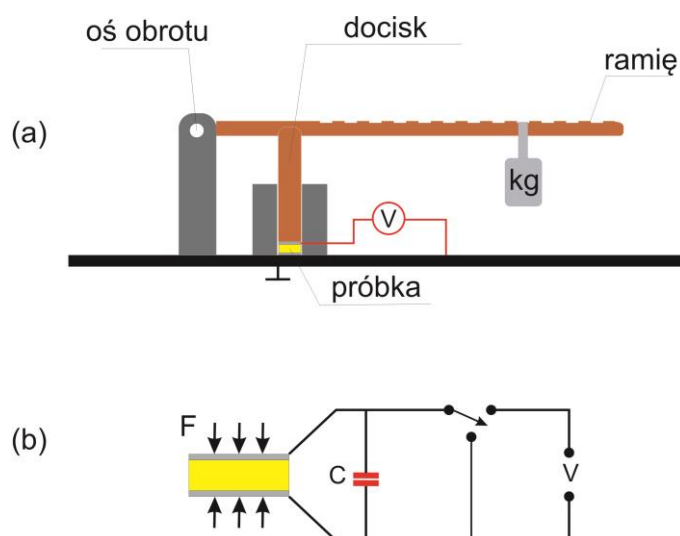


Ćwiczenie nr 2. **CZUJNIKI I PRZETWORNIKI PIEZOELEKTRYCZNE**

A. WYZNACZANIE PARAMETRÓW CZUJNIKÓW PIEZOELEKTRYCZNYCH ZA POMOCĄ PROSTEGO ZJAWISKA PIEZOELEKTRYCZNEGO

I. Zestaw przyrządów:

1. Układ do badania prostego zjawiska piezoelektrycznego metodą statyczną.
2. Odważnik.
3. Miernik uniwersalny Metex.



Rys. 1. Schemat układu do badania prostego zjawiska piezoelektrycznego metodą statyczną.

II. Przebieg pomiarów:

Pomiar zależności napięcia generowanego na pojemności elektrycznej układu pomiarowego od naprężenia przykładanego do próbki piezoelektrycznej:

1. Podłączyć miernik METEX do gniazd znajdujących się z przodu układu pomiarowego;

2. Ustawić miernik na pomiar napięć w zakresie mV;
3. Włączyć miernik i przyciskiem FUNCTION wybrać funkcję MAX (na wyświetlaczu miernika pojawi się napis MAX);
4. Zawiesić odważnik w odległości 4 cm od trzpienia przekazującego nacisk na próbkę;
5. Opuścić ramię dźwigni;
6. Przyciskiem znajdującym się na obudowie układu pomiarowego (zwierającym okładki kondensatora) rozładować kondensator;
7. Przyciskiem SET uaktywnić wybraną funkcję – na wyświetlaczu miernika pojawi się napis R-H oznaczający gotowość miernika do pomiaru;
8. Podnieść ramię dźwigni;
9. Odczytać maksymalną wartość napięcia;
10. Przyciskiem RESET wyzerować miernik (przycisk ten spełnia również funkcję SET);
11. Dla zadanej odległości r zawieszenia odważnika od osi obrotu wykonać n pomiarów powtarzając czynności opisane w punktach 3 – 10 (liczbę n podaje prowadzący);
12. Zmieniając odległość r odważnika od osi obrotu co 2 cm wykonać analogiczne pomiary napięcia dla kilku odległości 6-8;

III. Opracowanie wyników.

1. Narysować wykres zależności napięcia generowanego w układzie pomiarowym od odległości odważnika od osi obrotu $U = f(r)$.
2. Korzystając z metody regresji liniowej ($y = ax+b$) wyznaczyć moduł piezoelektryczny badanej próbki na podstawie wzoru:

$$U = \frac{d \cdot M \cdot g}{C \cdot R} \cdot r + U_0$$

- gdzie: U – napięcie odczytane z miernika,
 U_0 – napięcie otrzymane w wyniku ekstrapolacji dla $r = 0$, spowodowane generacją ładunku pod wpływem ciężaru samej dźwigni)
 d – moduł piezoelektryczny,
 M – masa odważnika,
 g – przyspieszenie ziemskie,
 C – pojemność kondensatora znajdującego się w układzie pomiarowym,
 R – odległość osi obrotu od trzpienia,
 r – odległość odważnika od osi obrotu.

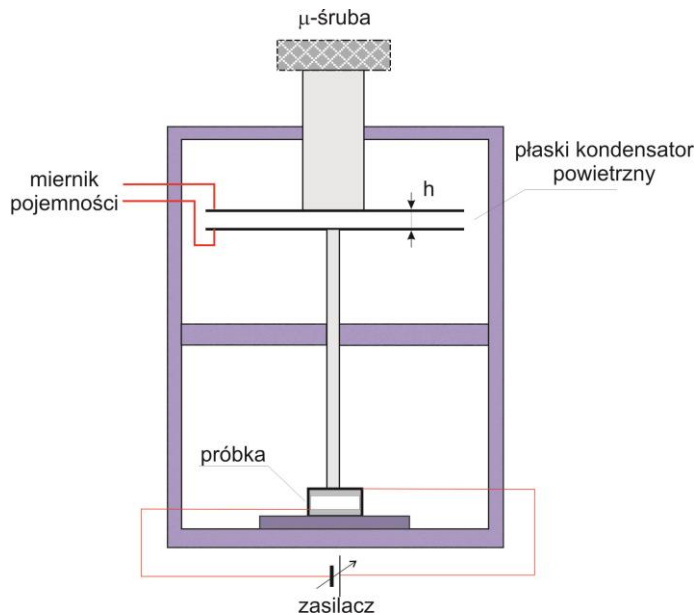
3. Obliczyć siłę nacisku odważnika na próbkę dla kilku wybranych odległości r :

$$F = \frac{M \cdot g \cdot r}{R}$$

B. WYZNACZANIE PARAMETRÓW CZUJNIKÓW PIEZOELEKTRYCZNYCH ZA POMOCĄ PROSTEGO ODWROTNEGO ZJAWISKA PIEZOELEKTRYCZNEGO

I. Zestaw przyrządów:

1. Dylatometr pojemnościowy z próbką piezoelektryczną.
2. Miernik pojemności elektrycznej.
3. Zasilacz.



Rys.2. Schemat układu pomiarowego do badania odwrotnego zjawiska piezoelektrycznego

II. Przebieg pomiarów:

1. Wyznaczenie pojemności doprowadzeń oraz pojemności rozproszonych C_d :
a) rozsuwając śrubę mikrometryczną ustawić dużą odległość pomiędzy okładkami kondensatora (zadanie to wykonać w obecności przewodzącego!). Odczytaną wartość pojemności przyjąć za C_d .

UWAGA:

Zbyt duże rozsuniecie okładek może spowodować zerwanie połączeń z okładkami kondensatora!

2. Wyznaczenie zależności deformacji próbki od napięcia przykładanego do próbki piezoelektryka:
a) podłączyć zasilacz do gniazd U układu;
b) za pomocą śruby mikrometrycznej ustawić pojemność C kondensatora powietrznego na około 180 pF (zakres miernika ustawić na 200 pF);

c) wykonać pomiary zależności pojemności C kondensatora od napięcia przykładanego do próbki w przedziale od 0 do 180 V dla obu polaryzacji „-” i „+” zmieniając napięcie co 10 V; należy pamiętać o zmianie polaryzacji z dodatniej na ujemną.

III. Opracowanie wyników.

1. Wyznaczenie pojemności doprowadzeń i pojemności rozproszonych C_d :

a) obliczyć rzeczywiste odległości h między okładkami kondensatora powietrznego:

$$h = h_0 + \Delta h$$

gdzie:

$h_0 = \frac{\varepsilon_0 \cdot S}{C_0}$ – początkowa rzeczywista odległość między okładkami kondensatora odpowiadająca położeniu x_0 na śrubie mikrometrycznej,

$\Delta h = x - x_0$ – zmiana odległości między okładkami kondensatora liczona względem położenia początkowego x_0 ,

x – odczyt ze śruby mikrometrycznej odpowiadający danej pojemności C ,

$\varepsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$ – przenikalność elektryczna próżni,

$S = \pi \cdot R^2$ – powierzchnia okładki kondensatora,

$2R = 59 \text{ mm}$ – średnica okładek kondensatora,

C_0 – początkowa pojemność kondensatora odpowiadająca położeniu x_0 śruby mikrometrycznej;

b) sporządzić wykres zależności pojemności kondensatora od odwrotności odległości między okładkami $C = f\left(\frac{1}{h}\right)$;

c) odczytać z wykresu wartość sumy pojemności doprowadzeń i rozproszonych C_d aproksymując wykres do $\frac{1}{h} = 0$.

2. Wyznaczenie zależności deformacji Δl próbki od napięcia U przyłożonego do próbki:

a) sporządzić wykres przedstawiający zależność pojemności C_{pU} kondensatora powietrznego od napięcia U ; zmierzona pojemność C jest sumą pojemności kondensatora powietrznego C_p oraz pojemności C_d :

$$C_{pU} = C - C_d;$$

b) obliczyć deformację Δl próbki piezoelektryka wywołaną przyłożonym napięciem :

$$\Delta l = \frac{\varepsilon_0 \cdot S}{C_0} - h_0$$

gdzie: C_{pU} - pojemność kondensatora dla danego napięcia;

c) sporządzić wykres przedstawiający zależność deformacji próbki od napięcia $\Delta l = f(U)$;

- d) za pomocą metody regresji liniowej wyznaczyć w pobliżu $U = 0$ moduł piezoelektryczny uwzględniając zależność $\Delta l = d \times U$ gdzie d to moduł piezoelektryczny;
- e) obliczyć niepewność bezwzględną i względną modułu piezoelektrycznego d . Grubość próbki $l = 0.26$ mm.

UWAGA: w zjawisku piezoelektrycznym podłużnym odległość między elektrodami l' jest równa grubości próbki l . Z równania opisującego zjawisko piezoelektryczne wynika, że:

$$\frac{\Delta l}{l} = d \cdot E,$$

gdzie natężenie pola elektrycznego:

$$E = \frac{U}{l'}$$

Podstawiając wyrażenie na E do równania opisującego podłużne zjawisko piezoelektryczne otrzymujemy:

$$\frac{\Delta l}{l} = d \cdot \frac{U}{l'},$$

ponieważ $l = l'$, więc $\Delta l = U \times d$.