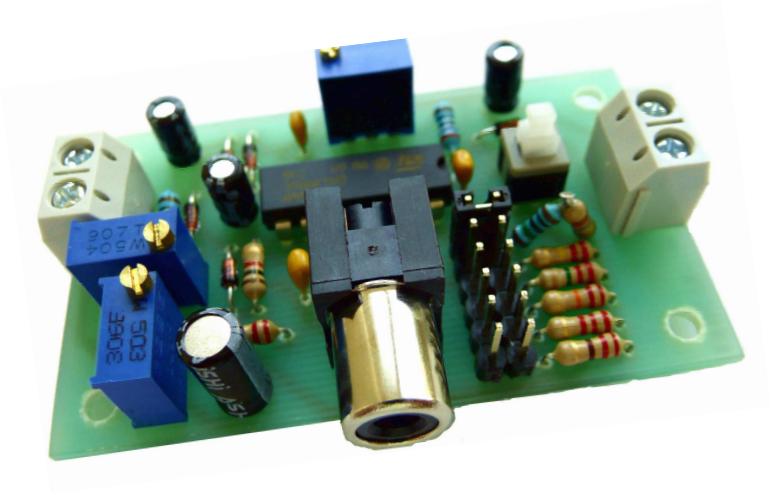
EPSICOM

Ready Prototyping

Colecția Senzori

EP 0098



Cuprins

Introducere

1. Funcționare 2
2. Schema 2
3. PCB 2
4. Lista de componente 3
5. Constructia electrozilor 3
6. Tutorial
Senzori capacitivi de nivel 4 - 7

FUEL GAS LEVEL
CAPACITANCE TYPE LIQUID LEVEL

- Avantaj Pret/Calitate
- Livrare rapida
- Design Industrial
- Proiecte Modificabile
- Adaptabile cu alte module
- Module usor de asamblat
- Idei Interesante

Idei pentru afaceri

Hobby & Proiecte Educationale

www.epsicom.com/kits.php
a division of **EPSICO Manufacturing**

Caracteristici:

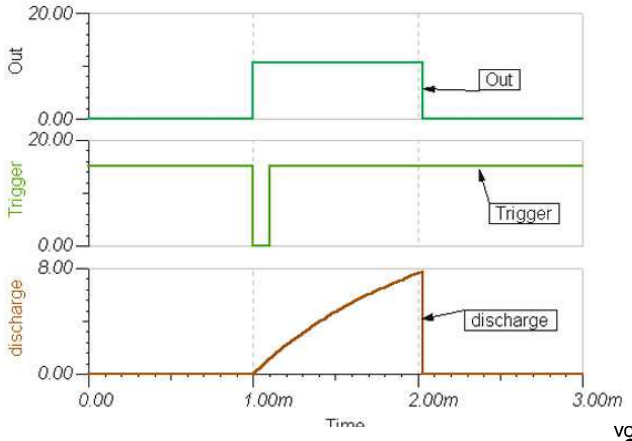
- Tensiune de alimentare: +9V (2 baterii de 9V);
- Curent de alimentare: 10mA;
- Cuplare directă la voltmetrul digital.

Aplicații:

• Măsurarea nivelului unui lichid dintr-un rezervor.

Funcționare

Se utilizează un circuit NE556 ce conține două circuite timer de tip NE555. Primul circuit, în conexiune de astabil, generează impulsuri către intrarea Trig a celui de-al doilea timer în conexiune de monostabil. Senzorul capacitiv realizat din două plăci metalice identice, montate rigid la o distanța de cca.10mm una fața de cealaltă, îl vom nota cu Cx și îl vom cupla la bornele J3. Odată declanșat monostabilul, ieșirea trece în Umax, capacitatea Cx se descarcă și începe ciclul de încărcare prin una din rezistențele R4-R9. La atingerea pragului de tensiune citit de intrarea THRES, ieșirea DSCHG trece în 0V și descarcă capacitatea Cx, ieșirea trece in 0V și asteaptă un nou impuls de declanșare de la primul circuit, astabil.



Durata impulsului de ieșire este proporțională cu valoarea capacității Cx

$$T=1.1 \times R \times C_X$$

Semnalul de ieșire este integrat în continuare pe capacitatea C5 prin R2-R3.

Pentru compensarea capacității rezidente a senzorului pentru nivel 0 de lichid se generează o tensiune negativă cu circuitul format din C3, D3, D2 și C7 iar cu SR3 vom regla punctul de 0 V la ieșire pentru nivel 0 la intrare.

Metoda de calibrare:

- Se introduce senzorul în recipientul cu lichid, plin 100%
- Se alimentează circuitul;
- Se reglează SR1 astfel încât impulsurile trigger să nu depasească perioada T1 de încărcare a capacității Cx prin una din rezitențele R4-R9 selectabile prin jumper. Selecția acestora se face funcție de suprafața capacității Cx și volumul recipientului cu lichid.
- Se scoate senzorul din recipient se reglează SR3 pentru valoarea 0 (referință) la ieșire.
- Se reintroduce senzorul în vas și se reglează SR2 pentru valoarea maximă dorită (ex. 40L, ...) sau procentual 100%.

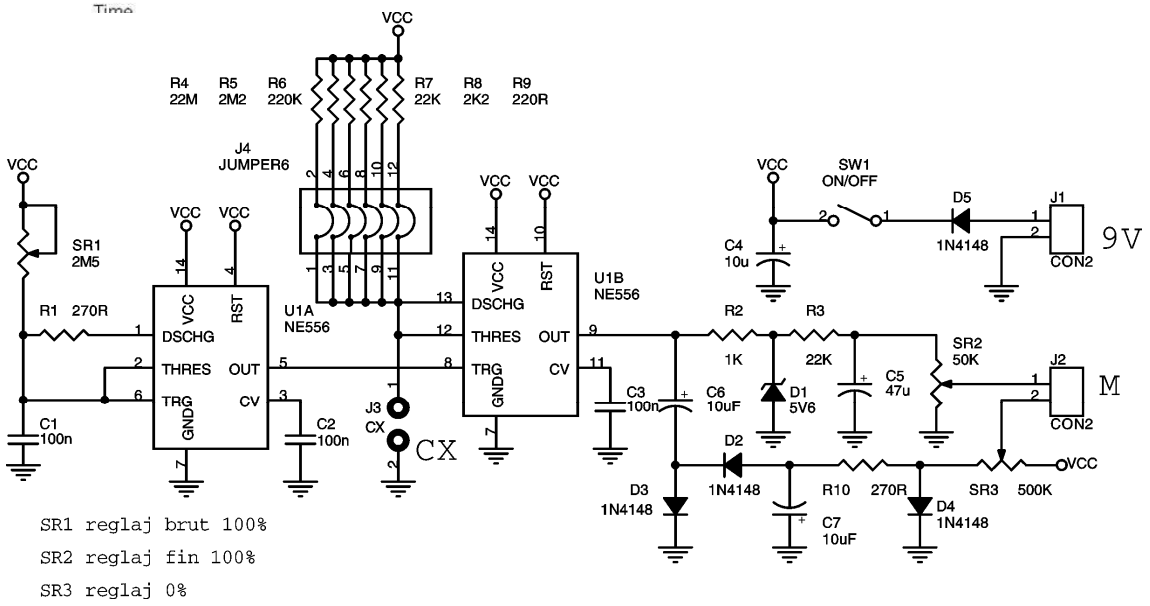
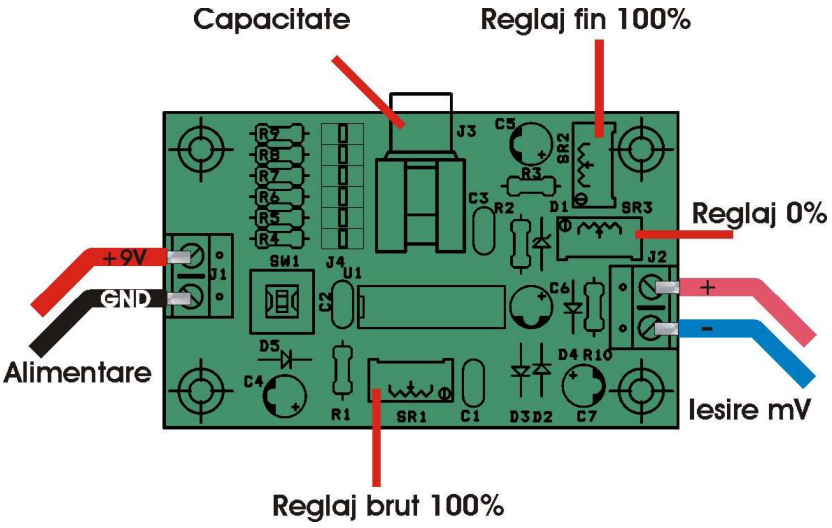


Fig.1 Schema electrică

Lista de componente

Nr.Crt.	Componenta	Denumire	Valoare	Cant
1	C1,C2,C3	Condensator NP	100nF	3
2	C4	Condensator POL	10µF	1
3	C5	Condensator POL	47µF	1
4	C7,C6	Condensator POL	10uF	2
5	D1	Diodă Zenner	5V6	1
6	D2,D3,D4,D5	Diodă	1N4148	4
7	J1,J2	Conector	CON2	2
8	J3	Conector	CX	1
9	J4	Conector	JUMPER6	1
10	R1	Rezistență	290Ω	1
11	R2	Rezistență	1KΩ	1
12	R3,R7	Rezistență	22KΩ	2
13	R4	Rezistență	22MΩ	1
14	R5	Rezistență	2,2MΩ	1
15	R6	Rezistență	220KΩ	1
16	R8	Rezistență	2,2KΩ	1
17	R9	Rezistență	220Ω	1
18	R10	Rezistență	270Ω	1
19	SR1	Multitură	2,5MΩ	1
20	SR2	Multitură	25KΩ	1
21	SR3	Multitură	500KΩ	1
22	SW1	Comutator	ON/OFF	1
23	U1	C.I.	NE556	1



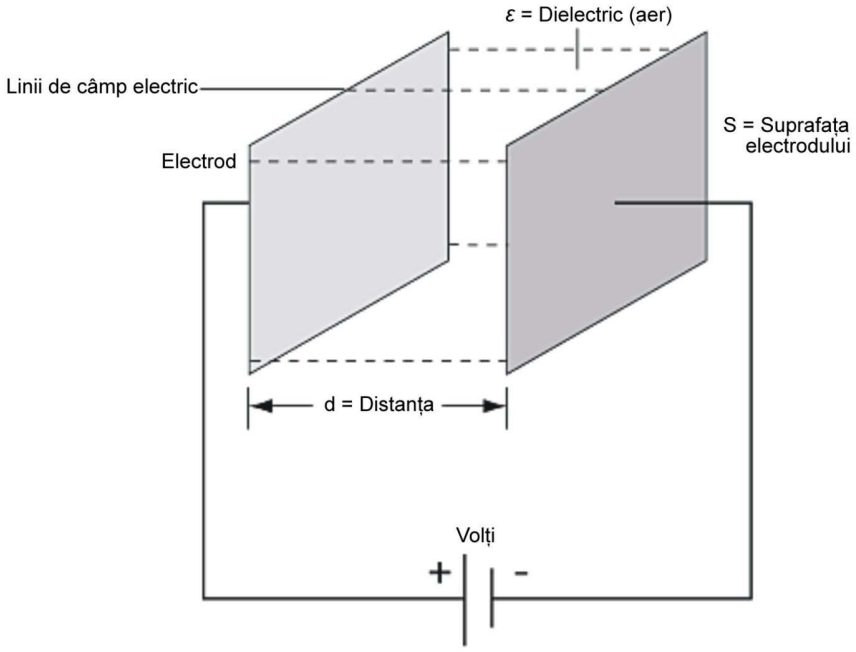
Amplasarea componentelor

Acest produs se livrează în varianta asamblată sau în varianta circuit imprimat + componente în scopuri educaționale și va fi însoțit de documentația completă de asamblare pe CD.

Măsurarea nivelului lichidelor

Cum funcționează senzorii de nivel?
Traductoarele de nivel pot fi rezistive, inductive sau capacitive, după tipul elementului sensibil folosit.
Dacă traductorul rezistiv are ca element sensibil un potenţiometru acţionat de un plutitor printr-un sistem pârghie, traductorul capacitiv foloseşte ca element sensibil un condensator care îşi modifică capacitatea datorită variaţiei permitivitaţii.

Pentru a explica funcţionarea senzorul capacitiv de nivel, trebuie să înțelegem mai întâi noţiunea de condensator.
Un condensator electric este format din doi electrozi, izolați galvanic între ei. Electrozii se trebuie să fie realizați din material conductibil și sunt, de obicei, realizați din metal. Pot avea orice formă, cu toate că două plăci, armături paralele, sunt mai ușor de realizat și măsurat.
Condensatoarele au capacitatea de a stoca energie în câmpul electric dintre electrozi atunci când o tensiune sau "potențial" este aplicat circuitului. Proprietatea de capacitate se referă cantitatea de energie stocată la tensiunea sau potențialul aplicat.



$$C = \frac{\varepsilon_0 \cdot S}{d}$$

C = Capacitatea (Farad)
ε = Constantă dielectrică (o funcție a dielectricului dintre armături)
S = Suprafaţa plăcii (m²)
d = Distanţa dintre electrozi (m)

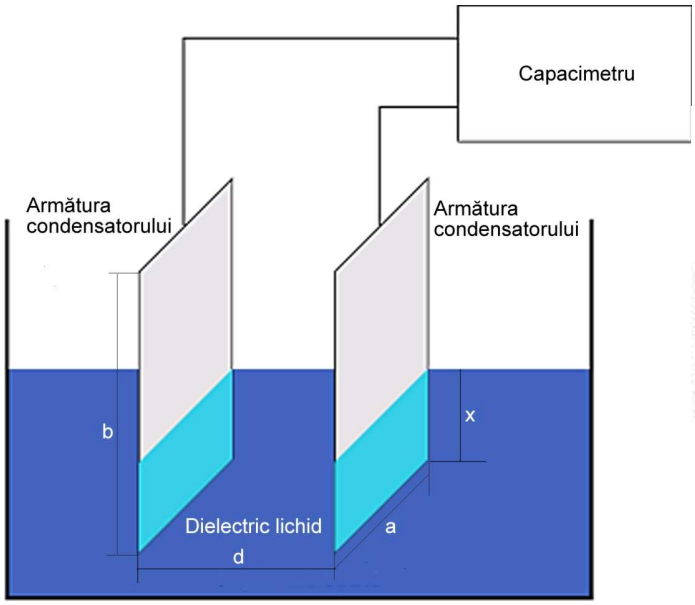
Prin urmare, capacitatea este mai mare:
- Cu cât este mai mare suprafaţa plăcilor,
- Cu cât sunt mai apropiate plăcile,
- Cu cât este mai mare constanta dielectrică.

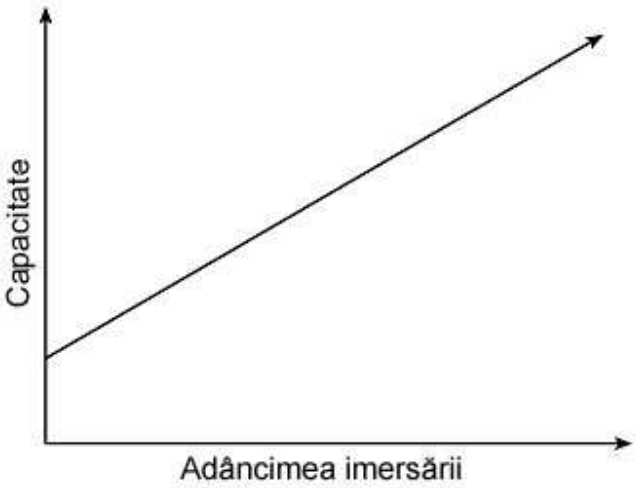
Prin urmare, dacă S, d sau ε se modifică, atunci capacitatea se va modifica.

Senzorul capacitiv de nivel al unui lichid
Prin plasarea unui material neconductor între electrozi, capacitatea condensatorului de a stoca energie crește și îi crește astfel capacitatea. Materialul dintre electrozi este denumit "dielectric".
Proprietatea principală a materialelor dielectrice este capacitatea de stocare a sarcinilor electrice.

Pentru a măsura variațiile de capacitate, masurăm energia electrică care curge în și din electrozi ca tensiune sau variație de potențialul. Acest flux de energie este creat prin conectarea electrozilor la un circuit de măsură de curent alternativ. Cu este mare capacitatea cu atât este mai mare fluxul de energie între electrozi, ceea ce înseamnă un dielectric mai mare între electrozi.

Un condensator poate fi construit prin scufundarea a două plăci conductoare paralele într-un lichid dielectric Dacă măsurăm capacitatea este scufundând treptat placile în lichid, se va observa că se modifică capacitatea proporțional cu adâncimea de care plăcile sunt scufundate în lichidul dielectric.





Structura condensatorului folosit ca senzor de nivel **Variația capacității cu adâncimea imersiei în lichid**

Pentru un condensator plan paralel, capacitatea se calculează cu formula:

$$C = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot S}{d} = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot a \cdot b}{d} \qquad (1)$$

Structura senzorului capacitiv în care pe o anumita înalţime x dielectricul este un lichid.
La umplerea recipientului cu lichid se formează două capacităţi legate în paralel C_{aer} și C_{lichid}. Ambele îşi modifică valoarea cu creşterea nivelului lichidului. Capacitatea totala C_X la o înălţime x a lichidului va fi:

$$C_x = C_a + C_l = \frac{\varepsilon_0 \cdot a \cdot (b - x)}{d} + \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot a \cdot x}{d} \qquad (2)$$

Din această relație se poate determina x măsurând capacitatea C_X.

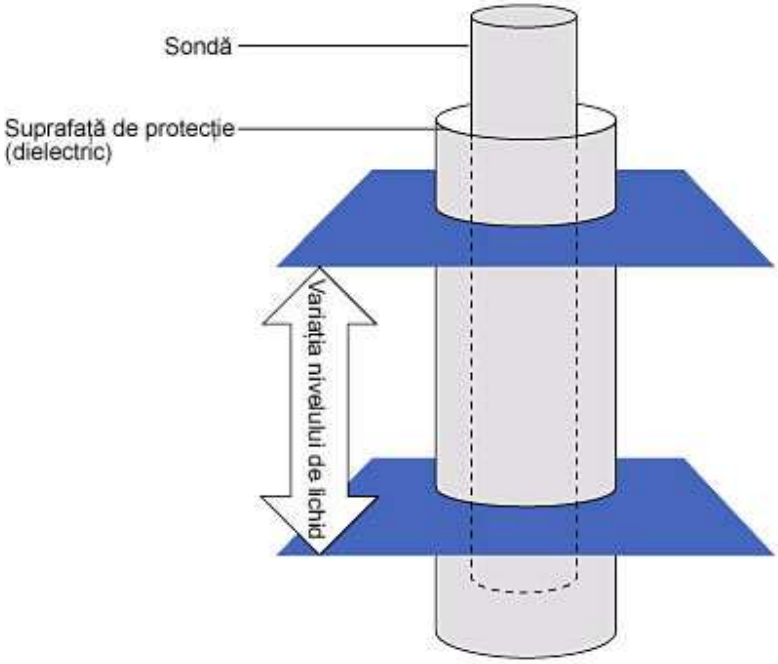
$$x = \frac{d \cdot C_x - \varepsilon_0 \cdot a \cdot b}{\varepsilon_0 \cdot (\varepsilon_r - 1) \cdot a}$$

$$x = \frac{d}{\varepsilon_0 \cdot (\varepsilon_r - 1) \cdot a} \cdot C_x - \frac{b}{\varepsilon_r - 1}$$

Capacitatea unui condensator imersat într-un lichid

Capacitatea crește pe măsură ce plăcile sunt scufundate mai mult în lichid.
Constanta dielectrică a materialului este cel mai important parametru al acestui tip de de măsurare iar acest lucru trebuie luat în considerare. Cu cât dielectricul lichidului este mai mare cu atât mai ușor şi precis se determina nivelul.

Situația este oarecum diferită în cazul plăcilor imersate într-un lichid conductibil, cum ar fi apa dintr-un cazan, unde lichidul nu mai acționează ca dielectric, ci mai degrabă ca o prelungire a plăcilor.

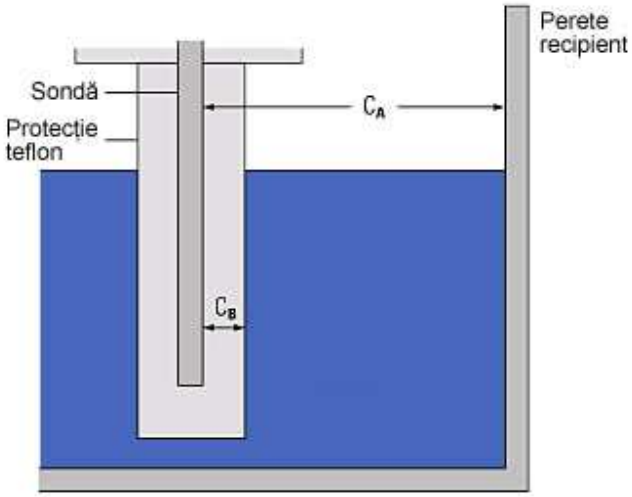


Sonda capacitivă în lichid

Sonda capacitivă de nivel constă dintr-o placă conductoare, formă cilindrică acoperită de un material dielectric adecvat, de obicei, teflon, care acționează ca o armătură a condensatorului, strat de protecție ce elimină fenomenul apariției fenomenului de electroliză atunci când apare un componenta de curent continuu peste senzorul capacitiv. A doua placă a condensatorului este formată de peretele recipientului împreună cu lichidul conținut în recipient astfel că prin schimbarea nivelului apei în zona celei de a doua plăci, prin modificarea valorii capacității, se schimbă capacitatea globală a sistemului. Prin urmare, capacitatea totală a sistemului are două componente, datorate dielectricului:

C_A capacitatea de deasupra suprafeței lichidului - capacitatea apare între peretele recipientului și sondă.

C_B capacitate sub suprafața lichidului - capacitate apare între suprafața lichidului în contact cu sonda și numai suprafața dielectricului din teflon.



Deoarece distanța dintre cele două plăci (armături) ale capacității de deasupra suprafeței lichidului (peretele recipientului metalic și sondă) este mare, valoarea capacității C_A este mică. Invers, distanța dintre armături sub suprafața lichidului (ce a sondei și a lichidului în sine) este mică și, prin urmare, capacitatea C_B va fi mai mare în comparație cu C_A . Rezulă că orice creștere a nivelului de lichid va determina o creștere în capacității.

- Sensibilitatea sistemului de măsurare poate crește prin suprafața mai mare a sondei și prin scăderea distanței între plăci. Mai mult decât atât, este important ca întreaga sondă să fie acoperită cu o peliculă de protecţie . Lungimea de inserție tipică este de 2-40 cm.

- Materiale umede și lipicioase provoacă aderă permanent și și poate introduce erori în măsurători. Pe măsură ce nivelul lichidului scade, sonda rămâne umedă, oferind o cale conductoare între sondă și peretele vasului. Cu cât nivelul scade mai repede , cu atât va fi mai mare eroarea de citire a nivelului.
materialele care conductive (apă și lichide pe bază de apă) pot provoca un scurtcircuit între sondă și peretele vasului. Se recomandă să utilizarea Teflonului ca izolator pe sonda, când constanta dielectrică a lichidului este ridicată.
sonda nu trebuie să fie în contact cu peretele vasului sau cu orice alt element structural al vasului.

Pentru calibrarea senzorului de nivel trebuie să se facă măsurători de referință la nivel recipient gol și plin. Este necesar să se cunoască valoarea constantei dielectricului lichidului măsurat, pentru a permite calibrarea senzorului la nivelul "plin". Variațiile dielectricului cauzate de schimbările de temperatură pot fi gestionate cu ajutorul valorilor de compensare stocate în memoria procesorului, tabele cu valori de liniarizare/compensare.

Senzorul capacitiv de nivel, non-intruziv

Un detector de non-intruziv pentru măsurarea nivelului lichidului conține un *senzor capacitiv de nivel lichid* montat pe suprafața exterioară a unui recipient astfel încât prin masurarea valorii sale se poate detecta nivelul de lichid conținut în recipient. Ansamblul senzor este dispus într-o poziție fixă pe peretele exterior al recipientului prin care dielectricul lichidului modifică capacitatea efectivă a condensatorului de detectare a nivelului în recipientul realizat din material izolant, neconductor (material plastic, sticlă, rașini, ...). Într-o altă variantă de realizare, detectorul de nivel al lichidului este montat pe fereastră izolatoare, parte integrantă a unui recipient fabricat dintr-un material conductor.

Bibliografie

1. http://www.best-microcontroller-projects.com/capacitive-liquid-level-sensor.html
2. http://www.spiraxsarco.com/resources/steam-engineering-tutorials/the-boiler-house/methods-of-detecting-water-level-in-steam-boilers.asp