

Barometr

Objednávkový kód BAR-BTA

Barometr je navržen pro studium jemných změn tlaku. Využít ho lze jak při sledování počasí, tak při studiu změn tlaku s výškou (respektive hloubkou v hydrostatice), může tedy sloužit i jako výškoměr či hloubkoměr. Lze jej použít i při hledání/ověřování Bernoulliho rovnice. Několik návrhů na experimenty je uvedeno na konci tohoto manuálu.

Automatické rozpoznání: Tento senzor podporuje automatické rozpoznání. Při použití s rozhraními LabQuest, LabQuest Mini, LabPro, Go!Link, Sensor DAQ a Easy Link je senzor po připojení automaticky rozpoznán a software použije předdefinované parametry k nastavení experimentu.

Software: Senzor může být používán s následujícími programy v závislosti na použitém rozhraní:

Program	Rozhraní
Logger Pro 3	LabQuest, LabQuest Mini, LabPro, Go!Link
Logger Pro 2	ULI, Serial Box
Logger Lite	LabQuest, LabQuest Mini, LabPro, Go!Link
LabQuest App	Součást rozhraní LabQuest
EasyData App	LabPro, Vernier EasyLink
DataMate program	LabPro
Data Pro	LabPro, Palm handheld
LabVIEW	SensorDAQ

Použití výrobku: Výrobek je určen pro vzdělávací účely. Nemusí být vhodný pro průmyslové, lékařské, výzkumné nebo komerční použití.

Technická specifikace

Snímač	SenSym SDX15A4
Rozsah měřeného tlaku (nastavený při dodání)	82,1 kPa – 120,9 kPa
Max. tlak, při němž nedochází k trvalému poškození	206 kPa
Rozlišení 13-bit (Senzor DAQ) 12-bit (LabQuest, LabPro, Go!Link, ULI II, Serial Box)	cca 5 Pa cca 9,52 Pa
Kombinovaná linearita a hystereze (z celého rozsahu)	typicky $\pm 0,1$ % nejvýše $\pm 0,5$ %
Šum	typicky ± 50 Pa
Odezva	100 μ s

Princip činnosti barometru

Základním prvkem senzoru je čidlo tlaku SenSym SCX15ANC, vybavené membránou, která se v závislosti na změnách tlaku prohýbá. Tento senzor je konstruován pro měření absolutního tlaku, na jedné straně membrány je vakuum. Senzor vytváří výstupní napětí, které se mění přímo úměrně absolutnímu tlaku, a je vybaven také speciálními obvody, které minimalizují chyby způsobené změnami teploty.

Jednotky, ve kterých se měří tlak

Tlak můžete měřit v mnoha různých jednotkách, výchozí nastavení je připraveno pro měření v kilopascalech (kPa). Pro srovnání lze uvést ekvivalentní hodnoty pro tzv. normální tlak:

$$1 \text{ atmosféra} = 760 \text{ mm Hg} = 101,325 \text{ kPa} = 1,013 \text{ bar}$$

Barometr je poměrně odolný, ale je navržen pouze pro práci s nekorozivními plyny (vzduch, helium, dusík...). Vyvarujte se kontaktu senzoru s vodou! Nevystavujte velkým tlakům – mějte na paměti, že senzor je navržen pro měření tlaků v okolí normálního atmosférického tlaku.

Místní tlak vs. tlak přepočtený na hladinu moře

Jsou-li údaje naměřené vaším barometrem odlišné od hodnot uváděných lokálními meteorologickými stanicemi (letišť, televizní předpověď), je to pravděpodobně proto, že jde o dva různé údaje:

1. *Místní tlak* – skutečný tlak v místě, kde proběhlo měření. Tento tlak naměříte např. rtuťovým barometrem ve vaší učebně a právě na určení tohoto tlaku je kalibrován barometr Vernier BAR-BTA.

2. *Tlak přepočtený na hladinu moře* – je vypočten z místního tlaku. Zatímco místní tlak je ovlivněn nadmořskou výškou, tlak přepočtený na hladinu moře (tedy 0 m n. m.) již umožňuje přímé srovnání dat, získaných z různě položených měřicích stanic, a proto se obvykle používá např. při předpovědích počasí.

Ke stanovení místního tlaku ze známého tlaku přepočteného na hladinu moře, slouží tzv. barometrická formule, kterou najdete například na webových stránkách: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/kinetic/barfor.html>

Je nutná kalibrace?

Senzor je prodáván zkalibrovaný a není potřeba provádět novou kalibraci.

Použití barometru jako meteorologické stanice

Pokud chcete, aby váš barometr měřil tlak přepočtený na hladinu moře namísto tlaku místního, můžete ho nastavit dvěma způsoby:

1) Můžete změnit nastavení samotného senzoru: Senzor obsahuje kalibrační potenciometr, kterým lze zobrazované hodnoty tlaku zvyšovat či snižovat. Na jedné straně barometru najdete otvor s malým šroubem, kterým lze pomocí hodinářského šroubováku otáčet – nastavování potenciometru lze tedy provádět pozvolna, plynule. Jednoduše sledujte údaje na barometru a nastavte šroub tak, aby vaše údaje odpovídaly hodnotám z lokálních meteorologických stanic.

2) Můžete provést jednobodovou kalibraci pomocí našich programů. Následující text popisuje obecný postup, konkrétnější pokyny naleznete v referenčních materiálech k softwaru. Připojte barometr k rozhraní a spusťte software. Zvolte položky *Senzory - Kalibrovat - Barometr*. V okně, které se otevře, zaškrtněte *Jednobodová kalibrace* a zvolte *Kalibrovat*. Během procesu jednobodové kalibrace budete požádáni o zadání jediné hodnoty – zadejte opravenou (přepočtenou) hodnotu pro váš místní tlak. Ujistěte se, že jednotky vámi zadávané hodnoty odpovídají jednotkám kalibrace.

Záruka

Společnost Vernier zaručuje, že tento výrobek zůstane bez vady na materiálu a provedení po dobu pěti let od doručení zákazníkovi. Tato záruka se nevztahuje na poškození výrobku způsobená hrubým zacházením a nevhodným použitím.

Návrhy experimentů

- **Studium počasí**

Tento barometr byl navržen jako přesná a spolehlivá součást meteorologické stanice. Díky kompenzaci teplotních změn nejsou měřená data ovlivňována teplotními výkyvy v místnosti apod. Regulátor napětí zase zajišťuje, že data nebudou ovlivněna změnami napájecího napětí počítače.

Velmi zajímavé je pozorovat průběh tlaku např. před blížící se bouřkou; pokud disponujete nevyužitým počítačem, můžete sledovat změny tlaku v průběhu několika dní. A pokud k těmto počítači připojíte např. ještě senzory teploty, relativní vlhkosti a osvětlení, může se z Vašeho PC stát sofistikovaná meteostanice.

- **Výškoměr**

Každý metr výšky znamená změnu tlaku vzduchu asi o 10 Pa. Citlivost barometru je dostatečná k demonstraci této změny tlaku i v místnosti - stačí nechat

barometr na zemi a poté ho zdvihnout nad hlavu.

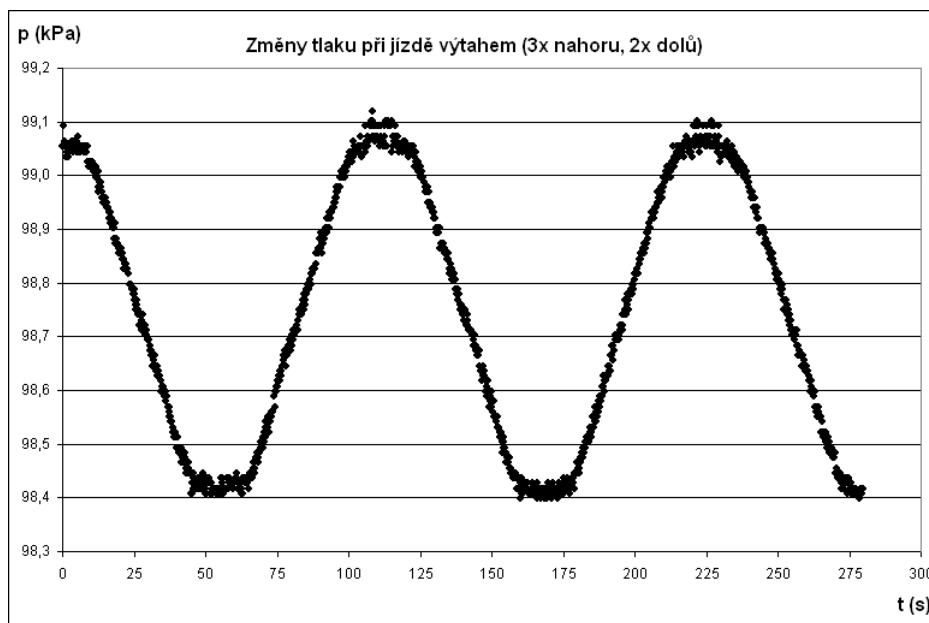
Máte-li přenosné rozhraní, můžete s tímto senzorem provést zajímavá měření například při průjezdu hornatou oblastí – jednoduše položíte barometr do vašeho auta a necháte ho sbírat data. Údaje o změnách tlaku vám dají představu o změnách nadmořské výšky. Pozor ovšem na to, že do změny tlaku se promítají také změny způsobené počasím!

Varování: Barometr může sledovat pouze tlak větší než 81,1 kPa – v nadmořské výšce vyšší než přibližně 1800 m už se tlak začíná pohybovat mimo rozsah barometru - v takovém případě je nutno použít tlakové čidlo GPS-BTA.

Stejný pokus můžete provést ve výtahu vysoké budovy, na školním výletě při výstupu na rozhlednu, při jízdě lanovkou nebo velice jednoduše na schodišti několikapatrové školní budovy.

Obrázek 1 zachycuje průběh tlaku při opakované jízdě výtahem z přízemí do 20. patra a zpět (tříkrát nahoru, dvakrát dolů). Závislost byla naměřena v objektu kolejí 17. listopadu – výškový rozdíl cca 65 m.

Seznam nejvyšších budov v Česku můžete najít na Wikipedii po zadání hesla „Seznam nejvyšších budov v Česku“.



Obrázek 1: Změny tlaku při jízdě výtahem, doba měření 300 s, vzorkovací frekvence 5 Hz

- **Tlak v kapalinách**

Tlak v kapalině lze zjišťovat následujícím postupem: Jeden konec ohebné hadičky (je součástí doplňkové sady k tlakovému senzoru PS-ACC) připojíte ke vstupnímu portu barometru a druhý ponoříte pod vodu. **Nejprve připojujete hadičku k senzoru a dbejte na to, aby senzor byl vždy výše než vodní hladina - dovnitř se nesmí dostat voda!** Získané hodnoty tlaku jsou pak funkcí hloubky, do níž je ústí hadičky ponořeno. S každým centimetrem hloubky ve vodě by měl tlak vzrůst přibližně o 100 Pa.