

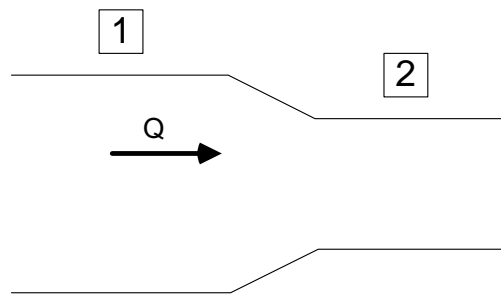
Μάθημα: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ

Εισηγητής: ΤΑΣΟΣ ΠΕΤΡΟΠΟΥΛΟΣ

Ακαδημαϊκό Έτος 2012-13
Α' Εξεταστική Θερινού εξαμήνου
Σημειώσεις : κλειστές
Διάρκεια εξέτασης: 2 ώρες
Ημ. εξέτασης: 16/ 7 /2013

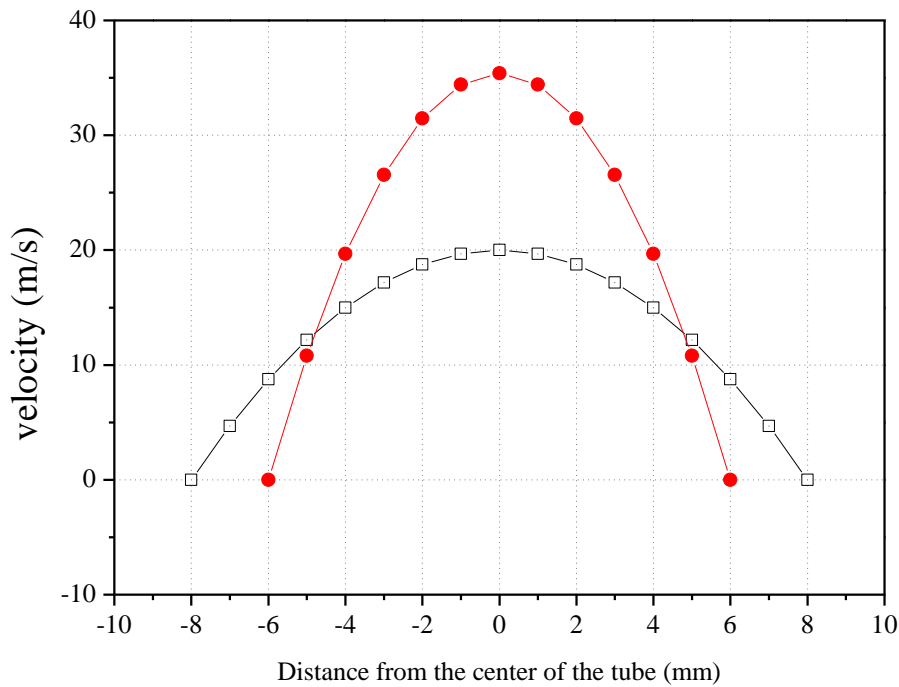
Θέμα 3^ο (5.0):

Έστω η ο κυλινδρικός σωλήνας του παρακάτω σχήματος μεταβλητής διατομής, με την περιοχή 2 να είναι στενότερη της περιοχής 1. Εντός του σωλήνα διατηρείται σταθερή τιμή ρυθμού ροής αέρα.



α) Στην παρακάτω γραφική παράσταση δίνονται τα προφίλ των ταχυτήτων εντός των δύο σωλήνων. Στον x-άξονα είναι η απόσταση από το κέντρο του σωλήνα σε ακτινική διεύθυνση, ενώ στον γ-άξονα δίνεται η ταχύτητα της ροής. Να εξηγήσετε ποιοτικά την μορφή των καμπυλών του σχήματος, και με βάση τα δεδομένα του διαγράμματος, να υπολογίσετε την διάμετρο του σωλήνα 1 (d_1), την διάμετρο του σωλήνα 2 (d_2), την μέση ταχύτητα του σωλήνα 1

($u1_{avg}$), την μέση ταχύτητα του σωλήνα 2 ($u2_{avg}$) και το ρυθμό ροής Q .



Το παραβολικό προφίλ των καμπυλών του σχήματος προκύπτει με βάση τον τύπο της κατανομής της ταχύτητας:

$$u(r) = 2u_{avg} \left[1 - \left(\frac{r}{r_o} \right)^2 \right]$$

Με βάση τον τύπο και τα δεδομένα του διαγράμματος, προκύπτει εύκολα ότι $d1=8-(-8)=16\text{mm}$ και αντίστοιχα $d2=12\text{mm}$. Επίσης διακρίνεται ότι η μέγιστη ταχύτητα στο σωλήνα 2 είναι 20m/s , οπότε $u1_{avg} = u2_{max} / 2 = 10 \text{ m/s}$. Για την μέση/μέγιστη ταχύτητα του σωλήνα 1 δεν μπορούμε να εξάγουμε πληροφορίες με ακρίβεια από το διάγραμμα. Μπορεί να βρεθεί έμμεσα ωστόσο μετά τον υπολογισμό του ρυθμού ροής.

$$Q = E_1 \cdot u1_{avg} = \pi r_1^2 \cdot u1_{avg} = 3.14 \cdot 0.008^2 \cdot 10 = 0.002 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 120 \frac{\text{lt}}{\text{min}}$$

$$\text{Ισχύει επίσης ότι } Q = E_2 \cdot u2_{avg} \Rightarrow u2_{avg} = \frac{Q}{E_2} = 17.7 \text{ m/s}$$

(Όπου E_1, E_2 τα εμβαδά των διατομών των περιοχών 1 και 2)

Η τιμή αυτή είναι συμβατή με την ένδειξη της γραφικής παράστασης όπου η τιμή της μέγιστης ταχύτητας είναι περίπου 35m/s .

β) Δύο πανομοιότυποι αισθητήρες ροής τοποθετούνται στις περιοχές (1) και (2) αντίστοιχα. Δίνεται η τάση εξόδου το πρώτου αισθητήρα ως συνάρτηση της ταχύτητας ροής:

$$V(u_1) = A_0 + A_1 u_1 + A_2 u_1^2$$

Με $A_0, A_1 > 0$ και $A_2 < 0$ γνωστές σταθερές.

Να βρεθεί η τάση εξόδου του αισθητήρα 2 ως συνάρτηση της u_2 (όπου u_1, u_2 οι μέσες ταχύτητες των περιοχών 1 και 2 αντίστοιχα). $A_0, A_1 > 0$ και $A_2 < 0$ γνωστές σταθερές. Τα δεδομένα του πρώτου ερωτήματος δεν ισχύουν.

Η τάση εξόδου δίνεται ως συνάρτηση της u_1 . Για να μετατραπεί σε συνάρτηση της u_2 , χρησιμοποιούμε και πάλι το ότι ο ρυθμός ροής διατηρείται σταθερός, οπότε $E_1 u_1 = E_2 u_2$

$$E_1 u_1 = E_2 u_2 \Rightarrow u_1 = \frac{E_2}{E_1} \cdot u_2$$

Αντικαθιστώντας στην αρχική συνάρτηση προκύπτει

$$V(u_2) = A_0 + \frac{E_2}{E_1} A_1 u_2 + \left(\frac{E_2}{E_1} \right)^2 A_2 u_2^2$$

γ) Να υπολογίσετε τις ευαισθησίες των δύο αισθητήρων ως προς την ταχύτητα και να βρείτε τα μετρητικά τους πεδία τα οποία και να τα συγκρίνετε.

Είναι

$$\frac{dV_1(u_1)}{du_1} = A_1 + 2A_2 u_1 \quad (3)$$

$$\frac{dV_2(u_2)}{du_2} = \frac{E_2}{E_1} A_1 + 2 \left(\frac{E_2}{E_1} \right)^2 A_2 u_2 \quad (4)$$

Με βάση τα παραπάνω, παρατηρούμε ότι αφού $E_2/E_1 < 1$, ο σταθερός όρος της ευαισθησίας στην περιοχή 2 είναι μειωμένος σε σχέση με την περιοχή 1. Η ευαισθησία του αισθητήρα ωστόσο δεν έχει σταθερή τιμή, που υποδηλώνει ότι η σχέση μεταξύ ταχύτητας και τάσης εξόδου δεν είναι γραμμική. Ο δεύτερος όρος στις δύο σχέσεις έχει αντίθετο πρόσημο από τον πρώτο (λόγω του πρόσημου της σταθεράς A_2 , δηλαδή μειώνει την ευαισθησία με την αύξηση της ταχύτητας και ουσιαστικά καθορίζει το μετρητικό πεδίο της συσκευής.

Έτσι, για τον αισθητήρα στην περιοχή 1 το μέγιστο του μετρητικού πεδίου είναι εκεί όπου η ευαισθησία του γίνεται μηδέν, οπότε

$$A_1 + 2A_2 u_1^{\text{lim}} = 0 \Rightarrow u_1^{\text{lim}} = -\frac{A_1}{2A_2}$$

Για τον 2

$$\frac{E_2}{E_1} A_1 + 2 \left(\frac{E_2}{E_1} \right)^2 A_2 u_2^{\text{lim}} = 0 \Rightarrow u_2^{\text{lim}} = -\frac{E_1}{E_2} \cdot \frac{A_1}{2A_2}$$

Και οι δύο τιμές των ταχυτήτων είναι θετικές καθώς $A_1 > 0$ και $A_2 < 0$. Επίσης, αφού $E_1/E_2 > 1$, προκύπτει ότι $u_1^{\text{lim}} < u_2^{\text{lim}}$