



## Μετρήσεις δύναμης και ροπής

*Οι διαφάνειες αποτελούν υλικό του βιβλίου:*

### ***Αισθητήρες Μέτρησης και Ελέγχου*** ***Τεχνολογία μετρήσεων***

*2η Αναθεωρημένη Έκδοση*

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 22694842

Έκδοση: 2η Έκδοση/2013

ISBN: 978-960-418-386-9

Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ

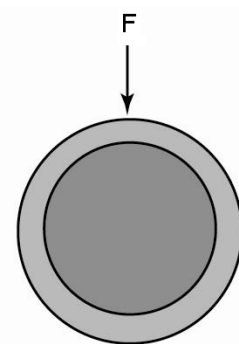


ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ

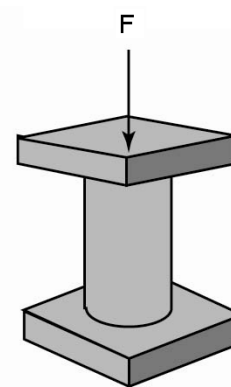
# Μέτρηση δύναμης με δυναμοκυψέλες

## Κυψέλες φορτίου

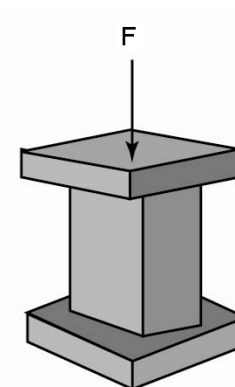
Μια διάταξη κυψέλης φορτίου, για τη μέτρηση της ασκούμενης δύναμης από μάζα, ανιχνεύει τη μετατόπιση ενός ελασματικού στοιχείου πάνω στο οποίο τοποθετείται το σώμα.



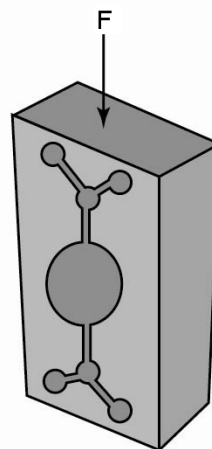
Δακτύλιος



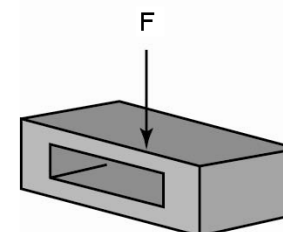
Κύλινδρος



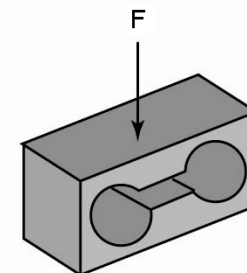
Ορθογώνιο



Παραλληλόγραμο πλαίσιο  
ειδικού σκοπού



Πλαίσιο  
γενικού σκοπού



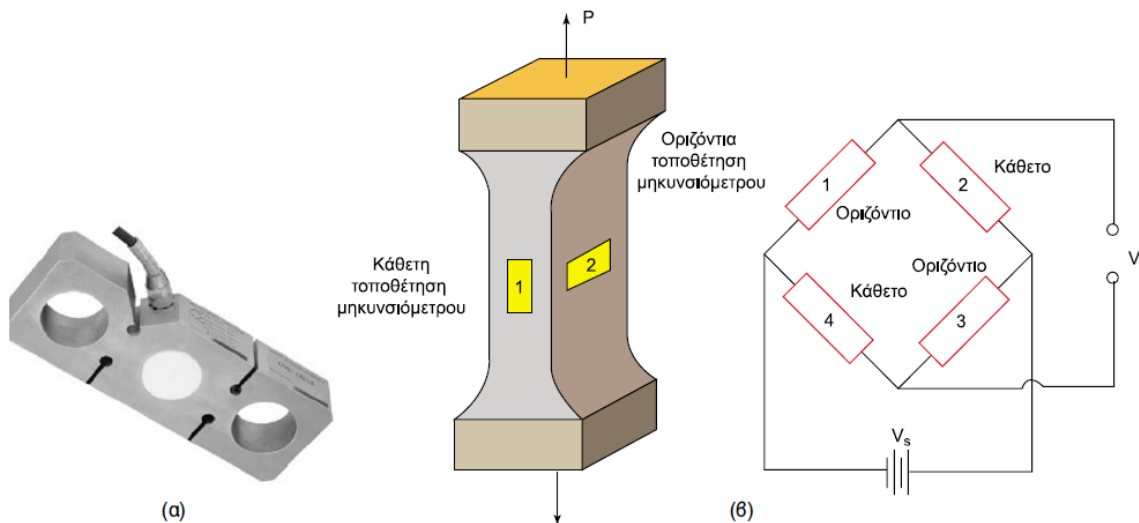
Πλαίσιο  
ειδικού σκοπού

## Κυψέλες φορτίου τύπου συνδέσμου

Η εφαρμοζόμενη δύναμη παρουσιάζει είτε φαινόμενο εφελκυσμού στο ελαστικό στοιχείο της κυψέλης είτε φαινόμενο συμπίεσης ή θλίψης.

Η αναλογία τάσης εξόδου ( $V_o$ ) προς τάση εισόδου γέφυρας ( $V_s$ ) σε μέγιστο φορτίο για τη δυναμοκυψέλη υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

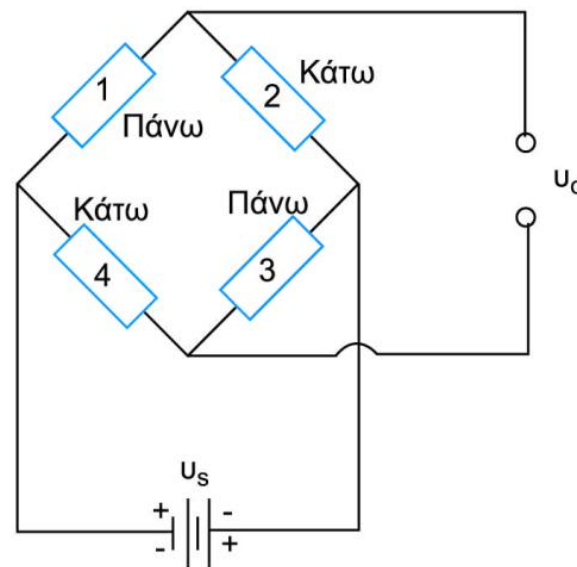
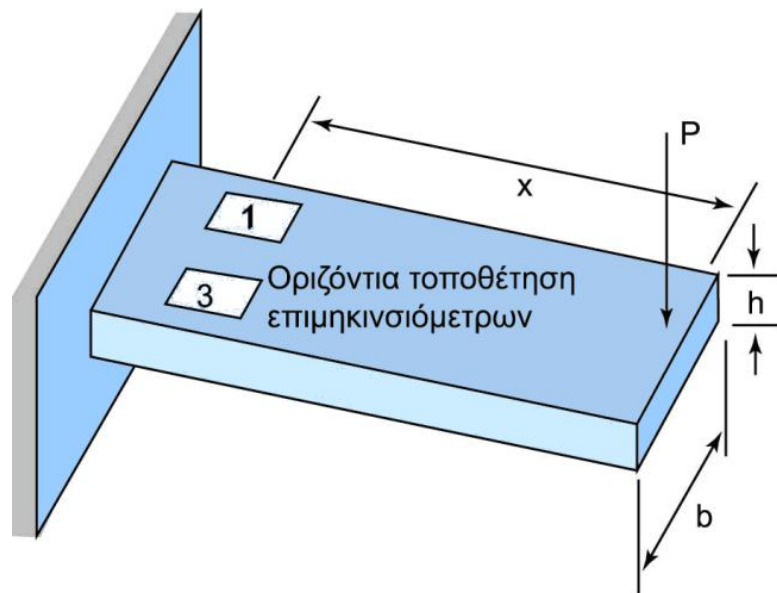
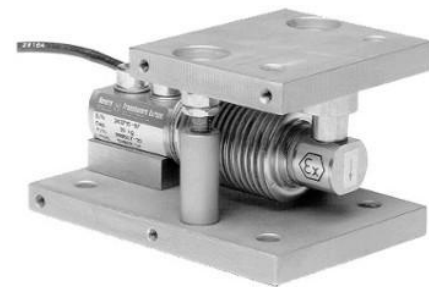
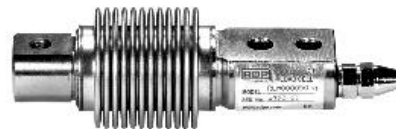
$$\left( \frac{V_o}{V_s} \right)_{\max} = \frac{GF \cdot S_f (1 + \nu)}{2E}$$



$$P = \frac{V_o / V_s}{(V_o / V_s)^*} P_{\max}$$

## Κυψέλες φορτίου τύπου δοκού κάμψης

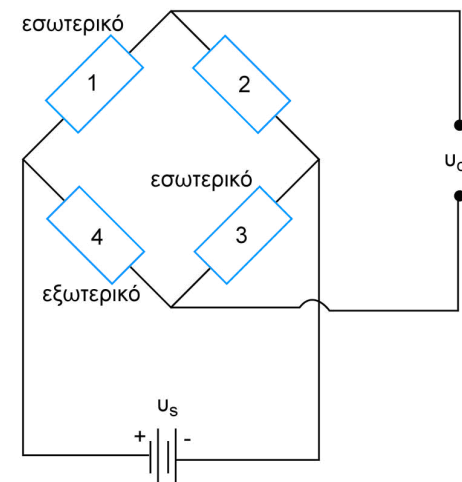
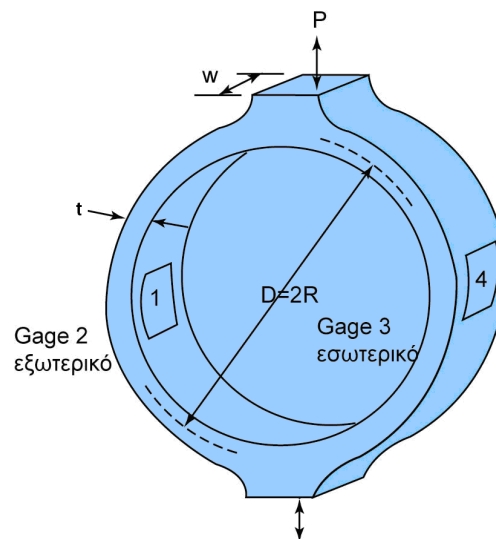
Μια δυναμοκυψέλη τύπου δοκού κάμψης (bending) χρησιμοποιείται για μέτρηση χαμηλής τάξεως φορτίων.



$$\left( \frac{V_0}{V_s} \right)_{\max} = \frac{GF \cdot S_f}{2E}$$

## Κυψέλες φορτίου τύπου δακτυλίου

Το ελαστικό μέσο μεταβάλλει την ακτίνα  $R$ , το πάχος  $t$ , ή το βάθος  $w$  του κατά την άσκηση δύναμης. Ως αισθητήρες μετρήσιμης της παραμόρφωσης του ελαστικού δακτυλίου μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε μηκυνσιόμετρα είτε διατάξεις LVDT.



$$\left( \frac{V_0}{V_s} \right)_{\max} = 1.64 \frac{SR^2 S_f}{Et}$$

## Κυψέλη φορτίου δακτυλίου με στοιχείο LVDT

Για ένα τυπικό στοιχείο LVDT, η δυναμοκυψέλη παρουσιάζει ευαισθησία της τάξης των 300 (mV/V)/mm. Εάν το στοιχείο του δακτυλίου έχει σχεδιαστεί με μέγιστη απόκλιση  $\delta_{\max} = 1.5\text{mm}$  σε μέγιστο φορτίο  $P_{\max}$ , τότε ισχύει η παρακάτω σχέση αναλογίας τάσης εξόδου ( $V_o$ ) προς τάση διέγερσης γέφυρας ( $V_s$ ) σε μέγιστο φορτίο:

$$\left( \frac{V_o}{V_s} \right)_{\max} = S \cdot \delta = 450\text{mV} / V$$

$\delta$ : η μετατόπιση του πύρινα:  $\delta = 1,79 \frac{PR^2}{Ewt^3}$ , και

$S$ : η ευαισθησία του στοιχείου LVDT.



## Κυψέλη φορτίου τύπου S

Η κυψέλη φορτίου τύπου S είναι κατάλληλη λόγω του σχήματος για εφαρμογές μέτρησης θλίψης (συμπίεση) και εφελκυσμού.



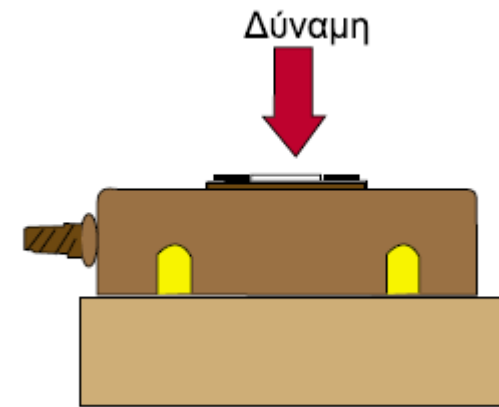
## Κυψέλη διατμητικής τάσης φορτίου

Η διατμητική τάση ισούται με το πηλίκο της διατμητικής δύναμης  $F$  προς το εμβαδό της επιφάνειας, στο επίπεδο της οποίας ενεργεί η δύναμη.



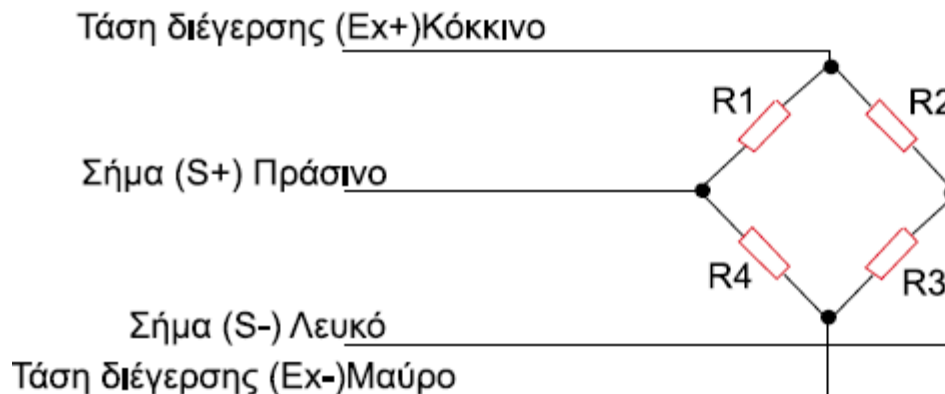
## Κυψέλη φορτίου συμπίεσης

Η κυψέλη φορτίου συμπίεσης χρησιμοποιείται σε διάφορους τύπου ζυγούς δαπέδου για τη μέτρηση βάρους.



## Συνδεσμολογία κυψέλης φορτίου

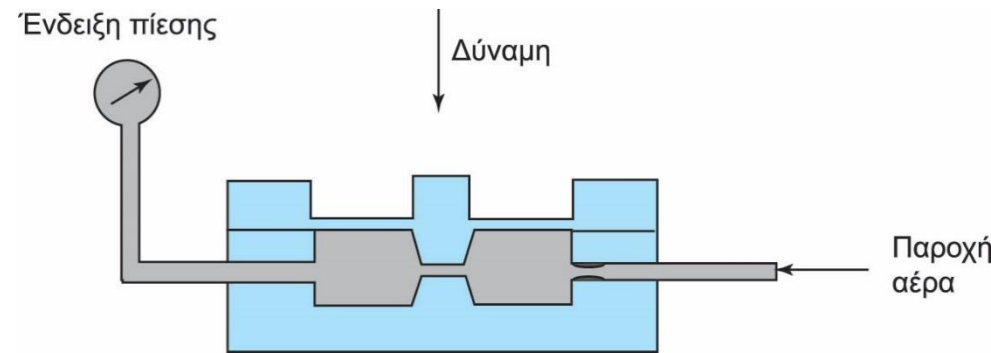
Οι αγωγοί σύνδεσης της δυναμοκυψέλης ακολουθούν έναν χρωματικό κώδικα για να είναι δυνατή η κατάλληλη σύνδεση τους με τη γέφυρα Wheatstone.





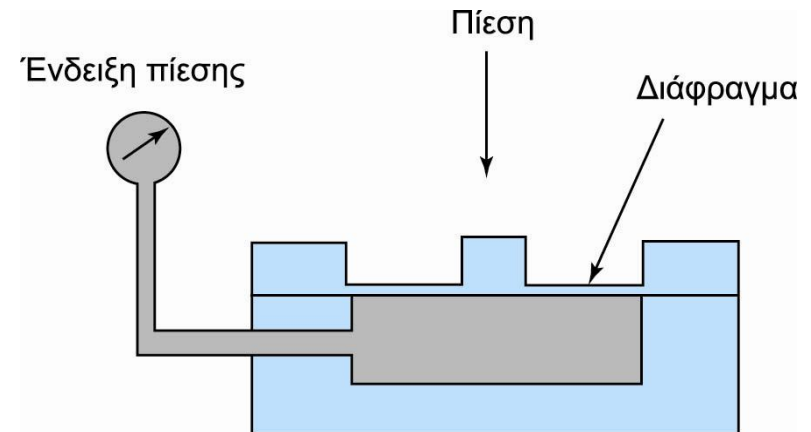
## Πνευματικά δυναμόμετρα

Τα πνευματικά δυναμόμετρα μετατρέπουν την ενέργεια της δύναμης σε μορφή πίεσης.



## Υδραυλικά δυναμόμετρα

Τα υδραυλικά δυναμόμετρα μετατρέπουν την ενέργεια της δύναμης σε μορφή πίεσης που μετρείται κατάλληλο βαθμονομημένο όργανο.



## Αισθητήρες μέτρησης δύναμης με πιεζοκρυστάλλους

Οι πιεζοηλεκτρικοί αισθητήρες είναι ειδικά σχεδιασμένοι να μετρούν μη στατικές ταλαντούμενες δυνάμεις, κρούσεις ή απότομες δυνάμεις συμπίεσης/αποσυμπίεσης.

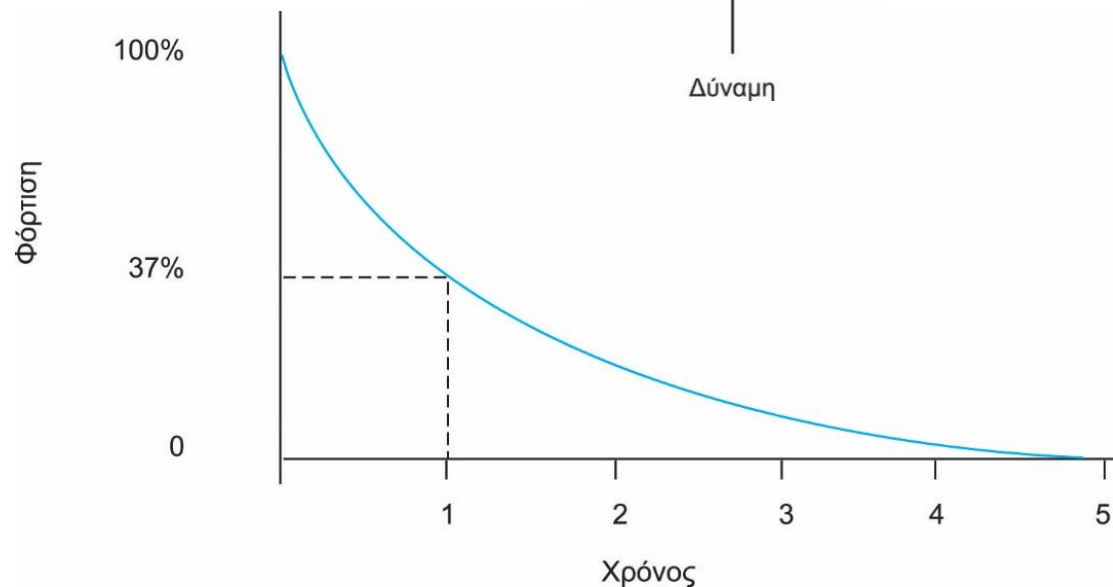
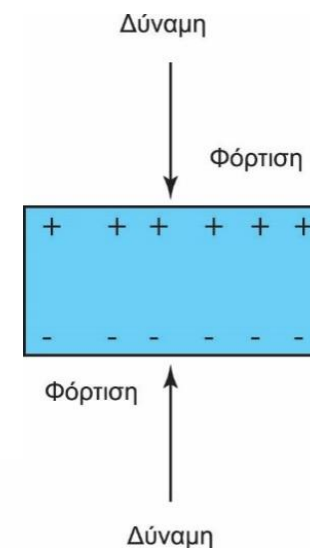
$$q = Qe^{-\frac{t}{RC}}$$

q : το στιγμιαίο φορτίο,

Q: το αρχικό φορτίο,

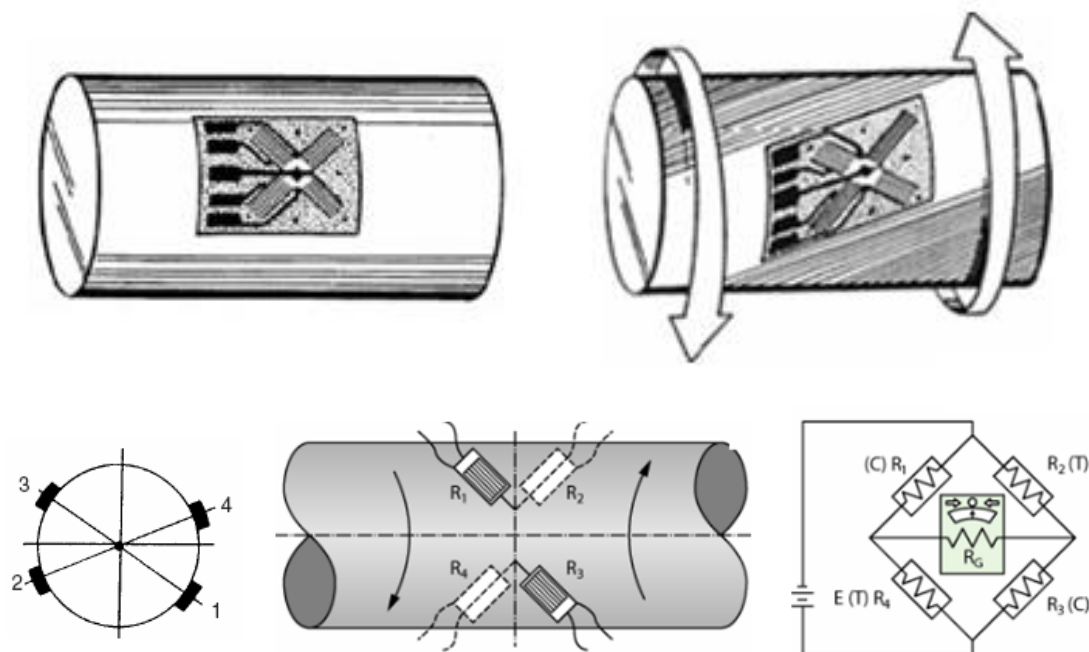
R: η αντίσταση εισόδου του ενισχυτή, και

C: η συνολική χωρητικότητα (κρυστάλλου και καλωδίων)



## Μέτρηση ροπής

Τα όργανα μέτρησης ροπής είναι διατάξεις οι οποίες μετατρέπουν την εφαρμοζόμενη ροπή ενός περιστρεφόμενου άξονα (ελαστικού υλικού) σε ηλεκτρικό σήμα.



$$T = \frac{\pi D^3 E}{16(1+\nu)S_g \nu_s} \nu_0$$

$$\nu_0 = \frac{16T}{\pi D^3} \left( \frac{1+\nu}{E} \right) S_g \nu_s$$

## Ερωτήσεις

