

Karel Doušek
Ing. Karel Doušek, CSc. - Airtechnik

MONITORING TLAKŮ V ČISTÝCH PROSTORECH.

ÚVOD

Důležitou součástí kontroly funkce čistých prostorů je monitorování přetlaků v kritických místech, které s vysokou spolehlivostí potvrzuje udržení i jejich ostatních parametrů.

Pro monitorování lze použít **mechanických** analogových čidel npř. Magnehelic instalovaných u kritických míst (personální a materiálové propusti, hranice tříd) a jejich vizuálního sledování personálem. Ve výrobě je však obvykle nezbytné trvalé monitorování a záznam kritických tlaků. V tomto případě určitý počet mechanických čidel doplňuje instalaci **elektronických** převodníků tlaku a jejich výstupy (kanály) jsou následně elektronicky zpracovávány. Čidla musí být vhodně zvolena, umístěna a hadičkami připojena k místům měření tlaků.

Je zřejmé, že správnost měření jednotlivých tlaků je dána stabilitou a správností převodu jak vstupního **tlakového čidla** tak i **navazující větve elektronického systému** zpracovávajícího jeho elektrický signál. Elektronický systém zpracování dat („měřicí ústředna“) musí umožňovat zadání a chráněné uložení „**kalibračních**“ **konstant** tj. správné nastavení převodu vstupního elektrického signálu na výstup ve formě měřeného tlaku. Kalibrační konstanty obvykle umožňují pro každý kanál volit posun nuly a strmost převodní přímky. Důležitý je i způsob **zobrazení** a **ukládání** naměřených dat (interval a kapacita) a forma výstupu (tabulkový, grafický).

1. TLAKOVÁ ČIDLA A ZPRACOVÁNÍ DAT

Vhodné **tlakové čidlo** je třeba volit podle rozsahu monitorovaných tlaků. U elektronického čidla pak je třeba zvážit rozsah pracovních teplot a stabilitu převodu (drift nuly a změna převodu s napájecím napětím a teplotou).

Příklad přesného analogového čidla je typ PX655 - 0,1DI OMEGA Engineering, Inc., USA



Low pressure, laboratory transmitter
with a range of 0-0.1" of water (25 Pa)

Parametry:

Excitation: 12 to 36 VDC
Output: 4 to 20 mA (2 wire)

Linearity: 0.3% FS (BFSL)

Hysteresis: 0.02% FS

Repeatability: 0.05% FS

Operating Temp: -29 to 72°C

Compensated Temp: 2 to 57°C

Thermal Effects:

Zero: 0.015% FS/°F

Span: 0.015% rdg/°F

Proof Pressure: 15 psi (103 kPa)

Burst Pressure: 20 psi (138 kPa)

Static Pressure: 25 psi (172 kPa)

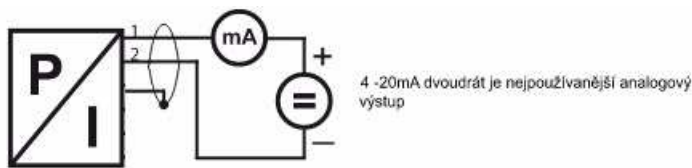
Gage Type: Capacitance

Max Loop Resistance: (Supply voltage - 12) x 50 ohm

Calibration Report: NIST cal at 25, 50, 75 and 100% FS; upscale and downscale provided

Každý kanál měření tlaku je tvořen čidlem (převodníkem tlak/proud, tlak/napětí, atd), které je zapojeno do vstupu „měřicí ústředny“ s ukládáním dat a ukazováním měřených hodnot (npř. displej PC).

Připojení uvedeného analogového čidla ke vstupu „měřicí ústředny“ je následující



Měřicí ústředna může být vytvořena z PC doplněného potřebnými vstupy, výstupy a programovým vybavením nebo lze použít komerční jednoúčelové zařízení.

Program měřicí ústředny musí zajistit výpočet tlaku P z výstupního analogového signálu čidla $P=MX+B$

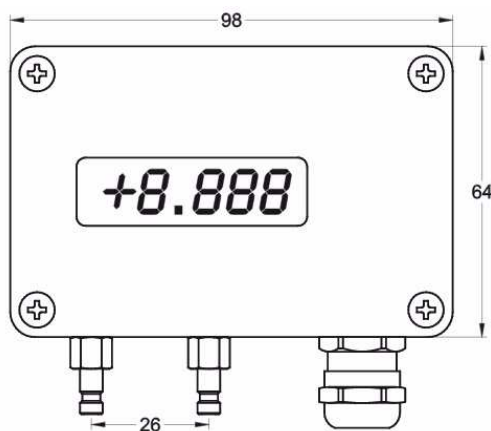
Kde M je sklon převodní přímky

Kde X je vstup linky (napětí, proud)

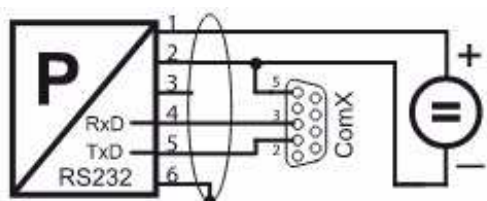
Kde B je offset (posun)

Mimo čidel s analogovým výstupem se používají i čidla s přímým digitálním výstupem typu RS 232 nebo RS485, která nevyžadují uvedený přepočít.

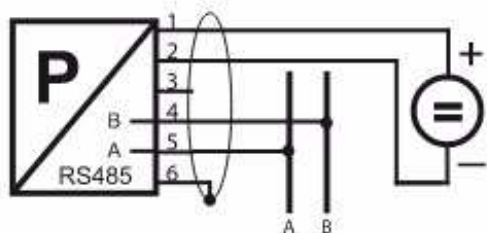
Příklad čidla s digitálním i analogovým výstupem a displejem je Cressto SPD231R5UB



Tlakový rozsah	± 50 Pa
Maximální přetlak čidla	300 % jmen.rozsahu
Souhlasný tlak pro diferenční provedení	10x
Chyba nastavení	max 1% ± 2 Pa
Teplotní chyba nuly	typ. 0,1 % max. 0,2 %/10°C
Teplotní chyba rozsahu	typ. 0,1 % max. 0,2 %/10°C
Provozní teplotní rozsah s displejem	-20 ÷ +70°C
Napájecí napětí	5 - 36 VDC



A digitální výstup RS232. Možno připojit přímo k nativnímu i mapovanému (USB, LAN) sériovému portu počítače. Pro komunikaci se využívají pouze datové signály Rx a Tx. Linka RS232 není galvanicky oddělena.



B připojení na sběrnici RS485. Přístroj lze přidělit adresu v rozsahu 00 až FF a nastavit další komunikační parametry. Linka není galvanicky oddělena, při napájení z různých zdrojů je doporučeno propojit jejich země.

Pro použitelnost výsledků monitorování tlaků je důležitá vhodná volba zpracování dat z čidla tj. interval vzorkování a případné „vyhlazení“ krátkých překmitů, integrací nebo klouzavým průměrem.

Do systému zpracování dat je třeba zahrnout **signalizaci** překročení mezí. Jde o **spodní a horní meze** „provozního rozmezí“ tlaku tj. **varovné** (alert) limity a **alarmové** (alarm) limity.

Tyto limity je třeba odborně posoudit a zvolit jak pro režim plný chod tj normální provozní stav, tak i pro režim útlum vzduchotechniky prostorů.

2. ODBĚRY TLAKŮ

Místa **odběrů tlaků** („sondy“) je třeba vhodně volit a zamezit vniknutí cizích předmětů včetně čisticích prostředků (roztoků) a ucpaní. Lze použít npř vývodky ve stropě nebo vhodně ukončené ve stěně. Kritickým problémem jsou vhodné hadičky (materiál, průměr, tloušťka stěny), které se mohou v ohybech časem „zlomit“ a uzavřít průchod vzduchu nebo ztratit těsnost a uvolnit se na vývodkách. Čidlo pak měří nereálný tlak ačkoli samo může mít i platnou kalibraci.

Při měření tlaku proti „venku“ je třeba vhodně volit a uspořádat **referenční místo** "venkovního" tlaku což lze provést více způsoby npř.

- odvětraná výtahová šachta
- dvě propojená místa na protějších stěnách budovy (se stínícími štítky)
- vhodně umístěný komínek s CAGI hlavicí na střeše
- chodba před čistými prostory se stálým tlakem neovlivňovaná provozem budovy
- odvětraný mezistrop s „nulovým“ přetlakem

Při připojení referenčního místa k čidlům je vhodné integrační tlumení kolísání tlaku npř. vložením velkého objemu (nádoby) do přívodní hadice od odběru venkovního tlaku.

3. OVĚŘENÍ FUNKCE SYSTÉMU

Po instalaci systému monitoringu tlaků je třeba ověřit **správnost funkce systému** dokumentovanou **kvalifikací** a následně opakovaně za provozu provádět potřebné kalibrace. V každé větvi (kanálu) systému monitoringu tlaků je třeba ověřit zejména:

- správné **nastavení rozsahu** čidla ve vztahu k elektrickému výstupu (u některých čidel lze změnit rozsah npř. napětí 0-10V = 0-100 Pa nebo 0-200Pa)
- správnost **zapojení míst odběrů** tlaku vzhledem k popisu a zobrazení výstupů v systému
- **správnost ukazování a ukládání dat** měřených tlaků v systému monitoringu
- **kalibrace větve systému**

Kalibraci analogové větve monitoringu lze provést dvěma způsoby

3.1 Kalibrace větve (kanálu) monitoringu včetně čidla.

Tento postup lze použít pro čidlo s analogovým i digitálním výstupem.

Kalibrace každé větve (kanálu) systému monitoringu se provede po připojení **tlakového kalibrátoru** na vstup příslušného čidla a odečet výsledného tlaku na výstupu systému monitoringu.

Pozn. Někdy se tato kalibrace v praxi nepřesně nazývá kalibrací čidla.

Výsledkem je „kalibrační list“ kde jsou uvedeny tlaky měřené tlakovým kalibrátorem s hadičkami zapojenými k čidlu a tlaky na příslušném výstupu monitoringu (odečet z displeje nebo výtisk dat).

Nutnou podmínkou platnosti této kalibrace je ověření správnosti **zapojení míst odběrů** tlaku vzhledem k popisu a zobrazení výstupů v systému

3.2 Kalibrace vstupu každé větve bez čidla.

Tento postup lze použít jen pro čidla s analogovým výstupem.

Kalibrace vstupu každé analogové větve (kanálu) systému monitoringu se provede připojením **napěťového/proudového kalibrátoru** na vstup příslušného kanálu monitoringu a odečet výsledného tlaku na výstupu monitoringu.

Výsledkem je „kalibrační list“ kde se uvede napětí/proud na vstupu kanálu a tlak na příslušném výstupu monitoringu (odečet z displeje nebo výtisk dat). Jeho přílohou je kalibrační list čidla.

Nutnou podmínkou platnosti této kalibrace je

- ověření správnosti **zapojení míst odběrů** tlaku vzhledem k popisu a zobrazení výstupů v systému
- platný **kalibrační certifikát** samotného **čidla**, které bude ke vstupu připojeno.

3.3 Kalibrace tlakového čidla.

Nově instalovaná čidla s elektrickým výstupem mají mít **kalibrační certifikáty** z nichž pro pracovní rozsah (bod) měření plyne **celková nejistota a odchylka měření do 2 Pa**.

Nemá-li nově instalované čidlo platný kalibrační certifikát, ale jen atest výrobce s technickými údaji a záznamem o kontrole, je nutno ho kalibrovat včetně celé elektronické větve (kanálu) podle 3.1.

Je zřejmé, že Kalibrační certifikát samotného tlakového čidla nezaručuje správnost měření tlaku příslušnou větví systému monitoringu.

4. ZÁVĚR

Po instalaci nebo změnách systému monitoringu tlaků je třeba vždy ověřit správnost funkce systému dokumentovanou kvalifikací a následně opakovaně za provozu provádět potřebné kalibrace.

Při ověření funkce je třeba ověřit

- správnost zapojení míst odběrů tlaku vzhledem k popisu a zobrazení výstupů v systému
- správnost ukazování a ukládání dat měřených tlaků v systému monitoringu
- kalibrace čidel a větví systému

Je zřejmé, že Kalibrační certifikát samotného čidla nezaručuje správnost měření tlaku monitorovacím systémem.