

SENZOR VODIVOSTI BT27i



Obrázok 1: Senzor vodivosti

Krátky opis

CMA Senzor vodivosti BT27i sa používa na meranie vodivosti roztoku. Má tri rozsahy merania, ktoré sa dajú zvoliť použitím spínača na bočnej strane škatule senzoru:

- 0 až 200 μS
- 0 až 2000 μS
- 0 až 20000 μS

Senzor vodivosti sa skladá zo zosilňovača a elektródy pre meranie vodivosti, ktorá je jednoduchého ABS 2-bunkového grafitového typu. Môže sa použiť na meranie slanosti a zmien vo vodivosti vo vzorkách vody. Aj keď nedokáže konkrétne identifikovať prítomné ióny, môže sa použiť na stanovenie celkovej koncentrácie iónov vo vzorke.

Senzor vodivosti sa môže pripojiť priamo k analógovému BT vstupu CMA rozhrania €Lab, CoachLab II/II⁺ a VinciLab. Senzorový kábel BT - IEEE1394, ktorý je potrebný pre pripojenie konektora k rozhraniu nie je súčasťou balenia Senzora vodivosti a musí

byť zakúpený samostatne (CMA Article BTsc_1).

Rozpoznanie senzora

Senzor vodivosti obsahuje pamäťový čip (EEPROM) s informáciami o senzore: jeho názov, merané množstvo, jednotku a kalibráciu. Prostredníctvom jednoduchého protokolu sú tieto informácie načítané pomocou rozhrania CMA: €Lab, CoachLab II/II⁺¹, VinciLab a senzor je automaticky rozpoznávaný keď sa pripojí k týmto rozhraniám. Všimnite si, že pre každý rozsah merania Senzora vodivosti existujú vlastné EEPROM informácie. Poloha spínača určuje, ktoré informácie sa použijú. Ak chcete zistiť, ktorý rozsah merania je aktuálne nastavený, najskôr odpojte senzor od rozhrania, spínačom zvolte želaný rozsah merania a potom znovu pripojte senzor k rozhraniu.

Ak Senzor vodivosti nie je automaticky rozpoznávaný, musíte manuálne nastaviť senzor tak, že ho vyberiete z Coach Knižnice Senzorov.

Ako senzor pracuje

Senzor vodivosti meria schopnosť vodových roztokov viesť elektrinu. Keď sa vo vode rozpustia soli a iné anorganické chemikálie, rozpadnú sa na elektricky nabité ióny. Ióny zvýšia schopnosť vody viesť elektrický prúd. Medzi bežné ióny, ktoré vedú elektrický prúd patria sodík, chlorid, vápnik a magnézium. Organické zlúčeniny, ako sú cukry, oleje a alkoholy, nevytvárajú ióny.

Senzor meria vodivosť na jednoduchom princípe – dve grafitové dosky (články) sú umiestnené vo vzorke, cez dosky sa pustí napätie a zmeria sa prúd. Senzor vodivosti vlastne meria vodivosť roztoku (inverznú k špecifickému odporu R), ktorá je determinovaná hodnotami napätia a prúdu podľa Ohmovho zákona ($G = 1/R = I/V$).

Na určenie vodivosti (C) sa používa špecifická článková konštanta (K) elektródy pre meranie vodivosti. Vodivosť je vodivosť článku vynásobená článkovou konštantou ($C = G \cdot K$). Článkovú konštantu určuje separačná vzdialenosť elektródy vydelená plochou elektródy. Nominálna článková konštanta (K) dodanej elektródy je 1,0 cm⁻¹.

Jednotka vodivosti SI je Siemens (S). keďže S predstavuje veľmi veľkú jednotku, vodivosť vodných vzoriek sa bežne meria v μS a vodivosť v $\mu\text{S}/\text{cm}$. Niektoré typické rozsahy vodivosti vodných roztokov sú:

Príklad	Vodivosť ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
Čistá voda	0,055
Destilovaná voda	0,5
Deionizovaná voda	0,1 – 10
Dažďová voda	20 - 100
Pitná voda	50 - 200
Voda z vodovodu	100 - 1500

¹ Iba cez BT vstupy senzora

Voda z rieky	250 - 800
Poloslaná (miešaná) voda	1000 - 8000
KCl 0.01 M	1410
MgSO ₄	5810
KCl 0.1 M	12900
Voda z oceánu	53000
H ₂ SO ₄	82600
KCl 1.0 M	112000

Aby sa zabránilo úplnej iónovej migrácii do dvoch elektród, senzor používa striedavý prúd. Pri každom cykle striedavého prúdu sa polarita elektród vymenia, čo má za následok obrátenie smeru prúdenia iónov. To zabráni elektrolýze a polarizácii.

Kalibrácia

CMA Senzor vodivosti BT27i je dodaný kalibrovaný. Výstup senzora je lineárny vzhľadom na vodivosť. Každý rozsah merania má svoju vlastnú kalibráciu.

Dodané kalibračné funkcie sú:

- Rozsah merania 0 .. 200 μS : $C (\mu\text{S}/\text{cm}) = 65,7 * V_{\text{out}}(\text{V})$
- Rozsah merania 0 .. 2000 μS : $C (\mu\text{S}/\text{cm}) = 847,2 * V_{\text{out}}(\text{V})$
- Rozsah merania 0 .. 20000 μS : $C (\mu\text{S}/\text{cm}) = 7819 * V_{\text{out}}(\text{V})$

Program Coach 6 umožňuje zvolenie kalibrácie uloženej v pamäti senzora (EEPROM) alebo kalibrácie uloženej v Coach 6 Knižnica Senzorov. Pre väčšiu presnosť je možné upraviť prednastavenú kalibráciu.

Pre ešte presnejšie merania je možné nastaviť novú kalibráciu používateľa v Coach. Pred začatím kalibrácie senzora sa uistite, elektróda pre meranie vodivosti je čistá. Ponorte špičku elektródy do destilovanej vody na 10 minút. Ak to nie je možné, pred použitím špičku dôsledne opláchnite destilovanou vodou. Utrite vonkajšie časti elektródy čistou papierovou utierkou. Silno zatrasť, aby ste odstránili všetky kvapky z článkovej komory. Povrch elektródy musí byť suchý.

- Na škatuli senzora zvolte želaný rozsah vodivosti.
- **Nulový kalibračný bod** – vykonajte túto kalibráciu bodu s elektródou mimo hocikákeho roztoku (t.j. vo vzduchu). Toto je hodnota 0,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
- **Kalibračný bod štandardného roztoku** – umiestnite elektródu do štandardného roztoku (ktorého vodivosť je známa). Uistite sa, že celý podlhovastý otvor s elektródovými plochami je ponorený v roztoku. Počkajte, kým sa zobrazené napätie stabilizuje. Zadaťte hodnotu štandardného roztoku, t.j. 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Pre ešte lepšie výsledky môžete vykonať viacbodovú kalibráciu, a to použitím štandardných roztokov, ktoré pokrývajú očakávaný rozsah hodnôt vodivosti. Výber štandardu je veľmi dôležitý; mali by ste vždy zvoliť taký, ktorý má približne takú vodivosť ako roztok, ktorého vodivosť chcete merať. Ak chcete overiť správne

fungovanie elektródy, mali by ste zvoliť štandard s hodnotami buď nad alebo pod prvým štandardom.

Výber presného štandardného roztoku je nevyhnutné pre vykonanie dobrej kalibrácie. Môžete si pripraviť vlastné štandardné roztoky, ako sú zobrazené v tabuľke.

Množstvo NaCl na výrobu 1 litra roztoku	Ekvivalent hodnôt vodivosti
0,0474 g	100 $\mu\text{S/cm}$
0,491 g	1000 $\mu\text{S/cm}$
1,005 g	2000 $\mu\text{S/cm}$
5,566 g	10000 $\mu\text{S/cm}$

Neexistuje žiadny presný vzťah medzi vodivosťou v $\mu\text{S/cm}$ a celkovým obsahom pevných látok TDS v ppm² (častok na milión). Experimentmi sa zistilo, že približný vzťah existuje v rôznych typoch vody. Vo vode s vyšším podielom chloridu sodného stačí pre zistenie ppm vynásobiť hodnotu $\mu\text{S/cm}$ hodnotou 0,5. Pre väčšinu ostatných vodných roztokov použite faktor 0,67.

Automatická kompenzácia teploty

Teplota má veľký vplyv na vodivosť. Elektróda pre meranie vodivosti má v sebe zabudovaný senzor pre meranie teploty, ktorý sa používa na kompenzáciu zmien vo vodivosti roztokov s teplotou medzi 5 až 35°C. Namerané hodnoty sa automaticky vzťahujú k hodnote vodivosti pri 25°C – preto senzor nameria rovnakú vodivosť v roztoku, ktorý má 15°C ako keby bol ten istý roztok zohriaty na 25°C. To znamená, že jedna kalibrácia sa môže použiť vo vodných vzorkách pri rôznych teplotách. Bez teplotnej kompenzácie sa namerané hodnoty menia s teplotou, hoci skutočná koncentrácia iónov sa nezmenila.

Zbieranie dát

Ak chcete vykonať merania:

- Ponorte špičku elektródy pre meranie vodivosti do destilovanej vody po dobu asi 10 minút. Ak to nie je možné, poriadne špičku opláchnite destilovanou vodou.
- Utrite vonkajšie časti elektródy čistou papierovou utierkou. Silno zatrate, aby ste odstránili všetky kvapky z článkovej komory.
- Spínačom zvoľte želaný rozsah merania.
- Pripojte senzor k rozhraniu. Vo väčšine prípadov je senzor automaticky rozpoznávaný. Ak sa to nestane, manuálne zvoľte Senzor vodivosti BT27i z Coach Knižnica Senzorov.

² Parts per million

- Elektródu pre meranie vodivosti umiestnite do testovanej vzorky. Vzorka musí mať hĺbku aspoň 3 cm, aby sa zabezpečilo úplné ponorenie článkovej komory.
- Jemne roztok miešajte, kým nezmiznú všetky vzduchové bubliny uväznené v článkovej komore. Počkajte 10 sekúnd, aby sa hodnoty stabilizovali.
- Ak meriate roztok s teplotou nižšou ako 10°C alebo vyššou ako 35°C, je potrebné počkať dlhší čas kým sa namerané hodnoty stabilizujú.
- Pred ďalším meraním opláchnite koniec sondy destilovanou vodou.
- Po dokončení merania elektródu dôkladne vyčistite, aby sa predišlo kontaminácii.

Upozornenie:

Neklad'te elektródu do:

- viskózných, organických kvapalín, ako sú ťažké oleje, glycerín (glycerol) alebo etylénglykol.
- acetónu alebo nepolárnych rozpúšťadiel, ako sú pentán alebo hexán.

Používanie Senzora vodivosti s inými senzormi

Je veľmi dôležité uvedomiť si, že Senzor vodivosti sa bude vzájomne ovplyvňovať s niektorými ďalšími senzormi v prípade, že ich umiestnite do toho istého roztoku a pripojíte k tomu istému rozhraniu (t.j. ten istý VinciLab). A to z dôvodu, že Senzor vodivosti vyšle signál do roztoku a tento signál môže mať následne vplyv na namerané hodnoty inými senzormi. Nepripájajte k tomu istému rozhraniu a neumiestňujte do toho istého roztoku tieto senzory:

- senzor rozpusteného kyslíka,
- pH senzor,
- senzor slanosti.

Ostatné senzory môžu byť pripojené k tomu istému rozhraniu v rovnakom čase, ale do roztoku môžu byť umiestnené len jeden po druhom.

Navrhované experimenty

Senzor vodivosti je možné použiť na širokú škálu experimentov:

- Potvrdenie priameho vzťahu medzi vodivosťou a koncentráciou iónov vo vodných roztokoch. Určenie koncentrácie iónov v neznámych roztokoch.
- Meranie zmien vo vodivosti zapríčinené fotosyntézou vo vodných rastlinách s následným znížením koncentrácie iónov hydrogénuhličitanu v dôsledku spotreby oxidu uhličitého.
- Sledovanie rýchlosti prebehnutia reakcia v chemickej reakcii, v ktorej sa rozpustené ióny a vodivosť roztoku menia s časom v dôsledku výroby a spotreby iónových látok.
- Vykonanie vodivosti titrácie za účelom určenia kedy sa zlúčia stechiometrické kvantity dvoch látok.
- Hľadanie rýchlosti, pri ktorej sa ióny rozptýlia cez membránu, ako je dialyzačná

trubica.

- Sledovanie zmien vodivosti alebo celkového množstva rozpustených tuhých látok v akváriu obsahujúcom vodné rastliny a zvieratá. Tieto zmeny môžu byť spôsobené fotosyntézou alebo dýchaním.

Čistenie, uskladnenie a údržba elektródy pre meranie vodivosti

Elektróda pre meranie vodivosti musí byť udržiavaná v čistote. V závislosti od aplikovaných vzoriek môže byť nutné jej pravidelné čistenie, aby sa zaistili presné merania.

- Vo väčšine situácií stačí pre efektívne čistenie voda s jemným kvapalným čistiacim prostriedkom. Ponorte elektródu do teplej vode s jemným čistiacim prostriedkom po dobu 15 minút.
- Na čistenie elektródy je možné použiť aj etanol pokiaľ je doba čistenia maximálne 5 minút.
- Vápny alebo hydroxidový povlak môže byť odstránený ponorením do roztoku so zriedenou kyselinou, ako je 0,1 M kyseliny chlorovodíkovej alebo 0,5 M kyseliny octovej po dobu 15 minút.
- Aby nedošlo k poškodeniu článku, nepoužívajte na čistenie abrazívne alebo ostré predmety.
- Po vyčistení elektródu dobre opláchnite destilovanou vodou, silno zatrate a nechajte vysušiť.
- Elektródu skladujte v suchu.

Praktické informácie

- Vyvarujte sa poškriabaniu vnútorných plôch na sonde elektródy.
- Najbežnejším dôvodom nepresných meraní je krížová kontaminácia vzoriek. Dávajte pozor, aby ste nepreniesli kvapky jednej vzorky do druhej. Medzi meraním rôznych vzoriek vyčistite elektródu destilovanou vodou.
- Uistite sa, že vzorky majú uzáver, aby sa predišlo ich odparovaniu. Najlepšie je naplniť fľaše až po okraj, aby sa vo vodnej vzorke nerozpúšťali plyny, ako je oxid uhličitý.
- Nepoužívajte senzor v situáciách, ktoré môžu viesť k poškodeniu grafitových dosiek v článkovej komore. Nepokúšajte sa vnútro článku vysušiť utretím alebo vysatím.
- Automatická kompenzácia teploty pre túto elektródu pôsobí v rozsahu 5°C až 35°C, ale môže byť umiestnená do roztokov s teplotou v rozsahu 0 až 80°C.
- Elektróda pre meranie vodivosti nemeria len vodivosť medzi grafitovými doskami, ale, v menšej miere, aj v poli po stranách elektródy. V užšej nádobe môžu steny rušiť toto pole. Umiestnenie elektródy príliš blízko hladiny tekutiny alebo iných objektov (t.j. dno kadičky) môže zapríčiniť nesprávne namerané hodnoty.

Technické parametre

<i>Typ senzoru</i>	Analógový, generuje výstupné napätie medzi 0 - 5 V
<i>Rozsahy merania</i> <i>Nízky:</i> <i>Stredný:</i> <i>Vysoký:</i>	0 až 200 $\mu\text{S/cm}$ 0 až 2000 $\mu\text{S/cm}$ 0 až 20000 $\mu\text{S/cm}$
<i>Rozlíšenie s použitím 12-bitového 5V AD konvertora</i> <i>Nízky:</i> <i>Stredný:</i> <i>Vysoký:</i>	0,1 $\mu\text{S/cm}$ 1 $\mu\text{S/cm}$ 10 $\mu\text{S/cm}$
<i>Presnosť</i>	$\pm 1\%$ celkovej stupnice pre každý rozsah
<i>Doba odozvy</i>	98% celkovej stupnice na 5 s, 100% na 15 s.
<i>Teplota</i>	Kompenzácia: automatická medzi 5°C a 35°C. Rozsah: medzi 0°C a 80°C
<i>Článková konštanta</i>	1.0 cm ⁻¹ , ponorný typ, ABS body, paralelné uhlíkové (grafitové) elektródy
<i>Kalibračné funkcie</i> <i>Nízky:</i> <i>Stredný:</i> <i>Vysoký:</i>	$C (\mu\text{S/cm}) = 65,7 * V_{\text{out}}(\text{V})$ $C (\mu\text{S/cm}) = 847,2 * V_{\text{out}}(\text{V})$ $C (\mu\text{S/cm}) = 7819 * V_{\text{out}}(\text{V})$
<i>Pripojenie</i>	IEEE1394 konektor pre BT-IEEE1395 senzorový kábel. Senzorový kábel nie je dodaný spolu so senzorom.

Tento produkt je určený predovšetkým na vzdelávacie účely. Nie je určený pre priemyselné, medicínske, výskumné, alebo iné komerčné použitie. Rev. 28/01/2014

CENTRE FOR MICROCOMPUTER APPLICATIONS

A.J. Ernststraat 169

1083 GT Amsterdam, The Netherlands

Tel. +31 20 7600920; e-mail: international@cma-science.nl, <http://www.cma-science.nl/en/>

DISTRIBÚCIA NA SLOVENSKU

PD COMP, Martinská 34, 821 05 Bratislava

Tel: 0903 910355 , e-mail: coach@chello.sk, <http://www.cma-science.nl/en/dealers>