

Meranie hladiny

Cieľom tohoto cvičenia je porozumieť rôznym princípom merania hladiny, spoznať ich výhody i nevýhody a prakticky overiť vlastnosti kapacitného a hydrostatického snímača hladiny.

Úvod

Kapacitný snímač hladiny

Kapacitné snímače sa dajú použiť na meranie výšky hladiny väčšiny kvapalín, tekutých kovov (pri vysokých teplotách), práškových a granulovaných materiálov. Vhodná konštrukcia umožňuje ich nasadenie aj pre meranie korozívnych látok (kyseliny) i v procesoch s vysokým tlakom.

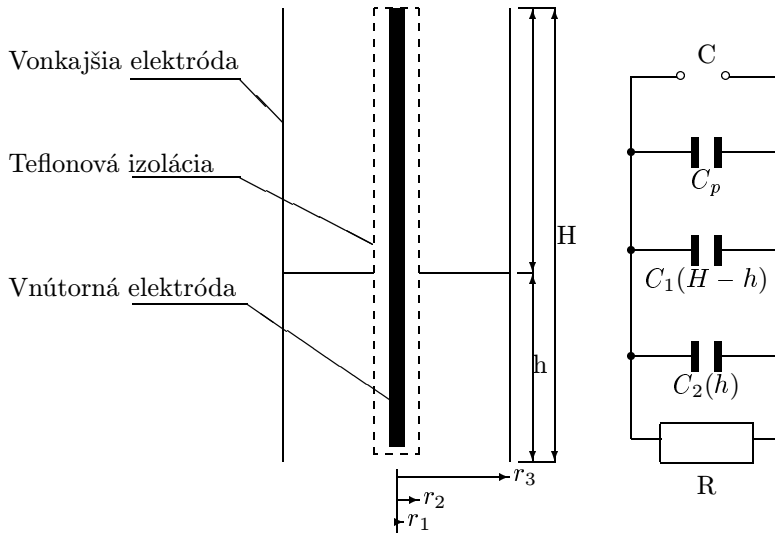
Na snímanie hladiny sa využíva zmena kapacity valcovej sondy (viď. obr.11) pri jej ponorení do kvapaliny. Elektródy sondy tvoria dva koncentrické valcové vodiče. Kapacita je určená dĺžkou, priemerom elektród a dielektrickou konštantou materiálov medzi elektródami. Pre meranie vodivých kvapalín (napr. voda, $\rho = 10^3 - 10^6 \Omega\text{m}^{-1}$) musia byť elektródy izolované.

Meranie kapacity môže byť realizované mnohými spôsobmi. Kapacita sondy na cvičení je súčasťou monostabilného klopného obvodu (NE 555). Zmena kapacity sa prejaví ako zmena šírky výstupného impulzu. Výsledný šírko modulovaný signál (PWM) sa filtruje a prevádza na unifikovaný signál 0 – 10 V.

Kapacita sondy

Pri pohľade na konštrukciu sondy (viď. obr.11) ju môžeme rozdeliť na dve časti: spodná časť je zaplnená vodou, vrchná je prázdna. Kapacita oboch častí je rozdielna. V spodnej časti predstavuje vodivá kvapalina skrat pre kapacitu medzi izoláciou a vonkajším plášťom, preto bude určená len teflonovým dielektrikom:

$$C_2 = \frac{2\pi\varepsilon_0\varepsilon_T h}{\ln r_2 - \ln r_1} \quad (1)$$



Obr. 11: Konštrukcia sondy.

Vrchná časť, bez vody, je tvorená kapacitou s teflonovým dielektrikom v sérii s kapacitou so vzduchovým dielektrikom, preto bude výsledná kapacita:

$$C_1 = \frac{2\pi\varepsilon_0(H-h)}{(1/\varepsilon_T)\ln(r_2/r_1) + (1/\varepsilon_A)\ln(r_3/r_2)} \quad (2)$$

Výslednú kapacitu sondy určíme ako paralelnú kombináciu kapacít C_1 , C_2 a C_p :

$$C(h) = C_1(h) + C_2(h) + C_p \quad (3)$$

kde C_p predstavuje parazitnú kapacitu prívodov.

Postup

1. Prepnete ovládanie čerpadla do ručného režimu a ručne nastavujte výšku hladiny v nádržke.
2. Pre každú hodnotu zaznamenajte výstupné napätie.
3. Meranie zopakujte raz pre rastúce a raz pre klesajúce hodnoty.

Úlohy

1. Zmerajte a nakreslite prevodovú charakteristiku kapacitného snímača hladiny.
2. Vyhodnoťte nelinearitu a hysterézu snímača.
3. Vypočítajte kapacitu snímača pre výšku hladiny 0, 150 a 300 mm. Potrebné rozmery si zmerajte.

Výpočet: Pri výpočte použte nasledovné hodnoty:

$$\begin{array}{ll} H = \dots\text{mm} & \varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m} \\ r_1 = 0,80\text{mm} & \varepsilon_T = 2 \quad \text{Teflon} \\ r_2 = 0,82\text{mm} & \varepsilon_A = 1 \quad \text{Vzduch} \\ r_3 = \dots\text{mm} & C_p = 40 \quad \text{pF} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} C(0) = \dots\dots\dots \text{pF} \\ C(150) = \dots\dots\dots \text{pF} \\ C(300) = \dots\dots\dots \text{pF} \end{array}$$

Hydrostatický snímač hladiny BHV 5355

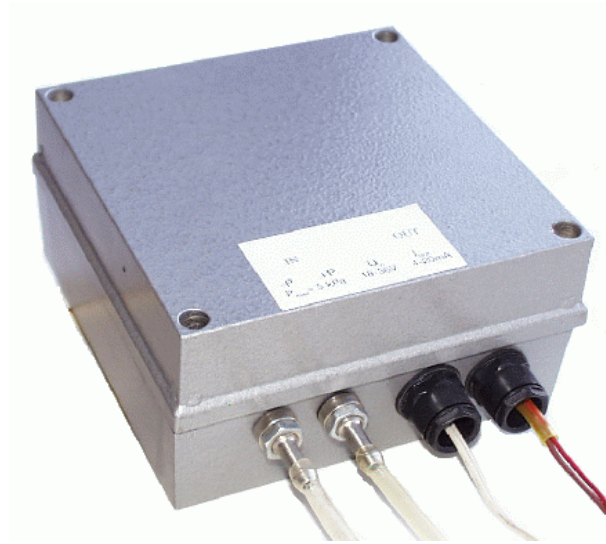
Popis a princíp činnosti

Snímač je určený na snímanie pretlaku, podtlaku a tlakovej diferencie plynov a kvapalín. Tlak spôsobuje priehyb ocelevej membrány, ktorý je snímaný indukčným meracím systémom s dvojicou cievok v polmstovom zapojení.

Takýto snímač môžeme použiť aj na meranie výšky hladiny na základe merania hydrostatického tlaku na dno nádoby. Tlak na dne nádrže (viď. obr.12) naplnenej do výšky h [m] kvapalinou so špecifickou hmotnosťou ρ je

$$p = h \cdot \rho \cdot g \quad [\text{Pa}], \quad (4)$$

kde g je miestne gravitačné zrýchlenie ($g = 9.81 \text{ [m}\cdot\text{s}^{-2}]$). Pre vodu je $\rho = 1000 \text{ [kg}\cdot\text{m}^{-3}]$.



Technické parametre:

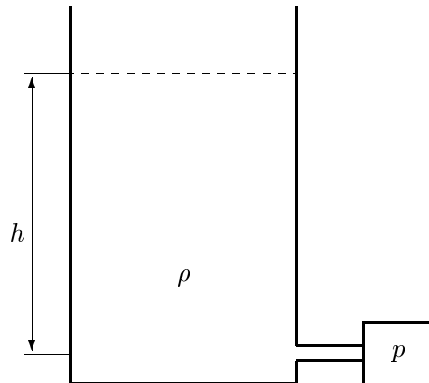
Rozsah	0 – 5 kPa
Nelinearita	–0,22%
Výstup	4 – 20 mA
Napájanie	18 – 36 V

Postup

Postupujte rovnako ako pri meraní kapacitným snímačom hladiny.

Úlohy

1. Zmerajte a nakreslite prevodovú charakteristiku hydrostatického snímača hladiny.
2. Vyhodnoťte nelinearitu a hysterézu snímača.
3. Vypočítajte hodnotu zmeraného tlaku (z prúdu) a teoretickú hodnotu z rovnice (4). Hodnoty porovnajte graficky (zakreslite teoretické hodnoty do prevodovej charakteristiky).



Obr. 12: Hydrostatický snímač hladiny.