

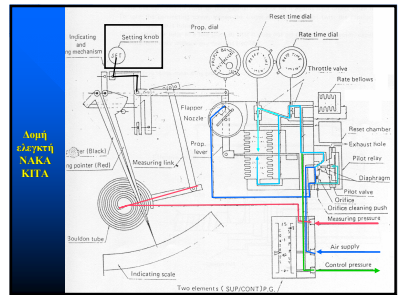
ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟΙ ΕΛΕΚΤΕΣ

Πιτρίγγιο
Αεροφότος

PEAE

Αν η πίεση η αυξηθεί τότε η φερόσυνα κλάνει τη bleed port και έτσι όλη η πίεση προφωδίσιας οδηγείται στο στρογγύλο ελέγγω.

Αν η πίεση η μειωθεί τότε η φερόσυνα ελευθερώνει τη bleed port και έτσι εφωρώνεται η πίεση αέρα προς το στρογγύλο ελέγγω και παρλλήλα εγγωμε σνεγγή διαφωρητή πλέρη ύψηφωρεσώσωτα.



TRANSDUCER OR TRANSMITTER

Οι Transducers ή όπως άλλως λέγονται transmitters μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις διαφορετικούς τύπους με αντιστρέφηση δράσης:

- Μηχανική μετατόπιση ↔ Πνευματικό σήμα
- Μηχανική μετατόπιση ↔ Ηλεκτρικό σήμα
- Ηλεκτρικό σήμα ↔ Πνευματικό σήμα

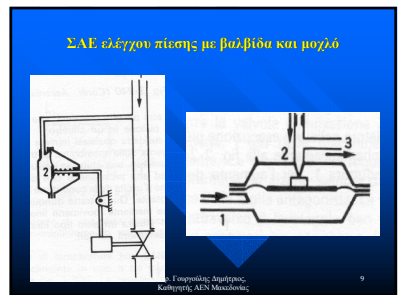
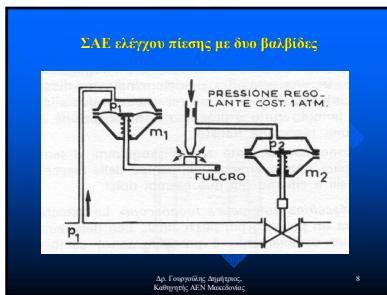
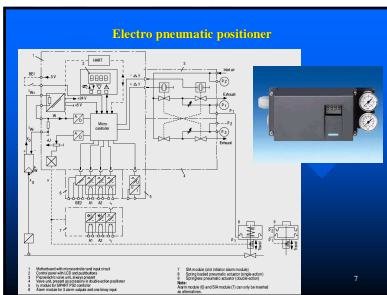
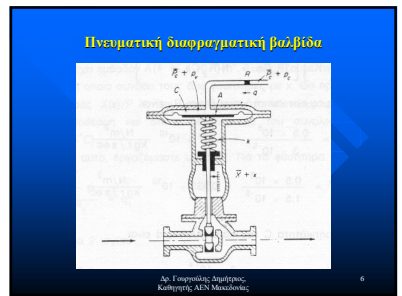
Δρ. Εφοργιάδης Δημήτριος
Καθηγητής, ΑΕΝ Μασσαλίας

ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟΣ TRANSMITTER

Ο πνευματικός transmitter μπορεί να βρεθεί σε τρεις διαφορετικούς τύπους:

- Ήλεκτρο πνευματικός transmitter (Ανεστρώτης)
- Force balance pneumatic transmitter (Ήσως)
- Position balance pneumatic transmitter (Ήσως)

Δρ. Εφοργιάδης Δημήτριος
Καθηγητής, ΑΕΝ Μασσαλίας



ΣΑΕ έλεγχος πίεσης με υδραυλικό σύστημα και βαλβίδα

Καθηγητής ΑΕΝ Μασαλόνιας 10

ΣΑΕ ροής με υδραυλικό σύστημα

Δρ. Ευσταθίου Δημήτριος, Καθηγητής ΑΕΝ Μασαλόνιας 11

ΣΑΕ πίεσης με θερμοστατική βαλβίδα

Δρ. Ευσταθίου Δημήτριος, Καθηγητής ΑΕΝ Μασαλόνιας 12

TORQUE ACTIVATED VALVE

Υπάρχουν δύο κινητήρες αέρα αριστερά και δεξιά της βαλβίδας για την ώθηση του άξονα της βαλβίδας και κατά τις δύο κατευθύνσεις. Υψηλότερες ροές αέρα και κατά συνέπεια υψηλότερες δυνάμεις μπορούν να επιτευχθούν με τη χρησιμοποίηση μεγαλύτερων ή πολλαπλών διαφραγματικών για την επέκταση της συμμετρικής επιρρύπανσης.

Δρ. Ευσταθίου Δημήτριος, Καθηγητής ΑΕΝ Μασαλόνιας 13

ΕΚΑΘΗ ΒΑΛΒΙΔΑΣ

Μια μεταβολή κατά 1% στο άνοιγμα θα παραγάγει μεταβολή 4% στην παροχή.
Π.χ. Εάν η βαλβίδα είναι ανοικτή κατά 10% και η παροχή είναι 3 l/min και ανοίξει κατά 11% τότε η παροχή γίνεται 3.12 l/min.

Δρ. Ευσταθίου Δημήτριος, Καθηγητής ΑΕΝ Μασαλόνιας 14

Συντελεστής βαλβίδας ροής Cv

Ύψος: $C_v = 1,16 Q_L \sqrt{\frac{\rho_v}{P_1 - P_2}}$

Q_L = παροχή ύγρου (m³/h)
 ρ_v = σχετική πυκνότητα ύγρου (ρ/ρ_{H_2O} σε 15° C)
 P_1 = απόλυτη πίεση στην είσοδο της βαλβίδας (bar)
 P_2 = απόλυτη πίεση στην έξοδο της βαλβίδας (bar).

Δρ. Ευσταθίου Δημήτριος, Καθηγητής ΑΕΝ Μασαλόνιας 15

Συντελεστής βαλβίδας ροής Cv

Άξονια: $C_v = \frac{Q_L}{\sqrt{P_1 - P_2}} \sqrt{\frac{\rho_v}{\rho_{H_2O}}}$

Αξονια: $C_v = \frac{Q_L}{\sqrt{P_1 - P_2}} \sqrt{\frac{\rho_v}{\rho_{H_2O}}}$

C_v = συντελεστής ροής βαλβίδας
 Q_L = παροχή άεου (m³/h σε 15° C και 760 mmHg)
 ρ_v = παροχή άεου (kg/h)
 P_1 = απόλυτη πίεση στην είσοδο της βαλβίδας (bar)
 P_2 = απόλυτη πίεση στην έξοδο της βαλβίδας (bar)
 ρ_{H_2O} = σχετική πυκνότητα άεου (ρ/ρ_{H_2O})
 T = απόλυτη θερμοκρασία άεου ($T=273 + T_c$)
 V_1 = ειδικός όγκος άεου στην είσοδο της βαλβίδας (m³/kg)
 V_2 = ειδικός όγκος άεου στην έξοδο της βαλβίδας (m³/kg)

Δρ. Ευσταθίου Δημήτριος, Καθηγητής ΑΕΝ Μασαλόνιας 16

Πίνακας διατομών

inches	Cv	inches	Cv
1/4	0,3	3	108
1/2	3	4	174
1	14	6	400
1 1/2	35	8	725
2	55	10	1100

Δρ. Ευσταθίου Δημήτριος, Καθηγητής ΑΕΝ Μασαλόνιας 17

Μονοθέσια αναλογική βαλβίδα επαφής

Δρ. Ευσταθίου Δημήτριος, Καθηγητής ΑΕΝ Μασαλόνιας 18

Αναλογική βαλβίδα δυο θέσεων

Καθηγητής ΑΕΝ Μασαλόνιας 19

Τρίτοδος αναλογική βαλβίδα

Καθηγητής ΑΕΝ Μασαλόνιας 20

ΗΥΕΥΜΑΤΙΚΟΙ ΕΝΕΧΥΤΕΣ

- Αναλογικός ενισχυτής
- Ενισχυτής μέσου όρου
- Ενισχυτής αθροίσματος
- Ενισχυτής αφαιρέσεως
- Ενισχυτής πολλαπλασιασμού ή διαίρεσης

Δρ. Γεωργιάδης Δημήτριος, Καθηγητής ΑΕΝ Μασαλόνιας 21

ΑΡΧΗ ΑΕΙΟΥΥΡΤΙΑΣ

Εφαρμόζοντας την διαφορετική περίπτωση της εξίσωσης φασματικής και οι οποίες βάσεις επηρεάζουν την αμορτισία του μεγεθυντήριου και ως αποτέλεσμα τη διαφορετική πίεση εξόδου ανάλογα από την αίσθηση του μεγεθυντήριου από την έξοδο της φασματικής 4.

$$(p_1 - p_2)a = (p_1 - p_2)b$$

$$\therefore p_4 = \frac{b}{a}(p_1 - p_2) + p_3$$

Καθηγητής ΑΕΝ Μασαλόνιας 22

ΑΝΑΛΟΓΙΚΟΣ ΕΝΕΧΥΤΗΣ

Η έξοδος (P_4) είναι ανάλογη της διαφοράς μεταξύ της μετρούμενης τιμής (P_1) και της επιθυμητής (P_2) καθώς και του λόγου b/a .

$$(p_4 - p_2)a = (p_1 - p_2)b$$

$$\therefore p_4 = \frac{b}{a}(p_1 - p_2) + p_2 \text{ with } p_2 = 0$$

Καθηγητής ΑΕΝ Μασαλόνιας 23

ΕΝΕΧΥΤΗΣ ΜΕΣΟΥ ΟΡΟΥ

Θεωρούμε ότι η πίεση $P_2 = P_1$ και ο λόγος $b/a = 1$ τότε:

$$(p_1 - p_2)a = (p_1 - p_2)b$$

$$\therefore p_4 = \frac{b}{a}(p_1 - p_2) + p_1$$

$$\begin{matrix} a = b \\ p_2 = p_1 \\ p_4 = p_1 + p_3 \end{matrix}$$

Καθηγητής ΑΕΝ Μασαλόνιας 24

ΕΝΕΧΥΤΗΣ ΑΘΡΟΙΣΤΩΣ

Θεωρούμε ότι η πίεση $P_2 = 0$ και ο λόγος $b/a = 1$ τότε:

$$(p_4 - p_2)a = (p_1 - p_2)b$$

$$\therefore p_4 = \frac{b}{a}(p_1 - p_2) + p_1$$

Καθηγητής ΑΕΝ Μασαλόνιας 25

ΕΝΕΧΥΤΗΣ ΔΙΑΦΟΡΑΣ

Θεωρούμε ότι η πίεση $P_1 = 0$ και ο λόγος $b/a = 1$ τότε:

$$(p_4 - p_2)a = (p_1 - p_2)b$$

$$\therefore p_4 = \frac{b}{a}(p_1 - p_2) + p_2$$

Καθηγητής ΑΕΝ Μασαλόνιας 26

ΕΝΕΧΥΤΗΣ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΥ Η ΔΙΑΙΡΕΣΕΩΣ

Θεωρούμε ότι η πίεση $P_2 = P_1 = 0$ τότε ο λόγος $b/a > 1$ (πολλαπλασιασμός) ή < 1 (διαίρεση) καθορίζει τον τύπο του ενισχυτή:

$$(p_4 - p_2)a = (p_1 - p_2)b$$

$$\therefore p_4 = \frac{b}{a}(p_1 - p_2) + p_1$$

Καθηγητής ΑΕΝ Μασαλόνιας 27

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΙ ΕΝΙΣΧΥΤΕΣ

Ενισχυτής αναλογικός διαφορής

Ενισχυτής αντιστροφής

Ενισχυτής αθροισμας

Ενισχυτής ολοκληρώσεως

Ενισχυτής διαφορής

Δρ. Γεωργιάδης Δημήτρης,
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

28

Ενισχυτής αναλογικός διαφορής

$V_{out} = A_d(V_{in2} - V_{in1})$

Δρ. Γεωργιάδης Δημήτρης,
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

29

Ενισχυτής αντιστροφής

$V_{in} = 0$ λόγω άμεσης αντίστροφης.

Από τον 1^ο κανόνα Kirchhoff και $I_{in} = 0$ λόγω άμεσης αντίστροφης:

$$I_{in} = I_x + I_f \Rightarrow I_{in} = I_f \Rightarrow \frac{V_{in} - V_{in}}{R_{in}} = \frac{V_{in} - V_{out}}{R_f} \Rightarrow V_{out} = -V_{in} \frac{R_f}{R_{in}}$$

Και εξισώνοντας τις δύο σχέσεις:

$$\frac{V_{in}}{R_{in}} = \frac{V_{out}}{R_f} \Rightarrow V_{out} = -V_{in} \frac{R_f}{R_{in}}$$

Και αν $R_f = R_{in} \Rightarrow V_{out} = -V_{in}$

Δρ. Γεωργιάδης Δημήτρης,
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

30

Ενισχυτής αθροισμας

Από τον 1^ο κανόνα Kirchhoff και $I_{in} = 0$ λόγω άμεσης αντίστροφης:

$$I_{in1} + I_{in2} = I_x + I_f \Rightarrow I_{in1} + I_{in2} = I_f \Rightarrow \frac{V_{in1}}{R_{in1}} + \frac{V_{in2}}{R_{in2}} = -\frac{V_{out}}{R_f}$$

Και εξισώνοντας τις δύο σχέσεις:

$$\frac{V_{in1}}{R_{in1}} + \frac{V_{in2}}{R_{in2}} = -\frac{V_{out}}{R_f} \Rightarrow V_{out} = -R_f \left(\frac{V_{in1}}{R_{in1}} + \frac{V_{in2}}{R_{in2}} \right)$$

Και αν $R_{in1} = R_{in2} = R_f \Rightarrow V_{out} = -(V_{in1} + V_{in2})$

Δρ. Γεωργιάδης Δημήτρης,
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

31

Ενισχυτής ολοκληρώσεως

Επειδή $V_{in} = 0$ λόγω άμεσης αντίστροφης:

$$I_f = C_f \frac{dV_{in} - V_{out}}{dt} \Rightarrow I_f = -C_f \frac{dV_{out}}{dt}$$

$$I_{in} = I_x + I_f \Rightarrow I_{in} = -I_f \Rightarrow \frac{V_{in}}{R_{in}} - C_f \frac{dV_{out}}{dt} = -\frac{V_{out}}{R_f}$$

$$\frac{dV_{out}}{dt} = -\frac{1}{R_f C_f} \int V_{in} dt \Rightarrow V_{out} = -\left(\frac{V_{in}}{R_f \times C_f} \right) t$$

Αν η τάση εισόδου είναι σταθερή τότε η τάση εξόδου αυξάνεται με σταθερό ρυθμό

Δρ. Γεωργιάδης Δημήτρης,
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

32

Παράδειγμα

Φαίνεται το κύκλωμα ολοκληρωτή που ακολουθεί παρακάτω. Η αντίσταση εισόδου είναι 100 kΩ, η χωρητική ολοκλήρωση είναι 10 μF και η τάση στα άκρα της εισόδου είναι σταθερή και έχει τιμή -2 V.

Υπολογίστε την τάση εξόδου του ενισχυτή για κάθε λειτουργία, αρθρώνοντας την τάση εισόδου, έως να θιγεί η κορεστική. Από τα αποτελέσματά σας να δημιουργήσετε μία γραφική παράσταση που να απεικονίζει την τάση εξόδου ως προς το χρόνο και συγκρίνετέ τη με την τάση εισόδου.

Από την εκφώνηση γνωρίζουμε ότι είναι $V_{in} = \text{σταθ.} = -2 \text{ V}$, $R_{in} = 100 \text{ k}\Omega$ και $C_f = 10 \mu\text{F}$. Για να προσδιορίσουμε την τάση εξόδου χρησιμοποιούμε την εξίσωση:

$$V_{out} = -\left(\frac{V_{in}}{R_f \times C_f} \right) t$$

Δρ. Γεωργιάδης Δημήτρης,
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

33

Το αποτέλεσμα καταγράφεται σε μαθητή πίνακα, όπως φαίνεται παρακάτω. Από αυτό κατασκευάζουμε τη γραφική παράσταση της τάσης εξόδου ως προς το χρόνο που ακολουθεί:

t (s)	V _{in} (V)	V _{out} = - $\frac{V_{in}}{R_f \times C_f} t$
0	-2	0
1	-2	2
2	-2	4
3	-2	6
4	-2	8
5	-2	10
6	-2	12

Δρ. Γεωργιάδης Δημήτρης,
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

34

Ενισχυτής διαφορής

Επειδή $V_{in} = 0$ λόγω άμεσης αντίστροφης:

$$I_{in} = C_{in} \frac{d(V_{in} - V_{out})}{dt} \Rightarrow I_{in} = C_{in} \frac{dV_{out}}{dt}$$

Από τον 1^ο κανόνα Kirchhoff και $I_{in} = 0$ λόγω άμεσης αντίστροφης:

$$I_f = \frac{V_{in} - V_{out}}{R_f} \Rightarrow I_f = -\frac{V_{out}}{R_f}$$

Και εξισώνοντας τις δύο σχέσεις:

$$C_{in} \frac{dV_{out}}{dt} = -\frac{V_{out}}{R_f} \Rightarrow V_{out} = -\frac{V_{in} \times C_{in}}{t}$$

Αν η τάση εισόδου είναι σταθερή η τάση εξόδου είναι μηδέν.
Αν η τάση εισόδου αυξάνεται με σταθερό ρυθμό τότε η εξόδου θα παραμείνει σταθερή.

Δρ. Γεωργιάδης Δημήτρης,
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

35

Παράδειγμα

Φαίνεται το κύκλωμα διαφορής που ακολουθεί παρακάτω. Η αντίσταση εισόδου είναι 200 kΩ, η χωρητική ολοκλήρωση είναι 10 μF και η τάση στα άκρα της εισόδου είναι σταθερή και έχει τιμή -2 V. Η χωρητική ολοκλήρωση είναι 10 μF και η τάση στα άκρα της εισόδου είναι σταθερή και έχει τιμή -2 V.

Υπολογίστε την τάση εξόδου του ενισχυτή για κάθε λειτουργία, αρθρώνοντας την τάση εισόδου, έως να θιγεί η κορεστική. Από τα αποτελέσματά σας να δημιουργήσετε μία γραφική παράσταση που να απεικονίζει την τάση εξόδου ως προς το χρόνο και συγκρίνετέ τη με την τάση εισόδου.

Από την εκφώνηση γνωρίζουμε ότι η τάση εισόδου είναι σταθερή και έχει τιμή $V_{in} = \text{σταθ.} = -2 \text{ V}$, και ότι είναι $R_{in} = 200 \text{ k}\Omega$ και $C_{in} = 10 \mu\text{F}$. Για να προσδιορίσουμε την τάση εξόδου χρησιμοποιούμε την εξίσωση:

$$V_{out} = -\frac{V_{in} \times C_{in}}{t}$$

Προσδιορίζουμε τον χρόνο που απαιτείται να θιγεί η κορεστική τάση του ενισχυτή, όπως φαίνεται παρακάτω. Από αυτό κατασκευάζουμε τη γραφική παράσταση της τάσης εξόδου ως προς το χρόνο που ακολουθεί:

Δρ. Γεωργιάδης Δημήτρης,
Καθηγητής ΑΕΝ Μακεδονίας

36

Ενσωματωτές αναλογικές - διαφορικές

$$I_{in} = I_1 + I_2 \Rightarrow I_{in} = \frac{V_1 - V_o}{R_1} + C_D \frac{d(V_1 - V_o)}{dt} \Rightarrow I_{in} = \frac{V_1}{R_1} + C_D \frac{dV_1}{dt}$$

$$I_f = \frac{V_o - V_o}{R_f} \Rightarrow I_f = -\frac{V_o}{R_f}$$

Επειδή $V_{in} = 0$ λόγω άμεσης αντίστροφης

$$I_{in} = I_x + I_f \Rightarrow I_{in} = I_f \Rightarrow \frac{V_1}{R_1} + C_D \frac{dV_1}{dt} = -\frac{V_o}{R_f}$$

$$\Rightarrow V_o = -R_f \left(\frac{V_1}{R_1} + C_D \frac{dV_1}{dt} \right)$$

Από τον 1^ο κανόνα Kirchhoff και $I_{in} = 0$ λόγω άμεσης αντίστροφης

Και εξισώνοντας τις δύο σχέσεις

Δρ. Γεωργιάδης Δημήτριος, Καθηγητής, ΑΕΝ Μακεδονίας 37

ΕΛΕΚΤΙΚΕΣ

- Ελεγκτής ON - OFF
- Ελεγκτής τριών θέσεων
- Ελεγκτής δύο βημάτων
- Ελεγκτής cascade
- Ελεγκτής P
- Ελεγκτής P - I
- Ελεγκτής P - I - D

Δρ. Γεωργιάδης Δημήτριος, Καθηγητής, ΑΕΝ Μακεδονίας 38

Ελεγκτής ON - OFF

Φύλλες αέρα εκκίνησης: 20-25 bar (ON στα 20 bar, OFF στα 25 bar).

Ο ελεγκτής ON-OFF θέτει εντός τη μονάδα διαμόρφωση όταν η συνθήκη έλεγχου παύσει στη τιμή αποκόπτης (SET POINT) και τη σταματά μόλις φύσει στο άλλο άκρο της επιθυμητής τιμής.

Δρ. Γεωργιάδης Δημήτριος, Καθηγητής, ΑΕΝ Μακεδονίας 39

Ελεγκτής τριών θέσεων (θερμοκρασίας)

Όταν η θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη από την τιμή y_1 τότε ο ελεγκτής παύει στην έξοδο του το σήμα $u_{out} = 100\%$ που σημαίνει **φύσει**.

Όταν η θερμοκρασία είναι μικρότερη από την τιμή y_1 τότε ο ελεγκτής παύει στην έξοδο του το σήμα $u_{out} = -100\%$ που σημαίνει **θερμαίνει**.

Όταν η θερμοκρασία είναι μεταξύ των τιμών y_2 και y_3 τότε το σήμα εξόδου έχει την τιμή **μηδέν**.

Δρ. Γεωργιάδης Δημήτριος, Καθηγητής, ΑΕΝ Μακεδονίας 40

Ελεγκτής τριών θέσεων (πίεσης)

- Ηλεκτροκίνητη βαλβίδα
- Μειωτήρας στρωφών
- Μονοστατικός κινητήρας
- Ελεγκτής τριών θέσεων
- Μετατροπέας πίεσης σε τάση
- Παροχές

Τα ριλέ ενεργοποιούνται ανάλογα με τη θέση του ελεγκτή ή της **καυτηριακής μακροκλίμακας**.

Δρ. Γεωργιάδης Δημήτριος, Καθηγητής, ΑΕΝ Μακεδονίας 41

Ελεγκτής δύο βημάτων - two step with overlap

Η έξοδος του ελεγκτή αλλάζει από μια προκαθορισμένη τιμή σε μια άλλη όταν η απόδοση αλλάξει κατάσταση.

Στο παράδειγμα μας όταν η απόδοση υπερβεί την τιμή $Y_0 I$ τότε η έξοδος του ελεγκτή αλλάζει κατάσταση και παραμένει στη θέση αυτή έως ότου η απόδοση πέσει κάτω από την τιμή $Y_0 O$. Τότε αλλάζει και πάλι κατάσταση η έξοδος του ελεγκτή. Για να αποφευχθούν απότομες διακυμάνσεις του ελεγκτή έχουμε ορίσει τα σημεία $(Y_0 I, Y_0 O)$ σε αρκετή απόσταση μεταξύ τους.

Υπάρχει αρνητική αντίδραση του ελεγκτή για να μεταβεί να αντιστοιχίσει τη θετική αλλαγή της απόδοσης αλλά και το αντίστροφο.

Δρ. Γεωργιάδης Δημήτριος, Καθηγητής, ΑΕΝ Μακεδονίας 42

Ελεγκτής cascade

Ο αισθητήρας στη δεξιά A και B είναι αισθητήρας στάθμης. Ο κύριος ελεγκτής ρυθμίζει το set point του δευτερεύοντος ελεγκτή και ο δευτερεύων ελεγκτής ρυθμίζει τη ροή στην είσοδο της δεξιάς A.

Η δεξιά A διαμορφώνει μείωση της εγκαθίστασης του συνολικού συστήματος αποκρούοντας με αυτό τον τρόπο ανεπιθύμητες και πολύ μεγάλες διακυμάνσεις στις βαλβίδες, τροφοδοσίας, εισόδου ενδιαφέροντα σε συστήματα με μεγάλη αδράνεια (κλιματιστικά, ψυγεία κ.λπ.).

Δρ. Γεωργιάδης Δημήτριος, Καθηγητής, ΑΕΝ Μακεδονίας 43

Ελεγκτής NAKAKITA

Αποτελείται από:

- Τις ενδεικτικές και ρυθμιστικές συσκευές
- Το ακρόφωτο και το πταρμένο
- Τον αντιστάτη όγκου
- Τις συσκευές που χρησιμοποιούνται για τις αναλογικές ή ολοκληρωτικές ενέργειες ή παραγωγισίμες ενέργειες
- Τις βαλβίδες, ρύθμιση, τον παραπάνω ενεργειών
- Τους αισθητήρες θερμοκρασίας (τροχούλης σούλινας) και πίεσης (σούλινας Bourdon)

Ο ρυθμιστής λειτουργεί με συμμετατόμο αέρα 1.0 bar. Η τιμή της πίεσης που μεταδίδεται από τον κάθε αισθητήρα περιλαμβάνεται από τον ελεγκτή και όταν υπάρχει κάποια απόκλιση από μια σταθερή τιμή, ένα σήμα αερός (0.2-1.0 bar) θα στείλει στην πιεζομετρική βαλβίδα έλεγχου και θα προκαλέσει ενέργεια ανάλογη με την απόκλιση που υπάρχει, κινώντας τις αντίλογες, P.I. ή P.I.D. ενέργειες μέχρι που να εξομαλυνθεί η κατάσταση.

Δρ. Γεωργιάδης Δημήτριος, Καθηγητής, ΑΕΝ Μακεδονίας 44

Αναλογικός ελεγκτής (P)

$$U_R(t) = -K_p e(t)$$

Το κριτήριο πρότερο δείχνει ότι το διαφορετικό σήμα είναι αντίθετο από την κατάσταση της απόκλισης.

Ο αναλογικός ελεγκτής είναι κατάλληλος για εγκαταστάσεις που έχουν βραχεία μετακίνηση, μεγάλη καθυστέρηση στη μεταβολή του σήματος καθώς και μικρές ταλαντώσεις του σήματος.

Ο αναλογικός ελεγκτής είναι κατάλληλος για εγκαταστάσεις με μεγάλες και πολλές ταλαντώσεις, όπως αυτές τις περιπτώσεις η απορροφή στην κατάσταση της τιμής, από έλεγχο μεταβλητής είναι συνθήκες αδρανής.

Γενικά

$$U_R(t) = -K_p e(t)$$

Δρ. Γεωργιάδης Δημήτριος, Καθηγητής, ΑΕΝ Μακεδονίας 45

Ελεγκτής P συνδυασμός

Παράδειγμα με μεταβλητή είσοδο
(αυθόνομος, την αμετάβλητη αντίδραση των ελεγκτών)

Η διαφορά στα μέγιστα μπορεί να εξηγηθεί από το διαφορετικό αναλογικό κέρδος. Παράλληλα επειδή έχει ληφθεί και το αρνητικό πρόσημο όπου είναι θετική η απόκλιση είναι αρνητική η έξοδος και το αντίστροφο.

Δρ. Γεωργιάδης Δημήτριος
Καθηγητής, ΑΕΝ Μακεδονίας

Αναλογικός ελεγκτής (P)

$$U_h = K_p \cdot e$$

$$U_R = K_p \cdot \theta_2$$

$$U_H = K_p \cdot \theta$$

Είσοδος: θ , Έξοδος: U_h

Δρ. Γεωργιάδης Δημήτριος
Καθηγητής, ΑΕΝ Μακεδονίας

ΓΡΑΦΙΚΟΣ ΠΡΟΣΛΟΙΣΜΟΣ ΤΗΣ K_p

ε[1]	Κ _p =1	Κ _p =2	ε[1]	Κ _p =1	Κ _p =2
+10V	+10V	+10V	+0	+0	0V
+9V	+9V	+10V	-1V	-1V	-2V
+8V	+8V	+10V	-2V	-2V	-4V
+7V	+7V	+10V	-3V	-3V	-6V
+6V	+6V	+10V	-4V	-4V	-8V
+5V	+5V	+10V	-5V	-5V	-10V
+4V	+4V	+10V	-6V	-6V	-12V
+3V	+3V	+10V	-7V	-7V	-14V
+2V	+2V	+10V	-8V	-8V	-16V
+1V	+1V	+10V	-9V	-9V	-18V

Δρ. Γεωργιάδης Δημήτριος
Καθηγητής, ΑΕΝ Μακεδονίας

ΓΡΑΦΙΚΟΣ ΠΡΟΣΛΟΙΣΜΟΣ ΤΗΣ K_p

Η περιοχή X_p ονομάζεται αναλογική περιοχή και χαρακτηρίζεται ότι ενώ αυξάνεται η αναλογική περιοχή μειώνεται και αντίστροφα.

$$X_p = \frac{1}{K_p}$$

Αν ορίσουμε το κάτω και άνω όριο της περιοχής ρύθμισης U_{BMIN} και U_{BMAX} αντίστοιχα.

$$U_{BMAX} = K_p \cdot \theta_{max}$$

$$U_{BMIN} = K_p \cdot \theta_{min}$$

Δρ. Γεωργιάδης Δημήτριος
Καθηγητής, ΑΕΝ Μακεδονίας

ΓΡΑΦΙΚΟΣ ΠΡΟΣΛΟΙΣΜΟΣ ΤΗΣ K_p

$$U_{BMAX} = U_{BMIN} + K_p \cdot (\theta_{max} - \theta_{min})$$

Αλλά $U_{BMAX} - U_{BMIN} = U_h$ και $\theta_{max} - \theta_{min} = X_p$

Άρα $U_h = K_p \cdot X_p \Rightarrow K_p = \frac{U_h}{X_p}$

$$K_p = \frac{U_h}{X_p} = \frac{U_h}{\frac{U_{BMAX} - U_{BMIN}}{U_h}} = \frac{U_h^2}{U_{BMAX} - U_{BMIN}} = \frac{U_h^2}{\gamma_m \cdot \gamma_n} \cdot 100$$

Όπου γ_{MAX} η περιοχή την οποία ο ελεγκτής μπορεί να ρυθμίσει.

γ_n = η συνολική διαδρομή της εξόδου

Μεταξύ της εντάσεως K_p και της αναλογικής περιοχής του ελεγκτή, εφόσον $U_h = u_p$ ισχύει η σχέση:

$$K_p = \frac{100}{X_p \cdot \gamma_n}$$

Δρ. Γεωργιάδης Δημήτριος
Καθηγητής, ΑΕΝ Μακεδονίας

Παράδειγμα:

Το υψος της σκάβης του εργοστασίου θα είναι 2 m. Η περιοχή ρύθμισης είναι 100% και η εντάση του ελεγκτή είναι $K_p = 20\%$. Να υπολογιστεί το αναλογικό πεδίο X_p .

$$X_p \% = \frac{1}{K_p} \cdot \frac{U_h}{\gamma_{max}} \cdot 100\% = \frac{1}{20\%} \cdot \frac{100\%}{2m} \cdot 100\% = 25\%$$

Δρ. Γεωργιάδης Δημήτριος
Καθηγητής, ΑΕΝ Μακεδονίας

Αναλογικό εύρος ή proportional band

20% P.B. : 1:5 κλίμακας για πλήρη διαδρομή

80% P.B. : 1:2 κλίμακας για πλήρη διαδρομή

100% P.B. : ολή η κλίμακας για πλήρη διαδρομή

120% P.B. : ολή η κλίμακας για 1/4 της διαδρομής

200% P.B. : ολή η κλίμακας για μισή διαδρομή

250% P.B. : ολή η κλίμακας για 1/4 της διαδρομής

Το εύρος της αναλογικής κλίμακας στην οποία είναι ελεγκτής εργάζεται είναι ένα μέτρο της ευαισθησίας του και εκφράζεται επί της %. Το αναλογικό εύρος είναι άμεσο εξάρτημα από το K_p . Στην περίπτωση μιας $K_p = 1$

(ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΒΑΒΑΒΛΑΣ) $\times 100$

Proportional band = $\frac{1}{K_p} \times 100$

Δρ. Γεωργιάδης Δημήτριος
Καθηγητής, ΑΕΝ Μακεδονίας

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΝΑΛΟΓΙΚΟΥ ΕΥΡΟΥΣ, $K_p=1$

Δίνεται σύστημα έλεγχου θερμοκρασίας με όργανο κλίμακας 0-100 °C.

Όταν η θερμοκρασία πέσει στους 50 °C το σπασίμο είναι εντάως κλειστό και όταν ανεβεί στους 70 °C το σπασίμο είναι εντάως ανοικτό.

% P.B. = $(70-50)/(100-0) \times 100 = 20\%$ [Μεγάλο εύρος]

$$X_p \% = \frac{1}{K_p} \cdot \frac{U_h}{\gamma_{max}} \cdot 100\%$$

Δίνεται σύστημα έλεγχου θερμοκρασίας με όργανο κλίμακας 0-100 °C.

Όταν η θερμοκρασία πέσει στους 10 °C το σπασίμο είναι εντάως κλειστό και όταν ανεβεί στους 50 °C το σπασίμο είναι εντάως ανοικτό.

% P.B. = $(50-10)/(100-0) \times 100 = 40\%$ [Μεταίο εύρος]

Δίνεται σύστημα έλεγχου θερμοκρασίας με όργανο κλίμακας 20-100 °C.

Όταν η θερμοκρασία πέσει στους 0 °C το σπασίμο είναι εντάως κλειστό και όταν ανεβεί στους 20 °C το σπασίμο είναι εντάως ανοικτό.

% P.B. = $(20-0)/(100-20) \times 100 = 150\%$ [Μεγάλο εύρος]

Δρ. Γεωργιάδης Δημήτριος
Καθηγητής, ΑΕΝ Μακεδονίας

ΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΑΝΑΛΟΓΙΚΟΥ ΕΥΡΟΥΣ

Εάν το αναλογικό εύρος είναι πολύ σπουδ, τότε απαιτείται μια μεγάλη και γρήγορη κίνηση του ελεγκτή (από εντάως ανοικτή θέση σε εντάως κλειστή) για τη διαδρομή μιας μικρής απόκλισης. Αυτό οδηγεί στη δημιουργία offset και πολλές φορές σε αστάθεια.

Δρ. Γεωργιάδης Δημήτριος
Καθηγητής, ΑΕΝ Μακεδονίας

Πνευματικός αναλογικός έλεγχης

Σε κατάσταση ισορροπίας ΣΜ=0
 $F_1 \cdot L_1 + F_2 \cdot L_2 = F_1 \cdot L_1 + F_2 \cdot L_2 \Rightarrow F_1 = (P_1 \cdot E_1) \cdot L_1 \cdot L_2 = F_2$
 Επειδή $F = P \cdot A$ και τα A είναι ίσα τότε
 $P_{out} = (P_{setp} - P_{set\theta}) \cdot L_1 \cdot L_2 = F_1 A \Rightarrow P_{out} = \frac{F_1 A}{L_1 \cdot L_2}$
 Καθηγητής ΑΝ Μασκαλάκης 55

Πνευματικός αναλογικός έλεγχης

Επειδή ο λόγος F/A είναι περίπου σταθερός με την τιμή 0.6 τότε
 $P_{out} = e - K_p \cdot 0.6$
Η πίεση εξόδου είναι ανάλογη με την απόκλιση Θ
 Δρ Γεωργιάδης Δημήτρης, Καθηγητής ΑΝ Μασκαλάκης 56

Πνευματικός αναλογικός έλεγχης direct action

Επειδή ο λόγος F/A είναι περίπου σταθερός με την τιμή 0.6 τότε
 $P_{out} = e - K_p \cdot 0.6$
Η πίεση εξόδου είναι ανάλογη με την απόκλιση Θ
 Επειδή όταν η Psetp αυξάνει τότε αυξάνει και η πίεση εξόδου και το αντίστροφο ο αναλογικός παραμετροδότης αποδοκονομείται απευθείας.
 Δρ Γεωργιάδης Δημήτρης, Καθηγητής ΑΝ Μασκαλάκης 57

Πνευματικός αναλογικός έλεγχης reverse action

Επειδή όταν η Psetp αυξάνει τότε μειώνεται η πίεση εξόδου και το αντίστροφο ο αναλογικός παραμετροδότης ελεγχτικής δράσης (REVERSE ACTION)
 Δρ Γεωργιάδης Δημήτρης, Καθηγητής ΑΝ Μασκαλάκης 58

Πνευματικός αναλογικός έλεγχης - πρόβλημα

Το πρόβλημα κείται το αντιστροφή (Psetp > Psetθ) η πίεση εξόδου αυξάνει αλλά παράλληλα αυξάνει και η δύναμη F2 με αποτέλεσμα να γίνει το μαζοφόρο και την αντίθετη κατεύθυνση με αποτέλεσμα η πίεση εξόδου οριστικά να μειώνεται.
 Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα εξαιτίας της αρνητικής ανάδρασης να απαιτούνται πολύ μεγαλύτερες αλλαγές στην έξοδο για την επίτευξη της επιθυμητής τιμής. Οι απειροελάχιστες αλλαγές απαιτούνται για να αλλάξει ο κέρδος.
 Δρ Γεωργιάδης Δημήτρης, Καθηγητής ΑΝ Μασκαλάκης 59

Αλλαγές στην μορφή εξόδου από αλλαγή του Kp

Χρόνος ανόδου	Υπερήχωση	Χρόνος αποσβέσεως	Στιγμιαία απόκλιση
Αύξηση Kp	Μείωση	Αύξηση	Μείωση

Καλύτερα είναι

Πνευματικός αναλογικός έλεγχης NAKAKITA

Ένας ελεγκτής NAKAKITA θα πρέπει να καθοριστούν αρχικά τα λειτουργία αν θα είναι απευθείας ή αντιστρόφου δράσης.
 Το αναλογικό εύρος κινείται από 10% - 250% και πρακτικά καθορίζεται το λόγο L_1/L_2 .
 Το νόημα του αναλογικού εύρους είναι η απόκλιση μεταξύ ενός σταθερού επιπέδου (SET POINTER) και του ενδείκτη της μετρομετρικής τιμής για πλήρη μεταβολή από 0.2 έως 1.0 bar του λειτουργικού σημείου.
 Όταν δεν υπάρχει απόκλιση τότε το σημείο εξόδου είναι 0.6 bar.
 Έχουμε κλίμακα ορίσμων από 0-50 $^{\circ}$C, ορίσμων αναλογικού εύρους 20% (διπλασί 1/5 της κλίμακας και άρα 10 $^{\circ}$C) και SET VALUE 30 $^{\circ}$C. Αυτό σημαίνει ότι ο ελεγκτής θα προσδοκεί το σύστημα με τη μετρομετρική τιμή (1.0 bar) όταν η μετρομετρική τιμή είναι στους 35 $^{\circ}$C και θα προσδοκεί το σύστημα με την ελεγκτική είσοδο (0.2 bar) όταν η μετρομετρική τιμή γίνεται στους 25 $^{\circ}$C.
 $P_{out} = e - K_p \cdot 0.6$
 Δρ Γεωργιάδης Δημήτρης, Καθηγητής ΑΝ Μασκαλάκης 61

Offset

Το κύριο πρόβλημα στον αναλογικό έλεγχο είναι η δημιουργία ενός offset (συναχής - σταθερή απόκλιση) που είναι χαρακτηριστικό του αναλογικού ελέγχου.
 Ένα ελατήριο στο οποίο έχουμε κρεμάσει μια μάζα 10 Kgr ισορροπεί σε μια θέση X. Αν προσκόσουμε μια πάλινση στο ελατήριο η μάζα θα επανέλθει στη θέση X. Εάν τώρα το σωμαίο γίνει 20 Kgr και προσκόσουμε μια πάλινση τότε το σωμαίο δεν θα επανέλθει στην θέση X αλλά θα ισορροπήσει στη θέση Y. Offset είναι η διαφορά μεταξύ της θέσης X και θέσης Y.
 Επειδή και στο ελατήριο έχουμε καθαρό αναλογικό έλεγχο αυτό σημαίνει ότι στον αναλογικό έλεγχο το σύστημα επιστρέφει στην επιθυμητή τιμή μόνο σε καθορισμένο μέγεθος φορτίου. Σε οποιοδήποτε άλλο μέγεθος φορτίου θα υπάρχει offset από την επιθυμητή τιμή.
 Για να μετρήσουμε να μειώσουμε το offset χρησιμοποιούμε τον ολοκληρωτικό έλεγχο για να επαναρροδοποιήσουμε την ενέργεια και να αφαιρέσουμε το offset.
 Δρ Γεωργιάδης Δημήτρης, Καθηγητής ΑΝ Μασκαλάκης 62

Offset - διόρθωση - human control loop

Ένας άνθρωπος ρυθμίζει τη βαλβίδα (αναλογική ενέργεια) για να διατηρήσει τη στάθμη της δεξαμενής στην επιθυμητή τιμή.
 Εάν διαπιστώσει ότι έχει ελαττώσει από την επιθυμητή τιμή θα κάνει μια διακριτική κίνηση (ολοκληρωτική ενέργεια) για να βελτιώσει στο καλύτερο τη στάθμη της δεξαμενής.
 Βέβαια θα μπορούσε να μειώσει το ρυθμό ανοίγματος - κλείσματος της βαλβίδας καθώς πλησιάζει στην επιθυμητή τιμή (διαφορική ενέργεια).

 Δρ Γεωργιάδης Δημήτρης, Καθηγητής ΑΝ Μασκαλάκης 63