

Senzor plynu CO₂ CO2-BTA



Senzor CO₂ sa používa na monitorovanie úrovne plynného oxidu uhličitého. Pracuje na základe monitorovania infračerveného žiarenia pohlcovaného molekulami oxidu uhličitého.

Veľmi dôležité upozornenie: neponárajte senzor do žiadnych kvapalín. Senzor je určený len na meranie plynného oxidu uhličitého. Nie je určený na meranie rozpusteného oxidu uhličitého vo vodných roztokoch.

Senzor má dva rozsahy: nízky (0 - 10.000 ppm) a vysoký (0 - 100.000 ppm).

Medzi typické experimenty so senzorom plynu CO₂ patria:

- Monitorovanie obsahu CO₂ v komore obsahujúcej malé živé objekty ako je napríklad hmyz, červy alebo klíčiace semená.
- Monitorovanie terária s rastlinami - dýchanie rastlín a fotosyntéza.
- Monitorovanie CO₂ v triede.
- Sledovanie pohlcovania CO₂ v priestore, kde je hydroxid sodný alebo hydroxid draselný.
- Sledovanie chemickej reakcie medzi kyselinou chlorovodíkovou a hydrouhličitanom sodným.
- Sledovanie difúzie CO₂.
- Monitorovanie fermentácie alebo respirácie cukrov.
- Monitorovanie dýchania človeka za rôznych podmienok (v pokoji alebo po námahe).

Kontrola balenia senzora plynu CO₂

Balenie senzora obsahuje tieto položky:

- Senzor plynu CO₂
- 250 ml fľaša na plynné vzorky (typ Nalgene s uzáverom)
- Návod k senzoru

Zber dát so senzorom

Senzor je možné použiť s nasledujúcimi interfejsmi:

- Vernier LabQuest samostatne, alebo s počítačom
- Vernier LabPro s počítačom, grafickou kalkulačkou TI alebo s počítačom Palm
- Vernier Go!Link
- Vernier EasyLink
- Vernier Sensor DAQ
- CBL 2

Zapojenie senzora

1. Pripojte senzor k interfejsu.
2. Spustíte softvér zberu dát¹
3. Softvér identifikuje senzor plynu CO₂ a natiahne štandardné nastavenie pre zber dát. Môžete začať zber dát.

¹Poznámka: Pri použití Logger Pro 2 s ULI alebo s SBI, nedôjde k automatickej identifikácii senzora. V priečinku Probes & Sensors preto otvorte nejaký experimentálny súbor, kde sa používa senzor plynu CO₂.

Softvér zberu dát

Senzor je možné použiť spolu s interfejsmi a s nasledujúcim softvérom zberu dát:

- **Logger Pro 3** spolu s interfejsmi LabQuest, LabPro alebo Go!Link.
- **Logger Pro 2** spolu s interfejsom ULI alebo Serial Box.
- **Logger Lite** spolu s interfejsmi LabQuest, LabPro alebo Go!Link.
- **LabQuest App** - tento program sa používa, keď pracuje LabQuest ako samostatné zariadenie.
- **Easy Data App**, čo je aplikácia pre kalkulačky TI-83 Plus a TI-84 Plus a je možné ju použiť s CBL 2, LabPro a Vernier EasyLink. Odporúčame verziu 2.0 alebo novšiu, ktorá sa dá stiahnuť z web stránky Vernier www.vernier.com/easy/easydata.html a preniesť do kalkulačky. Ďalšie informácie o aplikácii a príručku na prenos programu nájdete na www.vernier.com/calc/software/index.html.
- **Program DataMate** spolu s LabPro alebo CBL 2 a s kalkulačkami TI73, TI83, TI84, TI86, TI89 alebo Voyage 2000. Inštrukcie pre prenos Data Mate do kalkulačky nájdete v návodoch k LabPro a CBL2.
- **Data Pro** s prenosnými počítačmi typu Palm.
- **LabView** - softvér National Instruments LabView je grafický programovací jazyk predávaný svojim výrobcom. Používa sa so Sensor DAQ a je možné ho použiť aj s inými Vernier interfejsmi. Ďalšie informácie sú na www.vernier.com/labview.

Poznámka: Senzor je určený len pre výukové účely. Nie je vhodný pre priemyselné, lekárske, výskumné alebo komerčné aplikácie.

Ďalšie dôležité informácie

- Na senzore plynu CO₂ s dvoma rozsahmi (od marca 2007) bude správne fungovať auto ID, avšak experimentálne súbory v LoggerPro verziách starších ako 3.5 ho nerozpoznajú správne. Ak potrebujete použiť tento senzor na starších verziách LoggerPro, požiadajte o technickú pomoc. LoggerPro verzie 3.5 je však bezplatne k dispozícii na stiahnutie každému, kto už vlastní staršiu verziu LoggerPro 3.
- Pred zberom dát vyčkajte asi 90 sekúnd na pripravenosť senzora.²

- Senzor obnovuje odčítanie meranej hodnoty každú sekundu, avšak zmeny odčítanej hodnoty sú postupné. Odporúčame preto vzorkovanie senzora každé 4 sekundy alebo pomalšie. Než senzor zaznamená nejaké zmeny koncentrácie, meraný plyn musí prejsť difúziou cez otvory v senzore, čo je pomalý proces.
- Senzor nedokáže merať koncentrácie CO₂ nad 10.000 ppm pri nízkom rozsahu a koncentrácie nad 100.000 ppm pri vysokom rozsahu. Ak senzor meria pri týchto hraniciach koncentrácií, môže dochádzať k prekročovaniu jeho rozsahov.
- Ak potrebujete zbierať dáta z uzavretého priestoru, odporúčame na to použiť priloženú 250 ml Nalgene fľašu.
- Ak potrebujete zbierať dáta z uzavretého priestoru a súčasne chcete merať aj senzorom plynu O₂, odporúčame zakúpiť si na to biokomoru 250 (objem 250ml, kód BC-250) alebo biokomoru 2000 (objem 2000ml, kód BC-2000). Tieto biokomory majú po dva otvory so spevnenými okrajmi na vloženie a utesnenie dvoch senzorov súčasne.
- Senzor pracuje na báze infračerveného žiarenia, vyvarujte sa preto v maximálnej možnej miere jeho používaniu na priamom slnečnom svetle. Ak keď je infračervený detektor senzora tienený, pri použití vonku pracujte v tieni, aby nedochádzalo k ovplyvňovaniu jeho merania odrazeným svetlom.
- **Veľmi dôležité upozornenie:** neponárajte senzor do žiadnych kvapalín. Senzor je určený len na meranie plyného oxidu uhličitého. Nie je určený na meranie rozpušteného oxidu uhličitého vo vodných roztokoch.

²Poznámka: počas prípravy senzora sa budú odčítané hodnoty koncentrácie zvyšovať z počiatkovej úrovne 0 ppm na úroveň, akéj je senzor vystavený.

Technické údaje

Merací rozsah senzora CO₂:

Nízky rozsah: 0 až 10,000 ppm CO₂

Vysoký rozsah: 0 až 100,000 ppm CO₂

Typická presnosť (pri štandardnom tlaku 1 atm):

Nízky rozsah: ±100ppm alebo ±10% hodnoty

Vysoký rozsah: ±100ppm alebo ±20% hodnoty

Typické rozlíšenie:

13-bit rozlíšenie (SensorDAQ,)

0 až 10,000 ppm CO₂ 1,5 ppm

0 až 100,000 ppm CO₂ 15 ppm

12-bit rozlíšenie (LabPro, LabQuest,

Go!Link, ULI, or SBI):

0 až 10,000 ppm CO₂: 3 ppm

0 až 100,000 ppm CO₂: 30 ppm

10-bit rozlíšenie (CBL 2):

0 až 10,000 ppm CO₂: 12 ppm

0 až 100,000 ppm CO₂: 120 ppm

Čas odozvy:	95% plného rozsahu za 120s
Čas prípravy:	90 s
Vplyv tlaku:	0,19% hodnoty/mm Hg pri štandardnom tlaku
Rozsah výstupného signálu:	0–4,0 V
Vstupné napätie:	5 V ($\pm 0,25$ V)
Režim merania plynu:	difúzny
Normálny rozsah pracovných teplôt:	25°C ($\pm 5^\circ\text{C}$)
Pracovný rozsah vlhkostí:	5–95% (bez kondenzácie)
Rozsah teplôt skladovania:	-40 až 65°C

Ako funguje senzor plynu CO₂

Senzor meria koncentráciu oxidu uhličitého v rozsahu 0 až 10.000 ppm (nízky rozsah) alebo 0 až 100.000 ppm (vysoký rozsah) pomocou merania množstva infračerveného žiarenia pohlcovaného molekulami oxidu uhličitého. Senzor používa ako zdroj infračerveného žiarenia (IR) LED diódu. LED je umiestnená na jednom konci senzora. Na jeho druhom konci je IR detektor, ktorý meria, koľko svetla prechádza cez vzorku plynu bez jeho absorbovania molekulami oxidu uhličitého. Detektor meria IR žiarenie v úzkom pásme okolo 4260 nm. Čím vyššia je koncentrácia plynu pohlcujúceho žiarenie v meracej trubici, tým menej IR žiarenia dopadne na IR detektor. Zvyšujúca sa koncentrácia vytvára na senzore napätie, ktoré meria a zosilňuje interfejs. Oxid uhličitý vchádza a vychádza zo senzora difúziou cez 20 otvorov v tele senzora.

Senzor CO₂ meria koncentráciu plynného oxidu uhličitého v jednotkách ppm. V zmesiach plynov jeden ppm znamená jednu objemovú jednotku plynu v celku pozostávajúcom z milióna objemových jednotiek. Koncentrácia 600 ppm CO₂ jednoducho znamená, že na každých 1.000.000 litrov vzduchu pripadá 600 litrov CO₂ (alebo na 1 l vzduchu pripadá 0,6 ml CO₂). Pre porovnanie, úroveň CO₂ v zemskej troposfére postupne rastie z 317 ppm v roku 1960 na súčasných asi 380 ppm. Vzduch vydychovaný človekom má koncentráciu CO₂ asi 50.000 ppm.

Senzor je vybavený obvody podpory automatickej identifikácie (auto-ID). Pri použití s interfejsmi LabQuest, LabPro, Go!Link, CBL2 a EaysLink, softvér zberu dát automaticky rozpozná senzor a použije na konfiguráciu experimentu preddefinované parametre vhodné pre daný senzor.

Je potrebné senzor plynu CO₂ kalibrovať?

Pre väčšinu meraní nie je potrebné senzor kalibrovať. Senzor odosielame z výroby tak, aby vyhovoval uloženej kalibrácii.

Ak si myslíte, že je potrebné senzor resetovať, môžete to urobiť pomocou jednej známej koncentrácie CO₂. **Poznámka:** kalibrácia senzora CO₂ sa líši od bežnej dvojbodovej kalibrácie, ktorú používame pri iných senzoroach. Pri resetovaní senzora plynu CO₂ v jednotkách ppm postupujte takto:

- Pre kalibráciu použijeme okolitý vonkajší vzduch s koncentráciou CO₂ okolo 380 ppm.³ Ak nie je možné meranie vonku, odoberte vzorku vonkajšieho vzduchu do priloženej 250 ml fľaše. Buď fľašu umiestnite vonku mimo budovy na dostatočne dlhú dobu, aby sa v nej vymenil vzduch, alebo ju úplne naplňte vodou a vonku vodu vylejte. Ešte vonku vložte do fľaše senzor CO₂. Potom môžete zobrať fľašu dovnútra a prejsť ku kalibrácii.
- Pripojte senzor k interfejsu zberu dát a spustite program zberu dát. Počkejte na prípravu senzora aspoň 90 sekúnd.
- Po príprave senzora (odčítavané hodnoty by sa mali stabilizovať) pomocou sponky na spisy stlačte kalibračné tlačidlo senzora. Keď začne blikať červené svetlo, tlačidlo uvoľnite. Po asi 30 sekundách by sa odčítavaná hodnota mala stabilizovať na hodnote okolo 380 ppm (+/- 40 ppm). Ak je táto hodnota vyššia alebo nižšia, opäť stlačte kalibračné tlačidlo na zopakovanie procesu.

³Poznámka: podľa Earth Institute pri Columbia University sa koncentrácia oxidu uhličitého v zemskej atmosfére trvalo zvyšuje a v roku 2006 mala priemernú úroveň 380 ppm. Lokálne úrovne môžu byť v dôsledku priemyselných emisií a emisií z automobilov aj mierne vyššie.

Úvahy o teplote

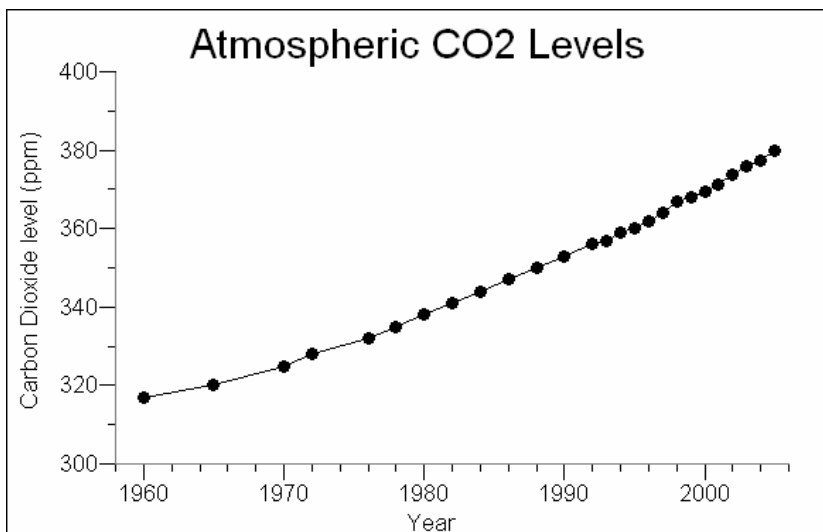
Senzor je čiastočne citlivý na zmeny teploty. Vo väčšine prípadov sú však zmeny odčítavaných hodnôt v závislosti na teplote malé (< 100 ppm pri nízkom rozsahu a < 1000 ppm pri vysokom rozsahu). Pri dobre zostavenom experimente bude vplyv teploty na meranie zanedbateľný voči celkovým zmenám koncentrácie CO₂. Ak bude celý experiment prebiehať pri konštantnej teplote, môžete zvýšiť presnosť merania tak, že nakalibrujete senzor pri tejto teplote. Senzor je určený pre merania v rozsahu teplôt 20 až 30°C. Je možné ho použiť aj mimo týchto teplôt, meranie však bude menej presné, aj keď ho pri danej teplote nakalibrujete. Neznamená to však, že nie je možné merať pri vyšších alebo nižších teplotách. Vždy vyčkajte dostatočne dlhý čas, aby sa odčítavané hodnoty senzora pri danej teplote stabilizovali.

Ďalšie informácie o koncentrácii oxidu uhličitého

Zvyšovanie priemernej úrovne oxidu uhličitého v zemskej atmosfére je dobre zdokumentované. Nasledujúci graf ukazuje zvyšovanie koncentrácie z hodnoty 320 ppm na viac ako 380 ppm za posledných 40 rokov. Lokálne, najmä v mestských častiach, nie je neobvyklé, že koncentrácia je v dôsledku emisií zo spaľovania fosílnych palív ešte vyššia. Kalibračná hodnota 380 ppm senzora CO₂ na vzduchu vonku je veľmi blízko skutočným hodnotám koncentrácie. Environmentálnym problémom súčasnosti je skleníkový efekt vyvolávaný schopnosťou CO₂ absorbovať stále väčšie množstvo infračerveného žiarenia.

Senzor CO₂ môžete použiť v triede, alebo v iných školských priestoroch, na demonštráciu výskytu zvýšenej úrovne CO₂ v obmedzených priestoroch. V kanceláriách kde pracuje viac ľudí môžete namerať úrovne koncentrácie CO₂ 1000 až 1200 ppm. Môžete tiež demonštrovať, že úroveň koncentrácie CO₂ je vyššia pri

podlahe miestnosti ako v jej hornej časti. Tak isto môžete demonštrovať vplyv zapnutia klimatizácie, ventilácie alebo otvorenia okna na úroveň koncentrácie CO₂ v miestnosti.



Zvyšovanie globálnej úrovne koncentrácie atmosférického oxidu uhličitého
(zdroj: Earth System Research Laboratory, NOAA)

Meranie dýchania človeka pomocou senzora CO₂ plynu .

Nový model senzora vyrábaný od apríla 2007 má dva rozsahy. Jeho vyšší rozsah (0 až 100.000 ppm) sa dá použiť na meranie dýchania človeka. Sú možné tri spôsoby merania CO₂ pri normálnom dýchaní človeka:

1. spôsob: najjednoduchší spôsob, avšak najmenej presný. Umiestnite senzor CO₂ asi 5 cm od osoby a osoba nech na neho jemne fúka.

2. spôsob: presnejší spôsob merania, potrebujete však k tomu biokomoru 250 (kód BC-250). Fúčajte do biokomory tak, aby ste v nej vymenili vzduch za vydychovaný vzduch. Bočný otvor ihneď uzatvorte zátkou veľkosti 6, do druhého otvoru umiestnite senzor CO₂ a spustíte zber dát.

3. spôsob: najpresnejší spôsob merania. Pripravte si plastové vrečko, nožnice, slamku na pitie a uzatváracie gumičky. Na spodku vrečka vystrihnite malý otvor veľkosti konca senzora CO₂. Presuňte senzor cez otvor a utiesnite ho gumičkou. Senzor pripevnite univerzálnou svorkou na laboratórny stojan. Nafúknite vrečko cez slamku a uzavrite ho. Spustíte zber dát.

Príslušenstvo senzora CO₂

Okrem 250 ml fľaše dodávanej so senzorom si môžete zakúpiť biokomory:

- Biokomora 250 (ml) kód: BC-250
- Biokomora 2000 (ml) kód: BC-2000

Biokomory majú po dva otvory so spevnenými okrajmi, ktoré umožňujú súčasne vložiť a utesniť senzor CO₂ a senzor O₂.



Vernier Software & Technology
13979 SW Millikan Way
Beaverton, OR 97005-2886
www.vernier.com

Slovensko: PMS Delta s.r.o.
Fándlyho 1
07101 Michalovce
www.pmsdelta.sk

Preklad: Peter Spišák, 2008

