Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά
Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών
Τμήμα Μηχανολογίας

Μετρήσεις Τεχνικών Μεγεθών

Εαρινό Εξάμηνο 2008

Παραδοτέα 10/4/2008

ΕΡΓΑΣΙΑ Ι

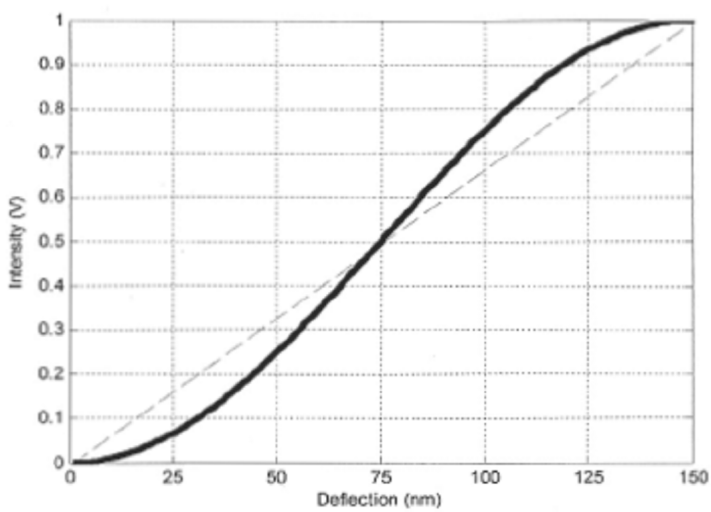
Πρόβλημα 1

Ενδιαφερόμαστε να χρησιμοποιήσουμε ένα οπτικό σύστημα ανίχνευσ ης των παραμορφώσεων σε νάνο-κλίμακα (nm) μιας μικρής κατασκευής. Η ένταση I του οπτικού σήματος (έξοδος του συστήματος) εκφράζεται σε V και η μετατόπιση x (είσοδος του συστήματος) εκφράζεται σε nm και δίδεται από την παρακάτω σχέση:

$$I = \sin^2\left(\frac{2\pi}{\lambda}x\right)$$

Το μήκος κύματος λ του σήματος είναι σταθερό και ίσο με 600 nm.

Η παραπάνω σχέση απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα. Στο ίδιο σχήμα απεικονίζεται η γραμμική προσέγγιση της παραπάνω σχέσης (διακεκομμένη γραμμή).

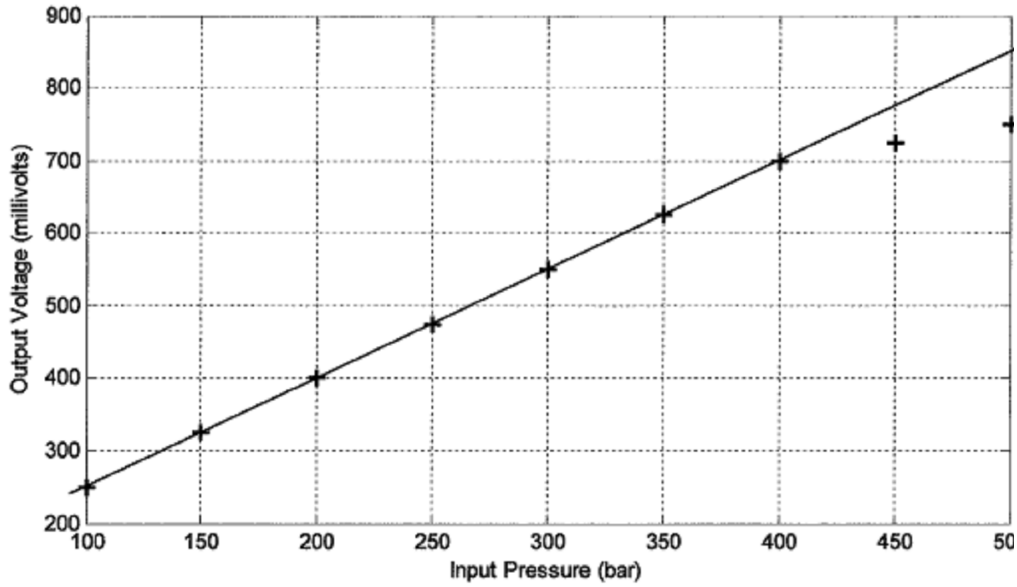


Με βάση τα δεδομένα αυτά υπολογίστε τα α κόλουθα χαρακτηριστικά του αισθητήρα:

α) Περιοχή τιμών εισόδου και εύρος τιμών εισόδου.
β) Περιοχή τιμών εξόδου και εύρος τιμών εξόδου.
γ) Θεωρώντας τη σχέση εισόδου-εξόδου ως ευθεία γραμμή, υπολογίστε την ευαισθησία του συστήματος και το συστηματικό σφάλ μα.
δ) Υπολογίσετε τη μέγιστη τιμή μη-γραμμικότητας.
ε) Κατόπιν παρατήρησης υπολογίστε για ποια τιμή της μετατόπισης παρατηρείται η μέγιστη ευαισθησία, όταν η πραγματική συμπεριφορά εκφράζε ται από τη μη-γραμμική σχέση.
στ) Υπολογίστε τη μέγιστη αυτή ευαισθησία.

Πρόβλημα 2

Χρειάζεσαι να μετρήσεις την πίεση στη γραμμή τροφοδοσίας μιας πετρελαιομηχανής. Τα δεδομένα των μετρήσεων που ελήφθησαν με κατάλληλο αισθητήρα πίεσης παρουσιάζονται στο ακόλουθο γράφημα.



Με βάση τα δεδομένα αυτά υπολογίστε τα α κόλουθα χαρακτηριστικά του αισθητήρα:

α) Περιοχή τιμών εισόδου και εύρος τιμών εισόδου (Μη ξεχνάτε τις μονάδες μέτρησης).

β) Περιοχή τιμών εξόδου και εύρος τιμών εξόδου.

γ) Θεωρώντας τη σχέση εισόδου-εξόδου ως ευθεία γραμμή, υπολογίστε την ευαισθησία του συστήματος και το συστηματικό σφάλ μα.(Μη βρίσκεις την ευθεία με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων. Απλώς, βρείτε την ευθεία θεωρώντας μόνο τα δεδομένα που ακολουθούν γραμμική συμπεριφορά)

δ) Εάν η διακριτική ικανότητα εξόδου είναι 5 mVolts, ποια είναι η αντίστοιχη διακριτική ικανότητα εισόδου;

ε) Υπολογίσετε τη μέγιστη τιμή μη-γραμμικότητας ως % ποσοστό του εύρους.

στ) Για ποια περιοχή τιμών πίεσης της γραμμής τροφοδοσίας καυσίμου είναι κατάλληλος ο αισθητήρας αυτός;.

Πρόβλημα 3

Στον παρακάτω πίνακα δίδονται οι προδιαγραφές ενός γραμμικού βυθιζόμενου μεταδότη του αισθητήρα πίεσης

Περιοχή τιμών εισόδου	0-20 m H_2O
Περιοχή τιμών εξόδου	4-20 mA
Ακρίβεια (συμπεριλαμβανομένης γραμμικότητας, υστερήσεως και επαναληψιμότητας)	0.2% εύρους
Μηδενικό σφάλμα	2% εύρους
Θερμικές επιδράσεις	1.5% εύρους

(a) Πια είναι η ονομαστική έξοδος της συσκευής (σε mA) σε βάθος 15m νερού;
(b) Προσδιορίστε ποια από τα παραπάνω σφάλματα είναι συστηματικά ή τυχαία
(c) Υπολογίστε την αβεβαιότητα που οφείλεται σε κάθε πηγή σφάλματος που θα μπορούσε να προσδιορισθεί από τις παραπάνω προδιαγραφές. Εκφράστε τις αβεβαιότητες σε mA, σε m H_2O και ως ποσοστό της ένδειξης.
(d) Υπολογίστε τη συνολική αβεβαιότητα της εξόδου σε mA, σε m H_2O και ως ποσοστό της εξόδου.

Πρόβλημα 4

Α

Ένα ψηφιακό σύστημα μέτρησης πίεσης έχει τις ακόλουθες προδιαγραφές:

Περιοχή τιμών 0 έως 1000 kPa
Ακρίβεια ±0.5% του εύρους
Διακριτική ικανότητα ±1 kPa
Ευστάθεια θερμοκρασίας ±2 kPa (0 ως 50°C)

Προσδιορίστε τους τύπους των σφαλμάτων (συστηματικά ή τυχαία) και υπολογίστε την απόλυτη και σχετική αβεβαιότητα για τη μέτρηση της πίεσης μ' αυτό το σύστημα για μια ονομαστική πίεση 500 kPa.

Β

Θεωρούμε δύο βολτόμετρα τα οποία βαθμονομήθηκαν στη γνωστή τιμή εισόδου των 100 V. Τα αποτελέσματα αυτής της βαθμονόμησης δίδονται στον Πίνακα 1.1 και στο Σχήμα 1.6. Εάν ήθελες να μετρήσεις μία τάση στην περιοχή των 100 V, ποιο από τα βολτόμετρα θα επέλεγες, το Α ή το Β και γιατί;

TABLE 1.1 Calibration Readings for Two Voltmeters

Reading Number	Voltmeter A (V)	Voltmeter B (V)
1	104.5	90.0
2	101.5	91.5
3	96.0	89.5
4	105.5	90.5
5	97.0	88.5
6	100.0	89.5
7	95.5	90.5
8	103.5	89.5
9	101.0	91.0
10	101.5	89.5

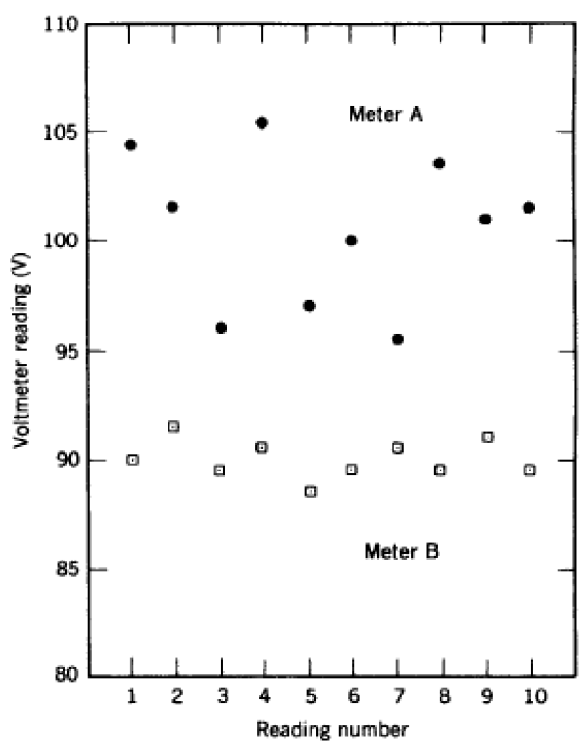


Figure 1.6 Calibration results for two voltmeters with a known input of 100 V.

Πρόβλημα 5

Α

Ένα βολτόμετρο με περιοχή τιμών εισόδου από 0 έως 100 V δείχνει 2 V όταν βραχυκυκλώνεται η είσοδος. Η ακρίβεια που δίνει ο κατασκευαστής είναι $\pm 4\%$ του εύρους. Υπολογίστε το συνολικό σφάλμα της μέτρησης για ένδειξη 80 V και ως ποσοστό του εύρους. Εάν το βολτόμετρο ρυθμιστεί να δείχνει 0 V όταν βραχυκυκλώνεται η είσοδος, ποιο είναι το συνολικό σφάλμα για ένδειξη 80 V;

Β

Ένα ταχύμετρο έχει διαβαθμίσεις ανά $5\frac{km}{h}$ και ακρίβεια ίση $\pm 2\%$ της ένδειξης.

Υπολογίστε το συνολικό σφάλμα της ταχύτητας για ένδειξη $100\frac{km}{h}$.

C

Ένας μετατροπέας πίεσης με τις ακόλουθες προδιαγραφές (που λαμβάνονται από τον κατάλογο του κατασκευαστή) χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της πίεσης του νερού στην περιοχή κατάθλιψης της αντλίας:

Περιοχή τιμών 0-700 kPa

Ακρίβεια

Γραμμικότητα 0.5% του εύρους
Υστέρηση 0.1% του εύρους
Επαναληψιμότητα 0.1% του εύρους
Σταθερότητα 0.3% του εύρους

Σφάλμα λόγω θερμοκρασίας (θερμοκρασία αναφοράς 20°C)
Στο μηδέν 0.04% του εύρους/°C
Στο εύρος 0.03% του εύρους/°C

Υπολογίστε τη συνολική αβεβαιότητα του μετατροπέα για τη μέτρηση της πίεσης του ρευστού στους 15°C.

Πρόβλημα 6

Βρείτε με τη χρήση του διαδυκτίου τα χαρακτηριστικά του αισθητήρα μέτρησης πίεσης PX01K1-300G5T της εταιρείας Omega.

a) Συμπληρώστε τα παρακάτω χαρακτηριστικά μεγέθη:

Περιοχή τιμών εισόδου	
Περιοχή τιμών εξόδου	
Ευαισθησία αισθητήρα	
Συστηματικό σφάλμα	
Μέγιστο σφάλμα μη-γραμμικοτητας (ως % του εύρους εξόδου)	
Την εξίσωση εισόδου-εξόδου	

b) Εάν η έξοδος είναι 2.73 Volts, ποια είναι η περιοχή τιμών πίεσης που ασκείται στον αισθητήρα;

c) Ένας Α-Ψ ψηφιακός μετατροπέας χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της τάσης εξόδου. Εάν λάβουμε υπ' όψιν τον περιορισμό ότι το σφάλμα στην είσοδο του συστήματος είναι μόνον λόγω της μη-γραμμικότητας, υπολογίστε τη διακριτική ικανότητα που απαιτείται για τη μέτρηση της τάσης εξόδου.