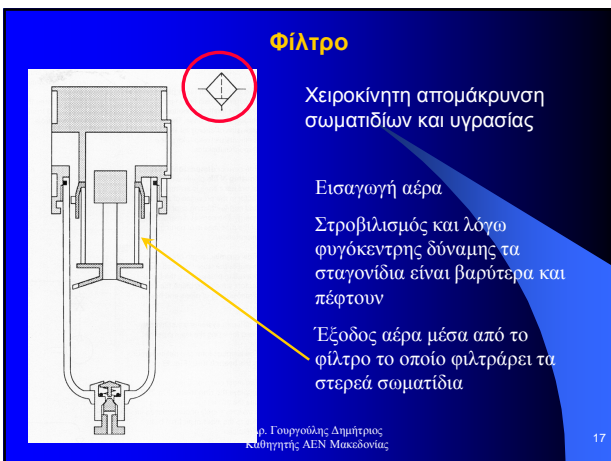
Τεχνικά χαρακτηριστικά

Υλικά

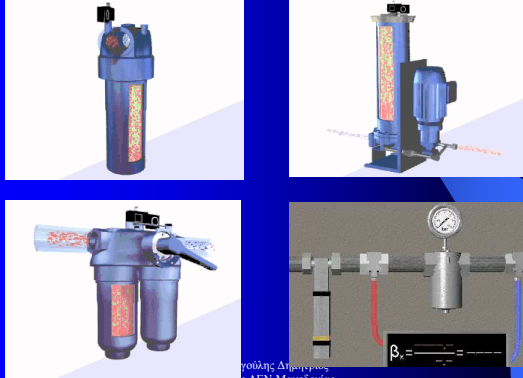
- Δοκίμιος αποκολλησης από πολυαιθυλένιο
- Ανθεκτικός μηχανισμός ασφαλιστικής αλληλίας
- Δοκίμιος στεγανότητας NBR
- Σώμα από PBT
- Επισκευάσιμο περιβάλλο και σπείρωμα με στήριγμα τσιμέντου
- Τσιγγός με τυποποίηση εξαεργής διαμέτρου κατά CE/EN 10241 P-Tίπος P/RE - Προστατευτική Τύπος P/RE Πολυαιθυλένιο Σαλόνιας κατάλληλα για σύνδεση με προαναλογισμούς QS.

Περιστροφή ευστροφία...
... σε όλα τα επίπεδα
Επιλογές στις συνδέσεις...
... άνεση στην τοποθέτηση

16



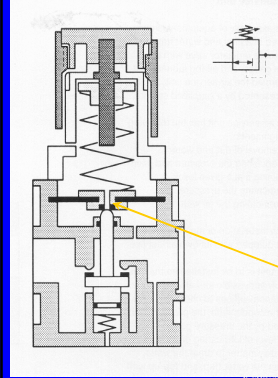
ΤΥΠΟΙ ΦΙΛΤΡΩΝ



Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

19

Ρυθμιστής πίεσης



Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

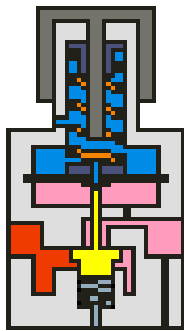
20

Χειροκίνητη ρύθμιση πίεσης

Η κάθετη βαλβίδα και το διάφραγμα κινούνται διαρκώς πάνω κάτω ανοίγοντας και κλείνοντας

Εάν παρουσιαστεί υπερβολική πίεση στην έξοδο το διάφραγμα θα μετακινηθεί ακόμα περισσότερο επιτρέποντας τον πλεονάζοντα αέρα να διαφύγει από την οπή που βρίσκεται στο κέντρο του διαφράγματος και από εκεί στην ατμόσφαιρα.

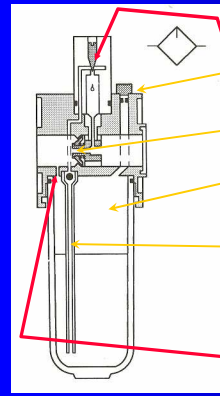
Ρυθμιστής πίεσης



Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

21

Oil fog lubricator



Αίττηση του αέρα λόγω του μεγάλου μήκους των σωληνώσεων

Είσοδος λαδιού

Ο αέρας εισέρχεται από αριστερά και λόγω της στένωσης αυξάνει η ταχύτητα του με αποτέλεσμα τη δημιουργία κενού στο χώρο που βρίσκεται το λάδι.

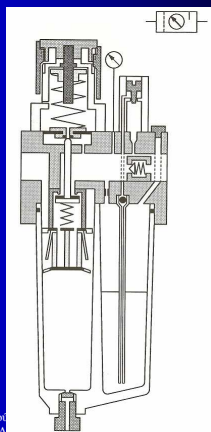
Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το κενό να 'ρουφάει' το λάδι προς τα πάνω και λόγω του μικρού σωλήνα να αυξάνει η ταχύτητα ανόδου και με αυτό τον τρόπο να φτάνει στο ρεζερβουάρ του λαδιού.

Το λάδι λιπαίνει τον αέρα και το πλεονάζον λάδι επιστρέφει προς τα κάτω.

Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

22

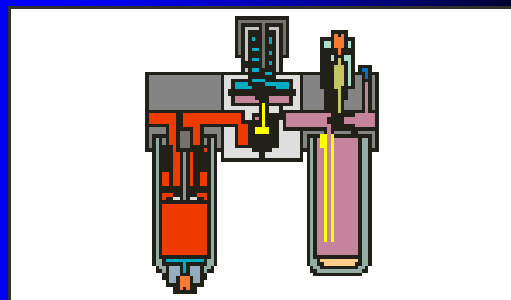
Ολοκληρωμένη μονάδα παροχής αέρα



Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

23

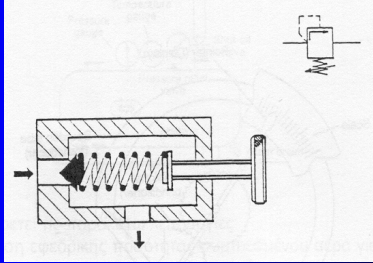
Ολοκληρωμένη μονάδα παροχής αέρα



Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

24

Βαλβίδα Εκτόνωσης Πίεσης



Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

25

Πνευματικά Συστήματα Κίνησης Εξαρτημάτων

Τι είναι οι Pneumatic Actuators ?

- Pneumatic : πνεύμα – αέρας
- Actuator : συσκευή που μετατρέπει ένα εισερχόμενο σε αυτή σήμα σε μηχανική κίνηση

Οι Pneumatic Actuators χρησιμοποιούν αέρα υπό πίεση για να θέσουν σε κίνηση τα μηχανικά τους μέρη

1. Εμφανίζουν υψηλή δύναμη και
2. Μέτριο εκτόπισμα

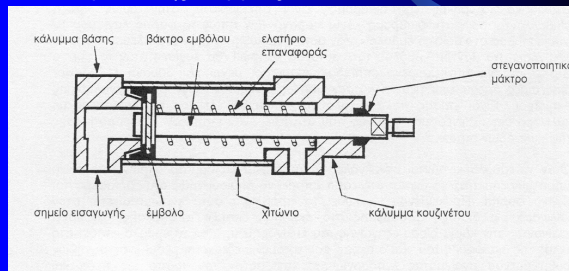
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

Κύλινδροι

Διαίρούνται σε δύο ομάδες που είναι γνωστές ως:

Κύλινδροι Απλής Ενέργειας

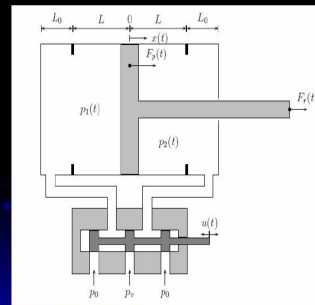
Κύλινδροι Διπλής Ενέργειας



Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

27

Αρχή Λειτουργίας Pneumatic Actuator

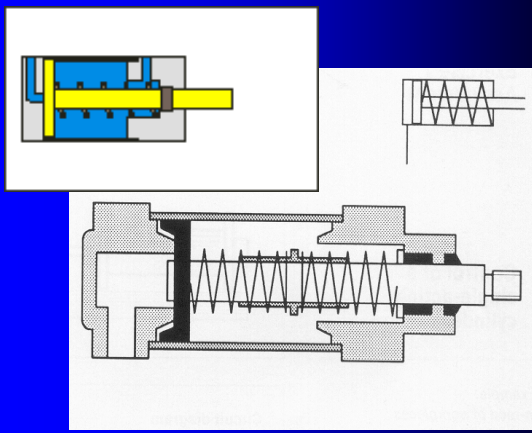


- $P_1(t), P_2(t)$: αρχική πίεση σε αριστερό και δεξίο θάλαμο του κυλίνδρου
- $x(t)$: θέση εμβόλου για $t \geq 0$
- $F_p(t)$: δύναμη πίεσης στο έμβολο για $t \geq 0$
- $F_f(t)$: δύναμη κίνησης για $t \geq 0$
- P_v : εισερχόμενη πίεση
- P_0 : πίεση περιβάλλοντος
- $[-L, L]$ με $L > 0$: διάστημα κίνησης εμβόλου
- $L_c > 0$: μήκος κυλίνδρου, όπου γίνεται εκτόνωση του συστήματος

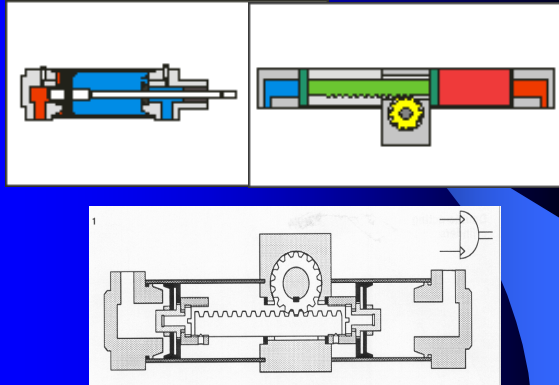
Τυπική αναπαράσταση Πνευματικού Κυλίνδρου

Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

28

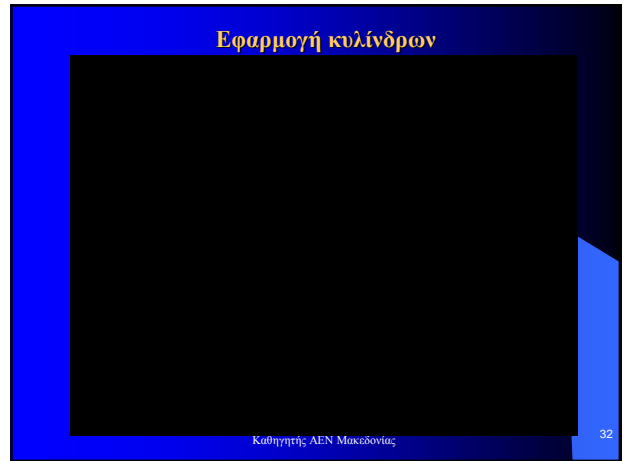
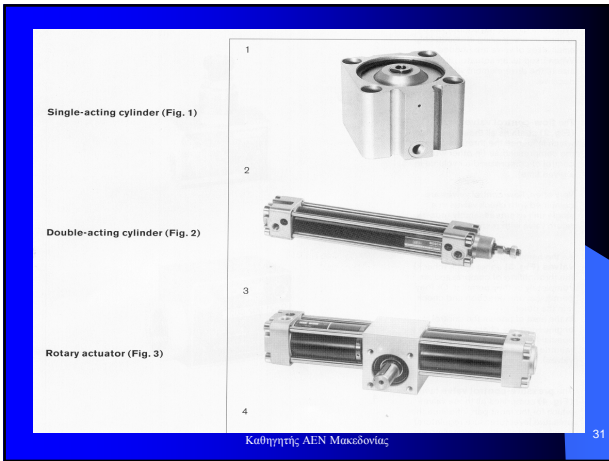


29



Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

30



ΣΥΜΒΟΛΑ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ

Description	Explanation	Symbol
Double acting pneumatic cylinder		
	With through piston rod	
	With adjustable cushioning	
	With magnetic piston rod for proximity switch indication	
	With piston rod protected against torsion	
Single acting pneumatic cylinder	Return stroke by means of external forces and/or integrated spring	
Rotary actuator		
Pressure transmitter	Device which converts a pneumatic pressure value into a higher hydraulic pressure value	

Δρ. Γουρμούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

Διάφοροι τύποι Pneumatic Actuators

- Γραμμικός Κύλινδρος
 - ✓ Κατασκευή από ανοξείδωτο ατσάλι με δυνατότητα περιστροφής
 - ✓ Ανθεκτικός σε μηχανική καταπόνηση
 - ✓ Μεγάλη διάρκεια ζωής
 - ✓ Διαθέτει προστατευτικά καλύμματα και ενσωματωμένες ψύκτρες
 - ✓ Συνίσταται σε εφαρμογές για συσκευασία προϊόντων, δημιουργία επικετών και σε μηχανικά μέρη με λιπαντικά
- Μη - περιστροφικός γραμμικός κύλινδρος
 - ✓ Κατασκευή από ανοξείδωτο ατσάλι χωρίς δυνατότητα περιστροφής - σχήμα ράβδου κυβικό
 - ✓ Μεγάλη ακρίβεια
 - ✓ Συνίσταται σε εφαρμογές για τοποθέτηση επικετών
- Κύλινδρος επίπεδου σχήματος
 - ✓ Κατασκευή από ανοξείδωτο ατσάλι χωρίς δυνατότητα περιστροφής - σχήμα κυλινδρικό, κυβικό
 - ✓ Ιδανικός για εφαρμογές που απαιτούν εργασίες υπό κενό
 - ✓ Δε διαθέτει έμβολο
 - ✓ Άμεση και με ακρίβεια λειτουργία

Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

Διάφοροι τύποι Pneumatic Actuators

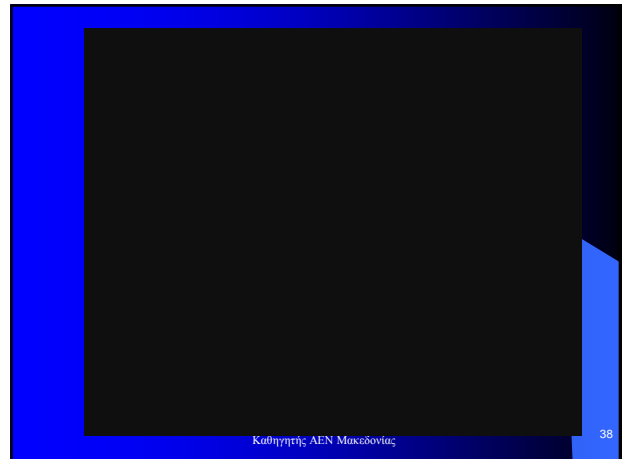
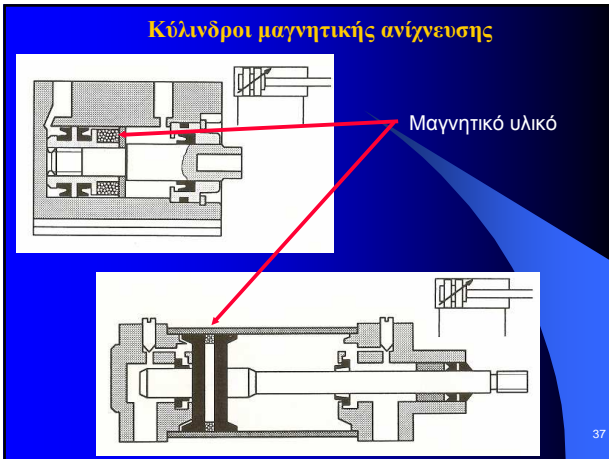
- Κύλινδρος διπλής μπάρας
 - ✓ Κατασκευή από ανοξείδωτο ατσάλι χωρίς δυνατότητα περιστροφής
 - ✓ Ανθεκτικός σε μηχανική καταπόνηση
 - ✓ Μεγάλη διάρκεια ζωής
 - ✓ Επιφέρει διπλάσια δύναμη από τον γραμμικό κύλινδρο
 - ✓ Συνίσταται σε εφαρμογές για κίνηση ογκωδών συσκευασιών
- Κύλινδρος διάτρησης
 - ✓ Κατασκευή από ανοξείδωτο ατσάλι χωρίς δυνατότητα περιστροφής - σχήμα ράβδου κυβικό
 - ✓ Μεγάλη ακρίβεια
 - ✓ Συνίσταται σε εφαρμογές διάτρησης υλικών πάχους 2-3cm

Δρ. Γουρμούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

Κύλινδροι μαγνητικής ανάγνωσης

Οι κύλινδροι αυτοί έχουν κατασκευαστεί προκειμένου να αποφεύγεται η ανάγκη για οριακούς διακόπτες οι οποίοι λειτουργούν κατά την φυσική επαφή. Το έμβολο του κυλίνδρου περιλαμβάνει έναν μαγνήτη/ες ο οποίος στη συνέχεια θα θέσει σε λειτουργία έναν διακόπτη με γλωττίδα που είναι τοποθετημένος στο εξωτερικό του χιτωνίου του κυλίνδρου και ενεργοποιείται όταν ο μαγνήτης του εμβόλου περάσει από αυτόν. Οι διακόπτες με γλωττίδα είναι επίσης γνωστοί και ως διακόπτες εννύτητας ή αισθητήρες. Η αρχή αυτή ισχύει μόνον όταν το χιτώνιο του κυλίνδρου είναι κατασκευασμένο από μη μαγνητικό υλικό, όπως ο ορείχαλκος, ο ανοξείδωτος χάλυβας ή το αλουμίνιο.

Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας



Θεμελιώδη Μεγέθη & Μονάδες Μέτρησης

1. Πίεση ($P=F/A$, N/m^2 ή bar ή atm ή Pa)
2. Θερμοκρασία (T , $^{\circ}C$ ή K ή $^{\circ}F$)
3. Όγκος (V , m^3)
4. Συγκέντρωση ($C=n/V$ ή $C=\rho/M.B.$ αερίου , mol/m^3)

Καταστατική Εξίσωση Αερίων

$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$ (Ιδανικά Αέρια)
 $P \cdot V = z \cdot n \cdot R \cdot T$ (Πραγματικά Αέρια)
 $R=0,082 \text{ atm}\cdot\text{m}^3/\text{mol}\cdot\text{K}$
 z : παράγοντας συμπίεστότητας $z = f(T)$

Δρ. Γουργουλιές Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

40

Μετρήσιμα Μεγέθη

- > Έργο ($dW = \Sigma F \cdot dL$, $N\cdot m$ ή joule)
- > Ενέργεια ($Q = E_{\text{δυν}} + E_{\text{κιν}}$, joule)
 $E_{\text{δυν}}$: λόγω βαρύτητας , $E_{\text{κιν}}$: λόγω κίνησης
- > Ισχύς ($P_w = W / t$, joule / sec ή Watt ή hp)
 Ισχύς παραγόμενη / ωφέλιμη , Ισχύς καταναλισκόμενη
- > Απόδοση Συστήματος ($A = 100\% \cdot F_{\text{παρ}} / F_{\text{θεωρ}}$)
 Σε πρακτικό επίπεδο τιμές $A > 85\%$ είναι αποδεκτές
- > Επιτάχυνση Συστήματος
 (2^{ος} Νόμος του Νεύτωνα : $a = \Sigma F / m$, m/sec^2)

41

Γενικά στοιχεία

Βασικές εξισώσεις

$Q = \frac{V}{t}$	F: force
$V = A \cdot s$	p: pressure
$F = p \cdot A$	A: area
$p = \frac{F}{A}$	Q: flow
$Q = A \cdot v$	v: speed
$M = \frac{V \cdot p}{2 \cdot \pi}$	V: volume
$v = \frac{s}{t}$	t: time
	s: travel (stroke)
	M: torque

Δρ. Γουργουλιές Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

42

Γενικά στοιχεία

Pressure 1 bar = 0,1 MPa = 100 kPa = 10 N/cm ² = 14,5 psi	Force 1 N = 0,001 kN = 0,22 lbf	Mass 1 kg = 0,001 to = 2,20lb	Surface/Area 1 m ² = 1000000 mm ² = 10000 cm ² = 1550.003 in ²
Length 1 m = 1000 mm = 100 cm = 39,37 in = 3,281 ft	Flow rate 1 litres/min = 16,67 cm ³ /s = 1 in ³ /s	Time 60 s = 1 min = 0,017 h	Volume 1 m ³ = 10 ⁹ mm ³ = 10 ⁶ cm ³ = 1000 litres = 61023,744 in ³

43

Τεχνικά χαρακτηριστικά κυλίνδρων

Δύναμη πίεσης κυλίνδρου

Η δύναμη του εμβόλου εξαρτάται από:

1. Τη διάμετρο του εμβόλου,
2. Την πίεση του αέρα,
3. Και από την αντίσταση τριβής.

Η αντίσταση τριβής αντιστοιχεί στη ροπή αποχώρησης του εμβόλου.

Η δύναμη του εμβόλου είναι $F = (P_1 - P_2) \cdot A = \Delta P \cdot A$
 Όπου ΔP η διαφορική πίεση.

Η δύναμη αυτή αντισταθμίζεται από τη δύναμη του ελατηρίου ($F_{ελ}$) και την εξωτερική αντίσταση (L).

$$(P_1 - P_2) \cdot A = f_{ελ} + L$$

44

Τεχνικά χαρακτηριστικά κυλίνδρων

Δύναμη πίεσης κυλίνδρου

$$(P_1 - P_2) \cdot A = f_{ελ} + L$$

Η επιφάνεια του εμβόλου είναι $A = \pi D^2 / 4$.

$$(P_1 - P_2) \cdot \pi D^2 / 4 = L + f_{ελ}$$

Όπου:

- D = διάμετρος του εμβόλου (cm)
- A = επιφάνεια εμβόλου (cm²)
- P₁ = απόλυτη πίεση αέρα (kg/cm²)
- P₂ = ατμοσφαιρική πίεση (kg/cm²)
- f_{ελ} = δύναμη του ελατηρίου (kg)
- L = εξωτερική δύναμη (kg)

45

Κύλινδρος απλής ενεργείας

Η επιφάνεια του εμβόλου είναι:

$$A \text{ [mm}^2\text{]} = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \text{ [mm]}$$

Η δύναμη του εμβόλου είναι: $F = (P_1 - P_2) \cdot A = \Delta P \cdot A$
 Όπου ΔP η διαφορική πίεση.

Επειδή όμως P₁=0 και P₂=P_B: $F = -P_B \cdot A$

Η πίεση είναι εκφρασμένη σε bar και επειδή 1N = 0,1 bar cm²

$$F_{ελ} \text{ [N]} = -0,1 \cdot P_B \text{ [bar]} \cdot A \text{ [mm}^2\text{]}$$

$$P_B \text{ [bar]} = \frac{-10 \cdot F_{ελ} \text{ [N]}}{A_1 \text{ [mm}^2\text{]}}$$

Η Q_{in} είναι:

$$Q_{in} = A \cdot v = \text{mm}^2 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} = \text{mm}^2 \cdot \frac{1000 \text{ mm}}{\text{s}} = \frac{1000 \text{ mm}^3}{\text{s}} = 1 \cdot \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$$

$$Q_{in} = 0,06 \cdot lpm$$

Και επειδή:

$$1 \cdot lpm = 16,67 \cdot \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} \Rightarrow 0,06 \cdot lpm = 1 \cdot \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$$

46

Κύλινδρος διπλής ενεργείας - εκτόνωση

Οι επιφάνειες των εμβόλων είναι:

$$A_1 = \frac{\pi}{4} \cdot d_1^2 \approx 0,78 \cdot d_1^2$$

$$A_3 = \frac{\pi}{4} \cdot (d_1^2 - d_2^2)$$

$P_1 \cdot A_1 = P_3 \cdot A_3 - F$
 $P_1 = \frac{1}{A_1} (P_3 \cdot A_3 - F)$

P₃ είναι η back pressure που δημιουργείται από την Q_{out}

$$P_1 \text{ [bar]} = \frac{P_3 \text{ [bar]} \cdot A_3 \text{ [mm}^2\text{]} - 10F \text{ [N]}}{A_1 \text{ [mm}^2\text{]}}$$

$$F \text{ [N]} = \frac{-P_1 \text{ [bar]} \cdot A_1 \text{ [mm}^2\text{]} + P_3 \text{ [bar]} \cdot A_3 \text{ [mm}^2\text{]}}{10}$$

$$Q_{in} = A_1 \cdot v$$

$$Q_{out} = A_3 \cdot v$$

47

Κύλινδρος διπλής ενεργείας - συμπίεση

Οι επιφάνειες των εμβόλων είναι:

$$A_1 = \frac{\pi}{4} \cdot d_1^2 \approx 0,78 \cdot d_1^2$$

$$A_3 = \frac{\pi}{4} \cdot (d_1^2 - d_2^2)$$

$P_1 \cdot A_1 = P_3 \cdot A_3 + F$
 $P_3 = \frac{1}{A_3} (P_1 \cdot A_1 - F)$

P₃ είναι η back pressure που δημιουργείται από την Q_{out}

$$P_3 \text{ [bar]} = \frac{P_1 \text{ [bar]} \cdot A_1 \text{ [mm}^2\text{]} - 10F \text{ [N]}}{A_3 \text{ [mm}^2\text{]}}$$

$$F \text{ [N]} = \frac{P_1 \text{ [bar]} \cdot A_1 \text{ [mm}^2\text{]} - P_3 \text{ [bar]} \cdot A_3 \text{ [mm}^2\text{]}}{10}$$

$$Q_{in} = A_3 \cdot v$$

$$Q_{out} = A_1 \cdot v$$

48

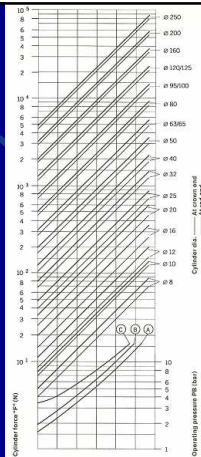
Υπολογισμός διατομής κυλίνδρου με τη βοήθεια διαγράμματος

Εάν γνωρίζουμε τη συνολική δύναμη που θα πρέπει να σηκώσει ο κύλινδρος και τη πίεση λειτουργίας μπορούμε να υπολογίσουμε τη διατομή του κυλίνδρου.

Οι διαφορετικές καμπύλες αναφέρονται η μεν:

- A Για στερεωμένους κυλίνδρους.
- B Για κυλίνδρους ισχύος χωρίς 'χτυπήματα'.
- C Για κυλίνδρους ισχύος που υπόκεινται 'χτυπήματα'.

Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας



Πως γίνεται η επιλογή του κατάλληλου Pneumatic Actuator ?

- Το είδος του κυλίνδρου
- Η διάμετρος και το μήκος του εμβόλου
- Η ποιότητα του υλικού
- Το κόστος
- Το εύρος της πίεσης
- Κατάλληλη εφαρμογή

Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

50

Βαλβίδες Ελέγχου Κατεύθυνσης

- Σχεδιασμός, κατασκευή και μέθοδος λειτουργίας των:

2/2 δρόμου, 3/2 δρόμου, 4/2 Δρόμου, 5/2 Δρόμου, 4/3 Δρόμου, 5/3 Δρόμου, 5/4 Δρόμου

- Μέσα λειτουργίας:

Μπουτόν, Πεντάλ, Οδηγός, Διαφορικός οδηγός, Μοχλός Κυλίνδρου, Βοηθητικός Κύλινδρος Επιστροφής, Σωληνοειδές, Ελατήριο

Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

51

Βαλβίδες ελέγχου κατεύθυνσης

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 σύμβολο της μέσω ενός τετραγώνου. Μέσα στα τετράγωνα όποτε μια γραμμή αγγίζει την περίμετρο του τετραγώνου έχουμε θύρα. Οι θύρες αυτές δεν είναι πάντα συνδεδεσμένες (φραγμένες).

Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

52

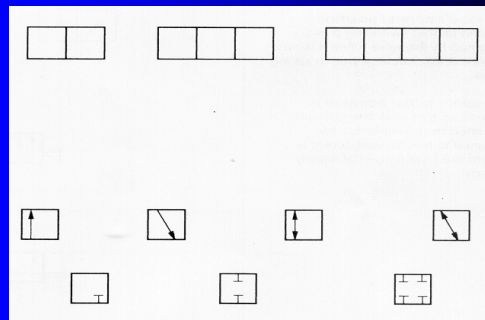
Στο σύμβολο και εξωτερικά των τετραγώνων θα φαίνεται ο μηχανισμός/οι λειτουργίες. Αυτοί μπορεί να είναι χειροκίνητοι (μπουτόν), μηχανικοί (κυλινδρικός μοχλός και κυλινδρικός μοχλός αργής επιστροφής), πνευματικοί (οδηγός) και ηλεκτρικοί (ηλεκτρομαγνητική) ή βέβαια και συνδυασμοί των παραπάνω μηχανισμών 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.

Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

53

Τετράγωνα βαλβίδων



Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

54

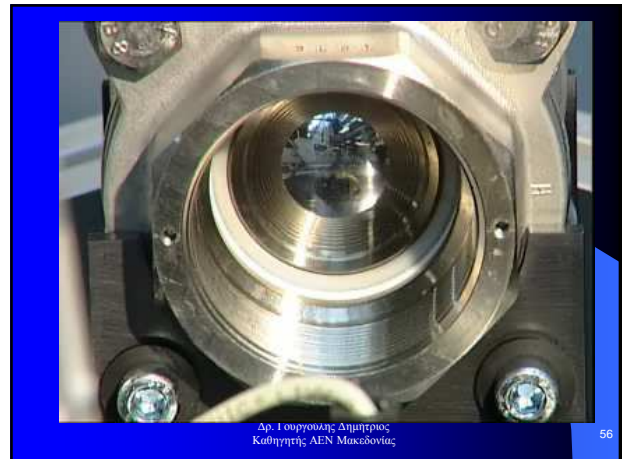
1 Open air exit

2 Restricted air exit

3

Δρ. Γουρρούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

55



Νεκρή θέση - θέση λειτουργίας

Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

57

Γράμματα βαλβίδων

The 4 port/connection groups:

	Letters	ISO 5599
Compressed-air supply (inputs)	P	1
Outputs (working lines)	A, B	4, 2
Vents (output ports)	R, S	5, 3
Pilot (control) ports (on 3/2 directional control valves)	Z, Y	12, 10
Pilot (control) ports (on 4/2 and 5/2 directional control valves)	Z, Y	14, 12

Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

58

Έλεγχος βαλβίδων

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.

ΒΑΛΒΙΔΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ			
ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΟΥΜΕΝΕΣ	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΟΥΜΕΝΕΣ ΜΕ ΟΔΗΓΟ	ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΟΥΜΕΝΕΣ
Μπουτόν	Κύλινδρος	Πνευματική	Ηλεκτρομαγνητική, άμεση
Διακόπτης με κλειδί	Κύλινδρος μίας κατεύθυνσης		Ηλεκτρομαγνητική, εξωτερικού οδηγού
Μοχλός	Εμβόλο		Ηλεκτρομαγνητική, εξωτερικού οδηγού
Περιστρεφόμενος Μοχλός			Ηλεκτρομαγνητική, με χειροκίνητο χειρισμό
Μοχλός με ανάσχεση			
Πεντάλ			

Δρ. Γουρρούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

59

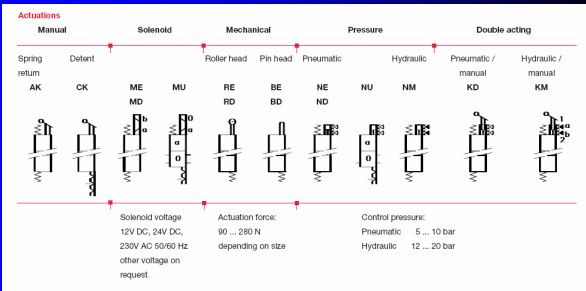
Έλεγχος βαλβίδων

- Control by muscular power
- Mechanical controls
- Pneumatic controls
- Electrical controls

Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

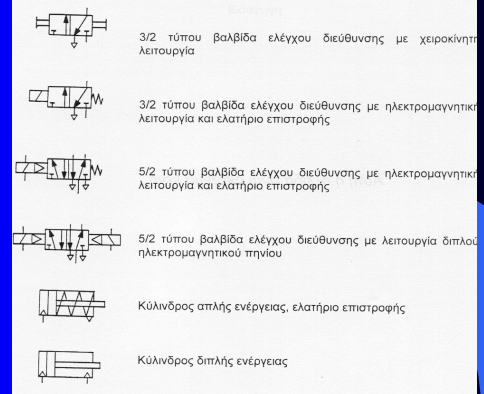
60

ΤΥΠΟΙ ΒΑΛΒΙΔΩΝ



Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

61

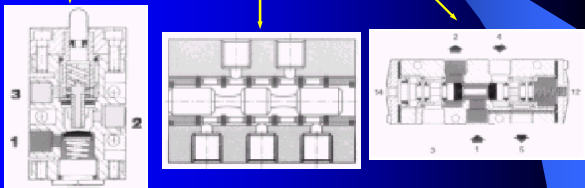


Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

62

Κατηγορίες βαλβίδων

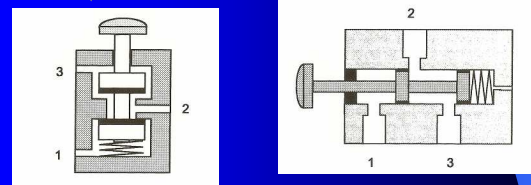
- Βαλβίδες με έδρες (POPPEΤ)
- Βαλβίδες με σύρτη ή έμβολο (SPOOL)
- Βαλβίδες μεικτές (MIXED)



Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

63

Poppet και Spool valve



Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

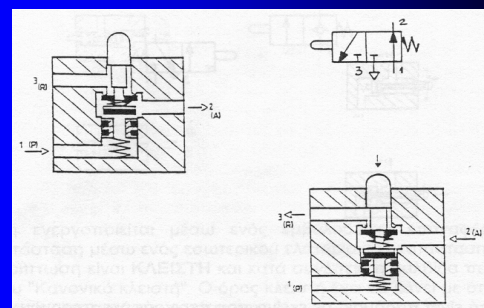
64

Μηχανικά οδηγούμενες βαλβίδες

Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

65

Κάθετη Poppet βαλβίδα τύπου 3/2 N/O Ενεργοποιούμενη με Έμβολο και Επαναφορά Ελατηρίου



Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

66

Κάθετη poppet βαλβίδα 3/2 N/C
Εξαγωγή χωρίς σωλήνα

Κάθετη poppet βαλβίδα 3/2 N/C
Εξαγωγή σε σωλήνα

Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής, ΑΕΝ Μακεδονίας

67

Κάθετη spool βαλβίδα τύπου 3/2 Ενεργοποιούμενη με μηχανικό σήμα και Επαναφορά Ελατηρίου

Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής, ΑΕΝ Μακεδονίας

68

Κάθετη poppet βαλβίδα 3/2

Κάθετη spool βαλβίδα 3/2 N/C

Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής, ΑΕΝ Μακεδονίας

69

Βαλβίδα spool τύπου 3/2 N/C με ολίσθηση δια χειρός

Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής, ΑΕΝ Μακεδονίας

70

Βαλβίδα poppet τύπου 4/2 N/C μηχανικά ενεργοποιούμενη και Επαναφορά Ελατηρίου

Σε ηρεμία
Σε λειτουργία

Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής, ΑΕΝ Μακεδονίας

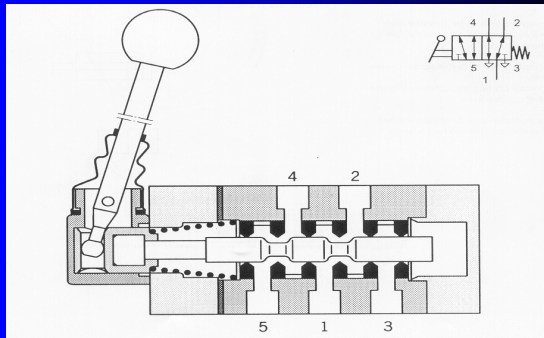
71

Βαλβίδα spool τύπου 5/2 N/C Ενεργοποιούμενη με Εμβολο και Επαναφορά Ελατηρίου

Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής, ΑΕΝ Μακεδονίας

72

Βαλβίδα spool τύπου 5/2 N/C με μογλό και ελατήριο



Δρ. Γουρμούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

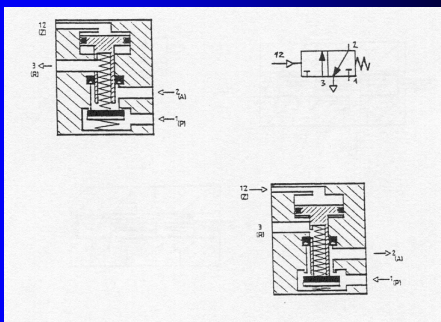
73

Πνευματικά οδηγούμενες βαλβίδες

Δρ. Γουρμούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

74

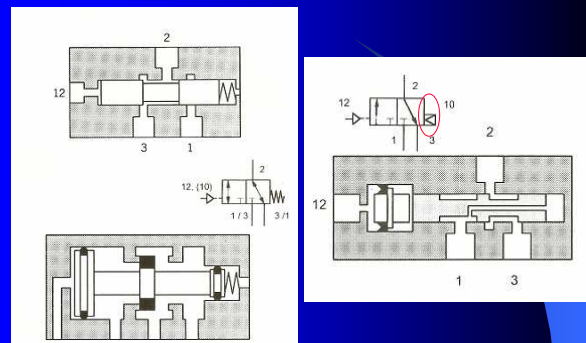
Κάθετη poppet βαλβίδα τύπου 3/2 N/C Ενεργοποιούμενη με πνευματικό σήμα και Επαναφορά Ελατηρίου



Δρ. Γουρμούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

75

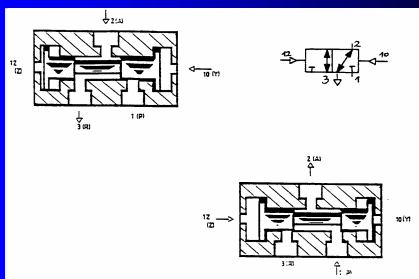
Κάθετη spool βαλβίδα τύπου 3/2 N/C Ενεργοποιούμενη με πνευματικό σήμα



Δρ. Γουρμούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

76

Βαλβίδα spool τύπου 3/2 N/C με πνευματικό διπλό οδηγό

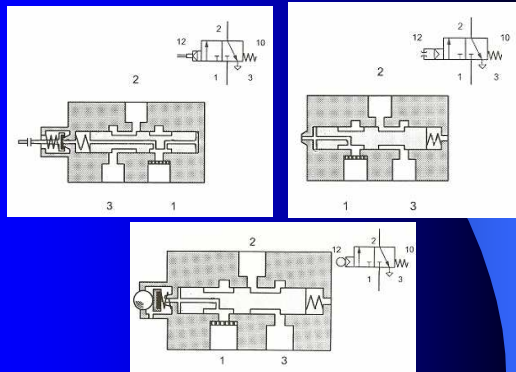


Λόγω της παραμονής της βαλβίδας στην επιλεγμένη θέση και όταν τα σήματα απομακρύνονται η βαλβίδα ονομάζεται

μνήμη πνευματική
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

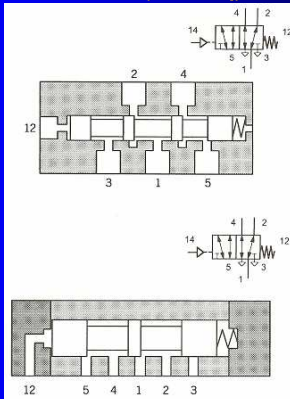
77

Κάθετη spool βαλβίδα τύπου 3/2 N/C Ενεργοποιούμενη με πνευματικό σήμα



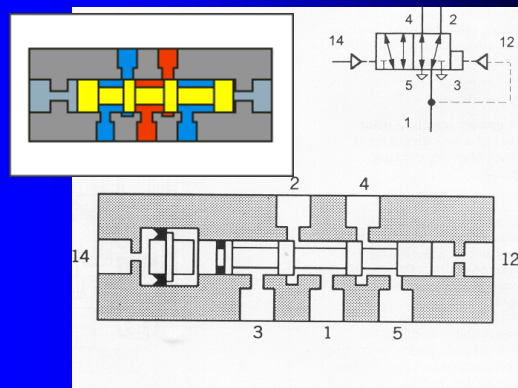
78

Κάθετη spool βαλβίδα τύπου 5/2 N/C Ενεργοποιούμενη με πνευματικό σήμα



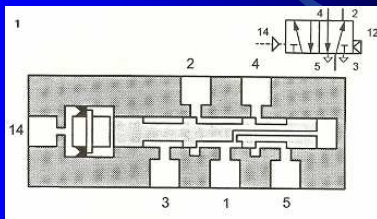
79

Βαλβίδα spool τύπου 5/2 N/C με διπλό πνευματικό οδηγό



80

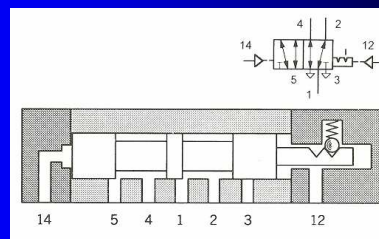
Βαλβίδα spool τύπου 5/2 N/C με διπλό πνευματικό οδηγό



Δρ. Γουργούλιος Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

81

Βαλβίδα spool τύπου 5/2 N/C με διπλό πνευματικό οδηγό και μηχανική συγκράτηση

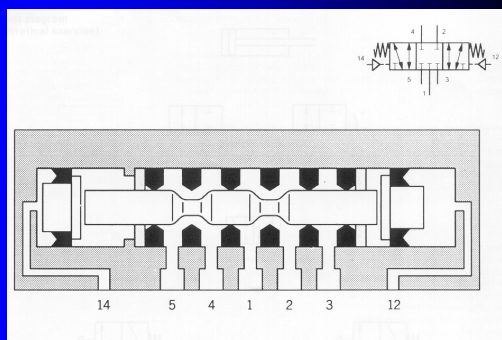


Επειδή υπάρχει ο κίνδυνος της ολίσθησης του εμβόλου για μεγαλύτερη ασφάλεια τοποθετείται η μπλια με το ελατήριο για καλύτερη συγκράτηση.

Δρ. Γουργούλιος Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

82

Βαλβίδα spool τύπου 5/3 N/C με διπλή πνευματική οδήγηση



Δρ. Γουργούλιος Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

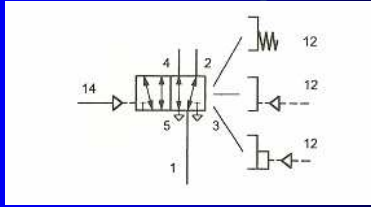
83

Ηλεκτρικά οδηγούμενες βαλβίδες

Δρ. Γουργούλιος Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

84

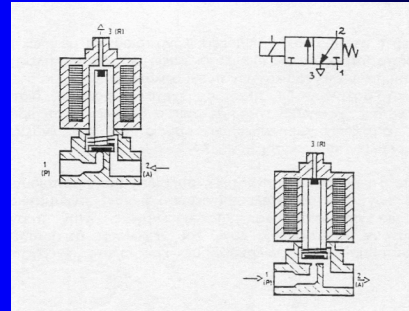
Τύποι πνευματικής οδήγησης



Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

85

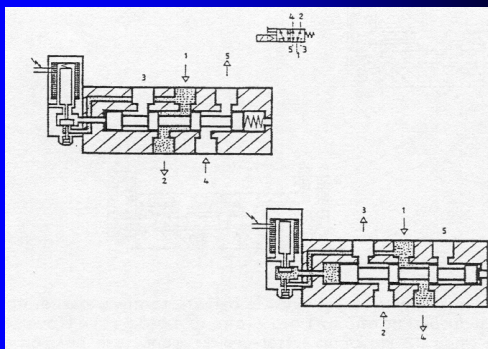
Κάθετη poppet βαλβίδα τύπου 3/2 N/C ηλεκτρομαγνητικά ενεργοποιούμενη και Επαναφορά Ελατηρίου



Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

86

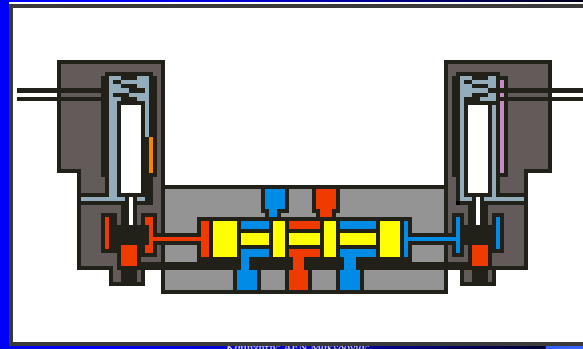
Βαλβίδα spool τύπου 5/2 N/C ηλεκτρομαγνητικά ενεργοποιούμενη και Επαναφορά Ελατηρίου



Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

87

Βαλβίδα spool τύπου 5/2 N/C διπλά ηλεκτρομαγνητικά ενεργοποιούμενη



Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

Πως γίνεται η επιλογή της κατάλληλης βαλβίδας ελέγχου συστήματος

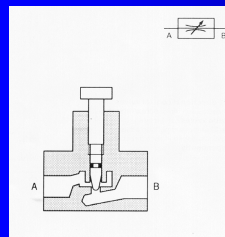
- Το μήκος και το είδος των σωληνώσεων
- Το μέγεθος και η χωρητικότητα του κυλίνδρου
- Η δυναμικότητα του κυλίνδρου
- Η πίεση του αέρα

Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

89

Throttle valve

Ρυθμίζουν την ταχύτητα λειτουργίας των κυλίνδρων
Μια είσοδο μια έξοδο

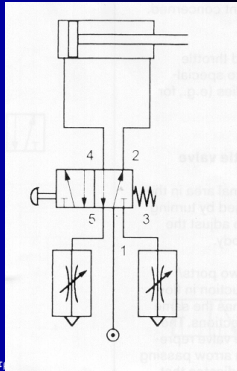
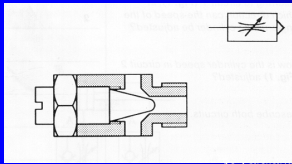


Δρ. Γουργούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

90

Screw throttle valve

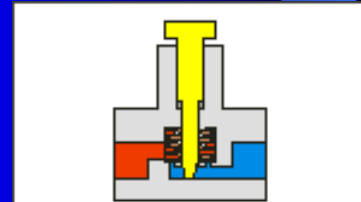
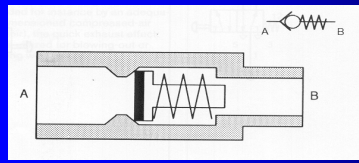
Τοποθετούνται στις πόρτες των βαλβίδων κατεύθυνσης και μπορούν να ρυθμίζουν ανεξάρτητα τη ταχύτητα λειτουργίας των κυλίνδρων ανά κατεύθυνση



Δρ. Γουργουλής Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

91

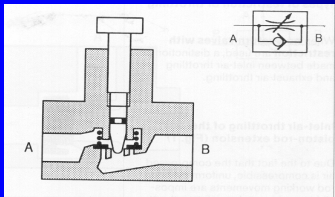
Βαλβίδα αντεπιστροφής



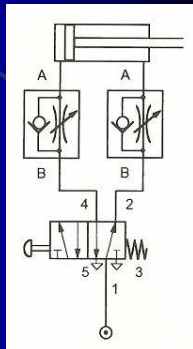
Δρ. Γουργουλής Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

92

Βαλβίδα αντεπιστροφής και ρυθμιστής ροής



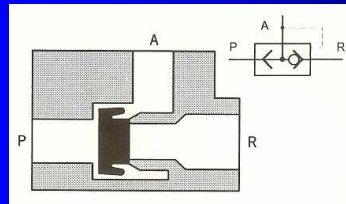
Ρυθμίζουν την ταχύτητα λειτουργίας των κυλίνδρων και κατά τις δύο κατευθύνσεις



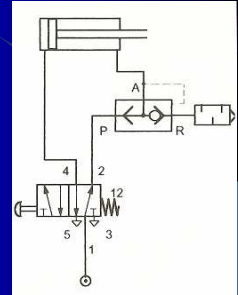
Δρ. Γουργουλής Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

93

Βαλβίδα γρήγορης εκτόνωσης



Για την πολύ γρήγορη εκτόνωση των κυλίνδρων



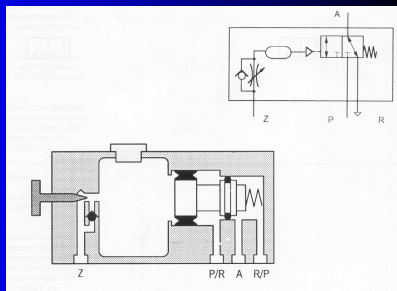
Δρ. Γουργουλής Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

94

Pneumatic timer

3/2 valve
Non return valve with restriction
Compressed air reservoir

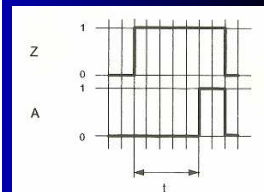
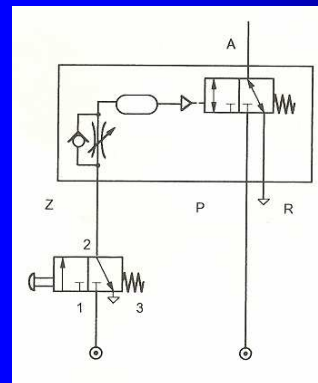
Ο χρόνος εξαρτάται από το μέγεθος του ρεζερβουάρ και από τη ρύθμιση στην restriction valve



Δρ. Γουργουλής Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

95

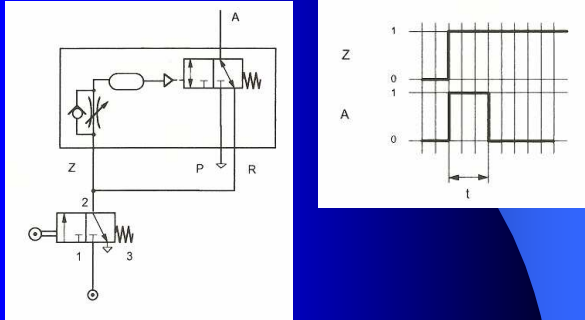
On Delay



Δρ. Γουργουλής Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

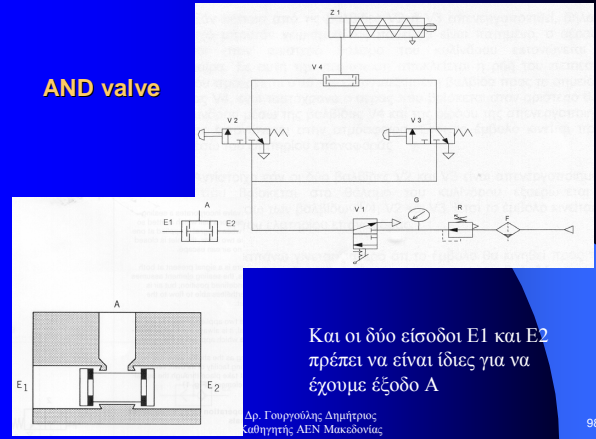
96

Off Delay



Δρ. Γουρρούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

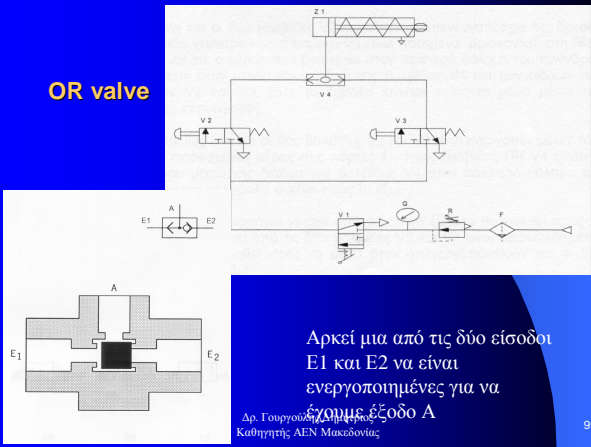
AND valve



Και οι δύο εισοδοί E1 και E2 πρέπει να είναι ίδιες για να έχουμε έξοδο A

Δρ. Γουρρούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

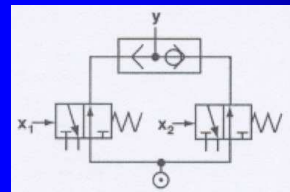
OR valve



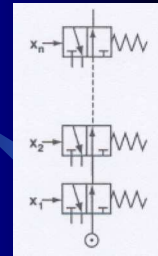
Αρκεί μια από τις δύο εισοδοί E1 και E2 να είναι ενεργοποιημένες για να έχουμε έξοδο A

Δρ. Γουρρούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

NAND ΚΑΙ NOR VALVE



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	0
0	1	0
1	1	0

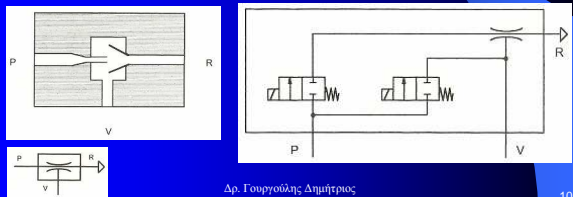
Δρ. Γουρρούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

Τεχνολογία κενού

Για την παραγωγή κενού χρησιμοποιούνται δύο τρόποι:

- Μηχανικές αντλίες
- Ejectors

Η πίεση λειτουργίας συνδέεται στο P. Η μείωση της περιοχής εξόδου εξαιτίας του jet προκαλεί την επιτάχυνση του πεπεσμένου αέρα. Έτσι δημιουργείται κενό στην έξοδο V και ο αέρας διαφεύγει από την έξοδο R.



Δρ. Γουρρούλης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

Βασικοί κανόνες για το σχεδιασμό των Pneumatic Actuators

- Μεγαλύτερη διάμετρος σωλήνωσης ή βαλβίδας σε πνευματικό σύστημα οδηγεί σε μικρότερη αντίσταση κατά την κίνηση του αέρα σε αυτό
- Μικρότερη σε μήκος σωλήνωση, μικρότερη και η αντίσταση στην κίνηση του αέρα από την πηγή στον actuator
- Ο μεγάλος αριθμός συνδέσεων, διακλαδώσεων και βαλβίδων ενός συστήματος σωληνώσεων δεν επιτρέπει την ομαλή κυκλοφορία του αέρα
- Όσο η αρχική πίεση του συστήματος αυξάνεται τόσο γρηγορότερη κυκλοφορία του αέρα στο σύστημα επιτυγχάνουμε
- Σε αμφίδρομους piston actuators, η τοποθέτηση των βαλβίδων πρέπει να γίνεται όσο το δυνατό δίπλα στον actuator, μειώνουμε την εξερχόμενη πίεση από το piston

Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα των Pneumatic Actuators

• Πλεονεκτήματα

- Χαμηλό κόστος
- Υψηλή αναλογία δύναμης – βάρους
- Ευκολία συντήρησης
- Καθαρότητα συστήματος
- Μικρός χρόνος απόκρισης και μικρή ενεργειακή κατανάλωση
- Επιτυγχάνεται καλή λειτουργία ακόμη και σε θερμοκρασίες > 500^o C)

Δρ. Γεωργιάδης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

103

• Μειονεκτήματα

- Υψηλές δυνάμεις τριβής
- Νεκρός χρόνος μέχρι την επιθυμητή συμπίεση του αέρα
- Τα επιμέρους τμήματα των πνευματικών συστημάτων είναι ακριβά
- Προβλήματα διαρροών / αποθήκευσης / φιλτραρίσματος αέρα
- Θορυβός και μικροδονήσεις

Δρ. Γεωργιάδης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

104

Υγιεινή και Ασφάλεια στα Συστήματα των Pneumatic Actuators

1. Γενικές Οδηγίες

- Πριν από οποιαδήποτε εργασία θα πρέπει να είμαστε πλήρως ενήμεροι γι' αυτή
- Ενημερώνουμε υφιστάμενους και συναδέλφους για την εργασία που πρόκειται να πραγματοποιήσουμε
- Δε δουλεύουμε ΠΟΤΕ μόνοι μας
- Ενημερώνουμε για τη θέση των συναγεμιών, των πυροσβεστικών μέσων και των εξόδων κινδύνου
- Δεν κάνουμε απότομες κινήσεις και δε χρησιμοποιούμε συσκευές εργασίας χωρίς λόγο
- Κάνουμε χρήση των απαιτούμενων Μέσων Ατομικής Προστασίας (στολές, κράνη, μάσκες, γυαλιά, γάντια, υποδήματα)

Δρ. Γεωργιάδης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

105

Υγιεινή και Ασφάλεια στα Συστήματα των Pneumatic Actuators

2. Ειδικές Οδηγίες

- Πριν τη συναρμολόγηση του συστήματος φροντίζουμε ο χώρος εργασίας, να είναι καθαρός και στεγνός
- Δεν αποσυναρμολογούμε ποτέ τον actuator πριν βεβαιωθούμε ότι το σύστημα αποσυμπέστηκε
- Δεν πλησιάζουμε τα χέρια μας στον actuator (εν κινήσει), υπάρχει κίνδυνος εγκαύματος ή και μαγνώματός τους από τα μηχανικά του μέρη
- Δεν εκτελούμε καμιά εργασία επιδιόρθωσης πριν κλείσουμε την παροχή αέρα και ηλεκτρικού ρεύματος

106

Υγιεινή και Ασφάλεια στα Συστήματα των Pneumatic Actuators (συνέχεια)

- Ποτέ δεν αφήνουμε το σύστημα να λειτουργεί χωρίς την επίβλεψη κάποιου
- Ελέγχουμε την καλή λειτουργία των βαλβίδων και των ενδείξεων πίεσης του αέρα (κίνδυνος υπερπίεσης)
- Αν κάποιο εξάρτημα κρίθει απαραίτητο να αντικατασταθεί, αντικαθίσταται μόνο από ίδιο
- Η καλή λειτουργία του φίλτρου αέρα προστατεύει το σύστημα από τη διάβρωση (συχνός καθαρισμός)
- Συντηρούμε τακτικά των actuator (συσσώρευση σκόνης σε γωνίες)

107

Υγιεινή και Ασφάλεια στα Συστήματα των Pneumatic Actuators (συνέχεια)

- Ποτέ δε χρησιμοποιούμε καθαρό πεπιεσμένο αέρα για να καθαρίσουμε τα ρούχα μας και τον περιβάλλοντα χώρο.
- Αποφείγε να εκθέσετε σε πηγή θερμότητας σημεία του συστήματος όπου διέρχεται πεπιεσμένος αέρας
- Αποφείγετε να ανοίγετε πλήρως τις βαλβίδες σε κλειστό χώρο, υπάρχει κίνδυνος άμεσης ανάφλεξης παρακείμενων χημικών ουσιών
- Να μην εκτίθενται οι κύλινδροι με πεπιεσμένο αέρα σε θερμοκρασίες άνω των 80 °C

Δρ. Γεωργιάδης Δημήτριος
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

108