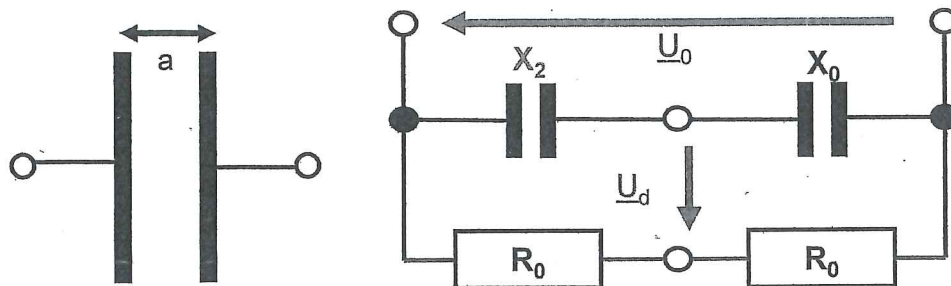


Abstandsmessung mit Viertelbrücke

Gegeben: ϵ_0 , ϵ_r , A , E , später U_d , U_0
 Gesucht: a_0 , später Δa



Ein Plattenkondensator soll als Abstandssensor in einer Wechselspannungs-Viertelbrücke betrieben werden. [Zeichnen Sie die Schaltung] Das Dielektrum ist Luft (also ist $\epsilon_r = 1$), die Plattenfläche ... cm² (Fläche A) Im Arbeitspunkt soll der Kondensator eine Empfindlichkeit von ... zeigen (Empfindlichkeit E)
 a. Wie groß muss der Plattenabstand im Arbeitspunkt sein? (gesucht wird a_0)
 b. Im Betrieb wird die Diagonalspannung ... V gemessen (U_d) bei einer Spannungsversorgung ... V (U_0)
 Wie groß ist die gemessene Abstandsänderung? (gesucht wird Δa)

ϵ_0	8,854E-12	AS/Vm	(Naturkonstante)
ϵ_r	1		
A (in cm ²)	2	cm ²	
E	-1,00E-09	Farad/m	

U_0	5	V
U_d	1,2	V

a.

Zwischenergebnis

A (in m ²)	2,00E-04	m ²
--------------------------	----------	----------------

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{a} = C(a) \quad E = \frac{dC}{da} = -\epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{a^2}$$

$$\Rightarrow a^2 = -\epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{E} \Rightarrow a_0 = \sqrt{-\epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{E}}$$

a_0	0,0013307	m
-------	-----------	---

b.


Die Diagonalspannung \underline{U}_d liegt in der Größenordnung von \underline{U}_0 , also kann man nicht von einer sehr kleinen Abstandsänderung ausgehen, also exakte Formel verwenden.

$$\underline{U}_d = \frac{\underline{U}_0}{2} \cdot \left(\frac{\Delta a}{2a_0 + \Delta a} \right) \Rightarrow \underline{U}_d \cdot (2a_0 + \Delta a) = \frac{\underline{U}_0}{2} \cdot \Delta a$$

$$\Rightarrow \underline{U}_d \cdot 2a_0 + \underline{U}_d \cdot \Delta a = \frac{\underline{U}_0}{2} \cdot \Delta a$$

$$\Rightarrow +\underline{U}_d \cdot \Delta a - \frac{\underline{U}_0}{2} \cdot \Delta a = -\underline{U}_d \cdot 2a_0$$

$$\Rightarrow \Delta a \cdot \left(\underline{U}_d - \frac{\underline{U}_0}{2} \right) = -\underline{U}_d \cdot 2a_0$$

$$\Rightarrow \Delta a = \frac{-\underline{U}_d \cdot 2a_0}{\underline{U}_d - \frac{\underline{U}_0}{2}}$$


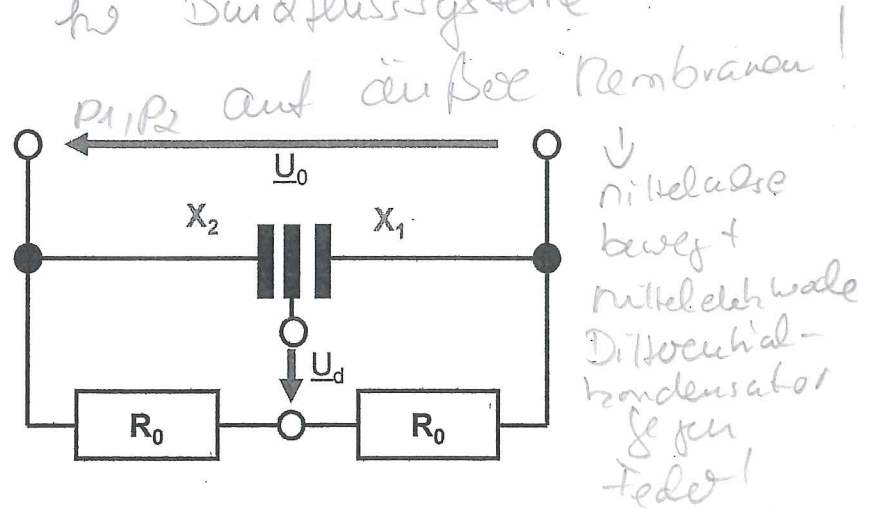
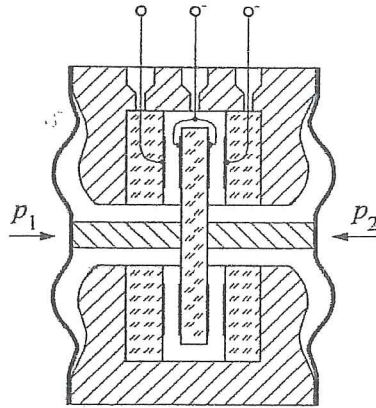
delta_a	0,0024567	m
---------	-----------	---



Differenzdrucksensor in Halbbrücke

Gegeben: A, p_1, p_2, U_0, U_d

Gesucht: k



Sie müssen einen Differenzdrucksensor entwerfen, er misst Drücke von ... bis ... gegen den Referenzdruck $p_0 = \dots$

[Skizzieren u. erklären Sie das Prinzip eines Differenzdrucksensors]

Aufgrund der räumlichen Verhältnisse steht Ihnen für den Differentialkondensator ein Bauraum von ... x ... zur Verfügung, der Plattenabstand beträgt ... m (gemeint ist a_0)

Der Sensor soll Wechselspannungs-Halbbrücke mit der Betriebsspannung $U_0 = \dots$ betrieben werden.

a. In welchem Wertebereich ist die Federkonstante (gemeint ist k) zu wählen, damit die Ausgangsspannung (gemeint ist U_d) nicht kleiner als ... wird?

$p_0 (=p_1)$	100	Pascal (P)
p_1 (max)	110	Pascal (P)
p_1 (min)	105	Pascal (P)

U_0	12	Volt
U_d	1	Volt

Breite	0,01	m	angeben in cm
Höhe	0,05	m	angeben in cm
a_0	0,001	m	angeben in mm

$$U_d = \frac{U_0}{2a_0} \cdot \Delta a \quad \Delta a = \frac{A \cdot (p_1 - p_2)}{k}$$

Zwischenergebnis:

A	0,0005	m ²
---	--------	----------------

aus
Brücke
Höhe

$$\underline{U}_d = \frac{\underline{U}_0}{2a_0} \cdot \frac{A \cdot (p_1 - p_2)}{k}$$

$$\Rightarrow k = \frac{\underline{U}_0}{2a_0} \cdot \frac{A \cdot (p_1 - p_2)}{\underline{U}_d}$$

Einsetzen:

1. p_2 als p_0

2. kleinerer Wert von p_1

Lösung: k muss kleiner sein als ...

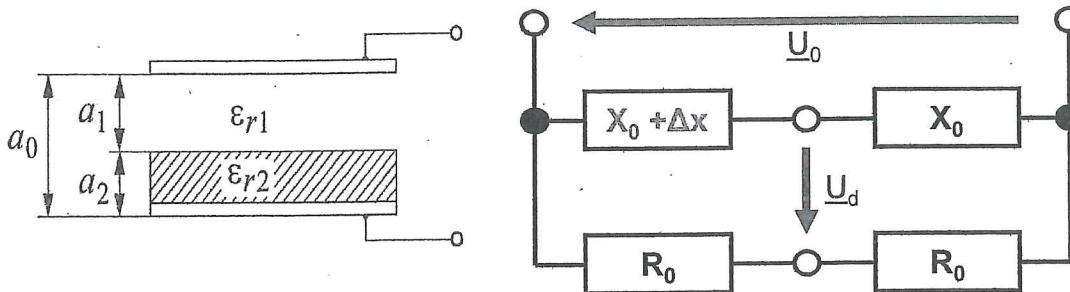
k	15	N/m
---	----	-----

Denner!

Schichtdickenmessung

Gegeben: U_0 , U_d , A , ϵ_{r2}

Gesucht: C



Bei der Produktion von Polyethylenfolie ($\epsilon_r = \dots$) wird ein Plattenkondensator der Plattenfläche ... cm² (*gemeint ist A*) zur Überwachung der Foliendicke verwendet.

Diese ist sehr viel dünner als der Plattenabstand.

Der Kondensator wird in einer Viertelbrücke mit der Versorgungsspannung ... V (*gemeint ist U_0*) betrieben.

Bei einer Foliendicke von ... mm (*gemeint ist a_2*) soll die Diagonalspannung (*gemeint ist U_d*) den Wert ... zeigen.

- a. Welche Kapazität hat der Kondensator dann mit/ohne eingeführte Folie?
(Gesucht ist also C)

ϵ_r	2,4	
A in cm ²	4000	cm ²
A in m ²	0,4	m ²
U_0	5	V
U_d	-0,005	V
a_2	0,0001	m <i>angeben in mm</i>
ϵ_0	8,85E-12	As/Vm

Weil die Foliendicke a_2 sehr viel kleiner ist als der Plattenabstand a_0 , darf man folgende Formel verwenden:

$$\underline{U_d} \approx -\frac{\underline{U_0}}{4} \cdot \frac{a_2(1 - \epsilon_{R2})}{a_0 \epsilon_{R2}} \quad a_0 = -\frac{\underline{U_0}}{4} \cdot \frac{a_2(1 - \epsilon_{R2})}{\underline{U_d} \cdot \epsilon_{R2}}$$

Zwischenergebnis:

a_0	0,014583333	m
-------	-------------	---

Ohne Folie:

$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot A}{a_0}$$

C	2,4285E-10	F
-----	------------	---

Mit Folie

$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_{r2} \cdot A}{\epsilon_{r2} \cdot a_1 + a_2} \quad a_1 = a_0 - a_2$$

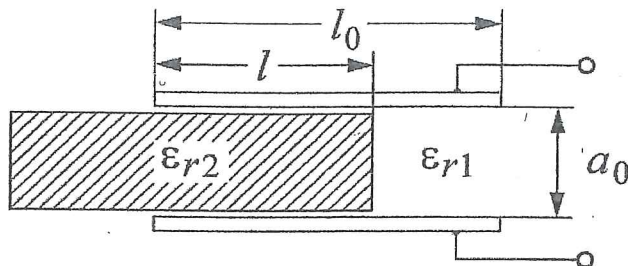
$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_{r2} \cdot A}{\epsilon_{r2} \cdot (a_0 - a_2) + a_2}$$

C	2,43828E-10	F
---	-------------	---

Eindringen eines Dielektrikums (kleine Änderungen)

Gegeben: ϵ_{r2} , b_0 , a_0 , U_0 , U_d

Gesucht: l_0 , C_0 , C



Ein Alarmgeber misst kleine (!) Eindringtiefen einer giftigen Flüssigkeit mit $\epsilon_r = \dots$ in einen Plattenkondensator mit folgenden Maßen: Breite $b_0 = \dots$

Plattenabstand = ... (*gemeint ist a_0*)

Er wird in einer Viertelbrücke verbaut mit der Versorgungsspannung U_0 ... (*gemeint ist U_0*)

Bei einer Eindringtiefe von ... mm (*gemeint ist l*) soll die Diagonalspannung (*gemeint ist U_d*) der Brücke den Wert ... haben.

a. Wie lang muss der Kondensator sein? (*gesucht ist l_0*)

b. Wie groß ist dann die Kapazität des Kondensators ohne und mit eindringender Flüssigkeit?
(*gesucht sind C_0 und C*)

$\epsilon_r (= \epsilon_{r2})$	1,4	
b_0	0,05	m
a_0	0,0005	m

angeben in cm

angeben mm

U_0	2	Volt
U_d	-0,005	Volt
l	0,002	m

angeben in mV

a.

Kapazitäts-Viertelbrücke mit kleinen Änderungen (siehe Kapitel "LC-Messung");

$$U_d \approx -\frac{U_0}{4} \cdot \frac{\Delta C}{C_0}$$

$$\frac{\Delta C}{C_0} = \frac{l(\epsilon_{r2} - 1)}{l_0} \Rightarrow U_d \approx -\frac{U_0}{4} \cdot \frac{l(\epsilon_{r2} - 1)}{l_0}$$

$$\Rightarrow l_0 = -\frac{U_0}{4} \cdot \frac{l(\epsilon_{r2} - 1)}{U_d}$$

l_0	0,08	m
-------	------	---

$\rightarrow 0,8 \text{ mm}$

b.

$$C_0 = \epsilon_0 \cdot \frac{l_0 b_0}{a_0}$$

epsilon_0	8,85E-12	As/Vm	Naturkonstante
-----------	----------	-------	----------------

C_0	7,08E-11	Farad
-----	----------	-------

$$\Delta C = \epsilon_0 \cdot \frac{b_0 \cdot l(\epsilon_{r2} - 1)}{a_0}$$

Zwischenergebnis:

delta_C	7,0832E-13	Farad
---------	------------	-------

$$C = C_0 + \Delta C$$

C	7,15E-11	Farad
---	----------	-------

