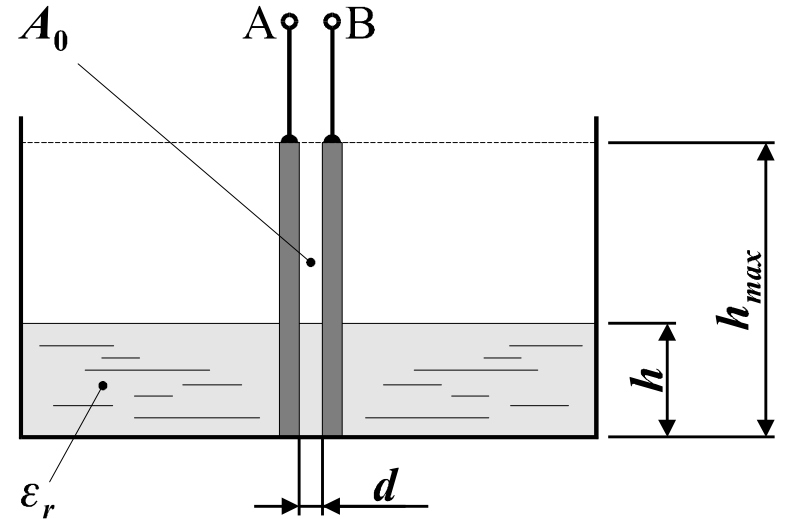


8.4.2 Kapazitiver Sensor zur Füllstandsmessung

Gegeben

ist ein Öltank, dessen Füllstand h mit einer kapazitiven Sensoranordnung gemessen werden soll ($0 < h \leq h_{max}$). Das Öl ist ein Dielektrikum mit der Permittivitätszahl (relative Dielektrizitätskonstante) $\epsilon_r = 2,1$. Im Tank sind zwei parallele Kondensatorplatten angeordnet. Ihr Abstand beträgt $d = 1,5$ mm. $A_0 = 480$ cm² ist die Fläche der sich gegenüberstehenden Platten.



Gesucht

- (a) Die Kapazität C_{AB0} des leeren Öltanks.
 (b) Die Kapazität C_{ABmax} des vollen Öltanks.
 (c) Die Kapazität $C_{AB}(h)$ als Funktion des Füllstands h .

- (d) Die normierte Kapazität $\frac{C_{AB}}{C_{ABmax}} = f\left(\frac{h}{h_{max}}\right)$ als Funktion des normierten Füllstands h/h_{max} .

Lösung

(a) Kapazität in Luft: $C_{AB0} = \epsilon_0 \frac{A_0}{d} = 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}} \cdot \frac{0,048 \text{ m}^2}{1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}} = 0,283 \cdot 10^{-9} \frac{\text{As}}{\text{V}}$ $C_{AB0} = 283 \text{ pF}$

(b) Kapazität in Öl: $C_{ABmax} = \epsilon_r \cdot \underbrace{\epsilon_0 \frac{A_0}{d}}_{C_{AB0}} = \epsilon_r \cdot C_{AB0}$ $C_{ABmax} = 595 \text{ pF}$

(c) Kapazität C_{AB} als Funktion des Füllstands h :

• Gesamt: $C_{AB}(h) = C_1(h) + C_2(h)$

• in Öl: $C_1(h) = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{b \cdot h}{d}$ $C_{ABmax} = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{b \cdot h_{max}}{d}$

• in Luft: $C_2(h) = \epsilon_0 \frac{b \cdot (h_{max} - h)}{d}$

$$C_{AB}(h) = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{b \cdot h}{d} + \epsilon_0 \frac{b \cdot (h_{max} - h)}{d}$$

$$C_{AB}(h) = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{b \cdot h_{max}}{d} \left(\frac{h}{h_{max}} + \frac{1 - h/h_{max}}{\epsilon_r} \right)$$

(d) $\frac{C_{AB}(h)}{C_{ABmax}} = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{b \cdot h_{max}}{d} \left(\frac{h}{h_{max}} + \frac{1 - h/h_{max}}{\epsilon_r} \right) / \left(\epsilon_r \epsilon_0 \frac{b \cdot h_{max}}{d} \right)$

$$\frac{C_{AB}(h)}{C_{ABmax}} = \left(1 - \frac{1}{\epsilon_r} \right) \cdot \frac{h}{h_{max}} + \frac{1}{\epsilon_r} \quad (\text{unabh. von } \epsilon_0, d, A_0)$$

