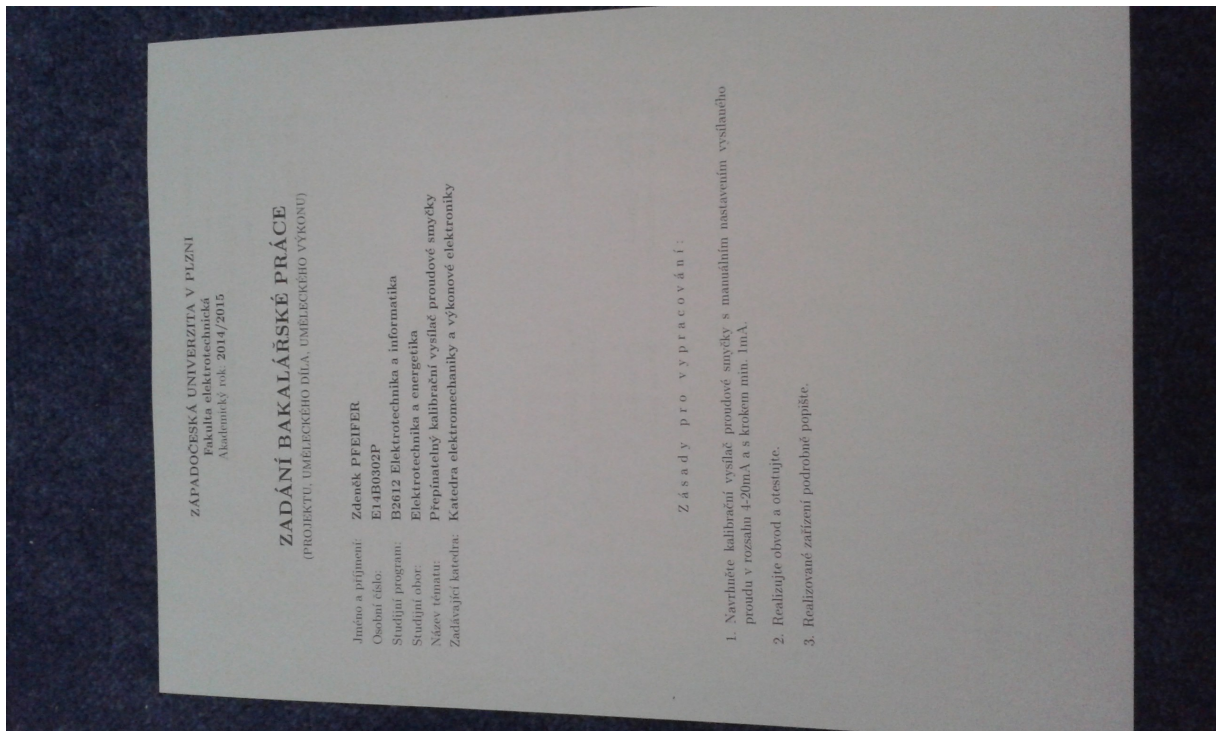


ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Přepínatelný kalibrační vysílač proudové smyčky



Originál (kopie) zadání BP/DP



Abstrakt

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na návrh kalibračního vysílače proudové smyčky s manuálním nastavením vysílaného proudu v rozsahu 4-20mA a s krokem min. 1mA.

Klíčová slova

Proud, kalibrace, kalibrační vysílač, vysílaný proud, krok rozsahu.

Abstract

The present thesis focuses on the design of the transmitter current loop calibration manually setting the transmitted current in the range of 4-20 mA and step min. 1 mA.

Key words

Current calibration, calibration transmitter transmitted currents step range.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

.....
podpis

V Plzni dne 9.6.2015

Zdeněk Pfeifer

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Jiří Švarný za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Obsah

OBSAH.....	7
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	8
ÚVOD.....	9
1.1 PŘEVODNÍKY U/I A I/U	10
1.2 OBECNÝ POPIS	10
1.2.1 <i>Obecné přenosové funkce.....</i>	<i>10</i>
1.3 POUŽITÍ PŘEVODNÍKŮ.....	11
1.4 DĚLENÍ PŘEVODNÍKŮ.....	11
1.4.1 <i>Pasivní převodníky.....</i>	<i>11</i>
1.4.2 <i>Aktivní převodníky.....</i>	<i>12</i>
1.5 DALŠÍ DĚLENÍ PŘEVODNÍKŮ.....	13
1.5.1 <i>Nesymetrické vedení.....</i>	<i>13</i>
1.5.2 <i>Symetrické vedení.....</i>	<i>14</i>
1.6 PROUDOVÁ SMYČKA 4-20mA.....	15
1.6.1 <i>Proudová smyčka.....</i>	<i>15</i>
1.6.2 <i>Komponenty.....</i>	<i>16</i>
1.7 PROUDOVÁ SMYČKA 4-20 mA.....	17
1.8 XTR 101 VNITŘNÍ ZAPOJENÍ.....	19
1.9 XTR 101 VNĚJŠÍ ZAPOJENÍ.....	20
SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ.....	22
PŘÍLOHY.....	23

Seznam symbolů a zkratek

I	[A]	elektrický proud
I _{in}	[A]	vstupní proud
I _{out}	[A]	výstupní proud
K	[-]	přenos
R	[Ω]	elektrický odpor
U	[V]	elektrické napětí
U _{in}	[V]	vstupní napětí
U _{out}	[V]	výstupní napětí
CMRR		Common Mode Rejection Ratio

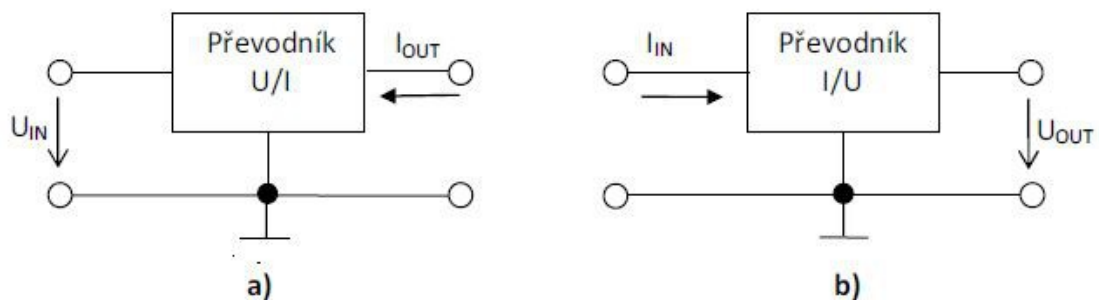
Úvod

Předkládaná práce je zaměřena na návrh kalibračního vysílače proudové smyčky s manuálním nastavením vysílaného proudu v rozsahu 4-20mA a s krokem min. 1mA. Z důvodu nedodání součástek k realizaci, otestování funkčnosti a následnému popsání celého realizovaného zařízení je tato práce pojata pouze teoreticky.

1.1 Převodníky U/I a I/U

1.2 Obecný popis

V technické praxi mohou nastat případy, kdy potřebujeme převést proud na napětí nebo napětí na proud. Tyto převodníky jsou tedy elektrické obvody, které, jak už jejich názvy vypovídají, převádějí proud na napětí a napětí na proud (obr. 1.2). Ohmův zákon říká, že napětí a proud jsou neoddělitelné. Jde tedy jen o to, která z těchto veličin je nositelem informace. Převodníky mění nositele informace u přenášeného signálu mezi těmito dvěma veličinami [1]



Obr. 1.2 . Jednoduché blokové schéma a) převodník U/I , b) převodník I/U

1.2.1 Obecné přenosové funkce

Převodník napětí na proud má přenosovou funkci

$$K = \frac{U_{out}}{I_{in}} \quad (1.2.a)$$

Převodník proudu na napětí má přenosovou funkci

$$K = \frac{I_{out}}{U_{in}} \quad (1.2.b)$$

[1]

1.3 Použití převodníků

V elektronice se více používá jako nositel informace napětí, a proto většina zařízení má napěťové vstupy a výstupy, pracují v napěťovém módu. Avšak některé signály jsou reprezentovány proudem. Z toho vyplívá potřeba mít obvody a zařízení, která proud dokážou zpracovat nebo převést na napětí. Typickou situací je měření proudu u zařízení, která mají napěťové vstupy nebo měření napětí u obvodu s proudovými výstupy [1].

1.4 Dělení převodníků

Podle použitých prvků dělíme převodníky na:

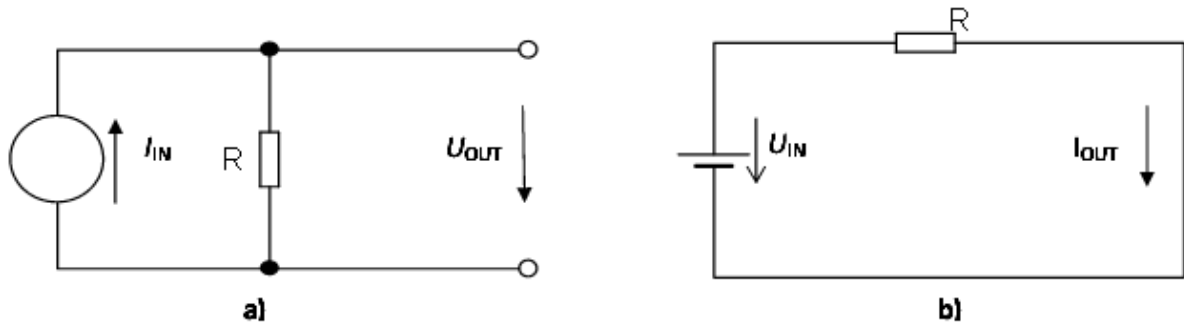
- *Pasivní – obsahují pouze pasivní prvek (rezistor R)*
- *Aktivní – obsahují jeden nebo více prvků aktivních*

[1]

1.4.1 Pasivní převodníky

Pasivní převodníky (obr. 1.4) jsou velmi jednoduché a obsahují pouze pasivní prvky, ty nejjednodušší pouze rezistor. Pasivní převodník proud na napětí se používá jako výstupní část proudového zdroje, výstupní část kombinovaného voltmetru, vstupní část invertujícího operačního zesilovače nebo také v jednoduchých obvodech jako je integrátor nebo derivátor. Pasivní převodník napětí na proud můžeme na druhou stranu použít jako výstupní část napěťového zdroje, kde vstupní část bude zdroj proudový. Další využití je jako vstupní část kombinovaného ampérmetru. U moderních multimetrů jsou použity pro měření velkých proudů. Velkou výhodou těchto zapojení je nepochybně jejich jednoduchost. Tyto pasivní obvody mají ovšem i velké nevýhody. Jednou z nevýhod je, že jejich vlastnosti jsou ovlivňovány druhem obvodu, který k nim připojíme. To je způsobeno velikostí vstupní

impedance toho připojeného obvodu, která ovlivňuje chování převodníku [1].



Obr. 1.4 a) Nejjednodušší převodník I/U, b) nejjednodušší převodník U/I

Pro pasivní převodníky platí

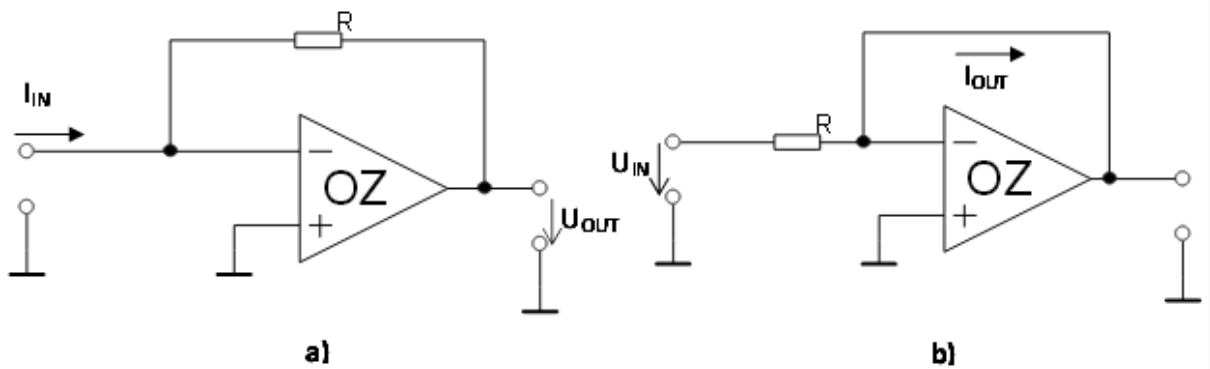
$$U_{out} = I_{in} \times R \quad (1.4.a)$$

$$I_{out} = \frac{U_{in}}{R} \quad (1.4.b)$$

[1]

1.4.2 Aktivní převodníky

Ptože pro většinu použití jsou vlastnosti pasivních převodníků nedostačující, používáme převodníky aktivní. Tyto převodníky obsahují pasivní prvky (rezistor, kapacitor), ale také jeden nebo více prvků aktivních. Jejich výhodou je, že přenos může být větší než 1, což je v některých situacích výhodné. Další výhodou je, že u aktivních obvodů lze dosáhnout lepších vstupních a výstupních parametrů (impedancí). Jako aktivní prvek se nejčastěji používá operační zesilovač. Nejjednodušší aktivní převodníky jsou znázorněny na obr. 1.4.2 [1].



Obr. 1.4.2. a) Jednoduchý převodník I/U s OZ, b) Jednoduchý převodník U/I s OZ

Funkci obvodů popisují následující rovnice

$$U_{out} = -I_{in} \times R \quad (1.4.2.a)$$

$$I_{out} = \frac{U_{in}}{R} \quad (1.4.2.b)$$

[1]

1.5 Další dělení převodníků

Další dělení souvisí se způsoby vedení signálu. Způsoby vedení signálu jsou popsány v následujících podkapitolách.

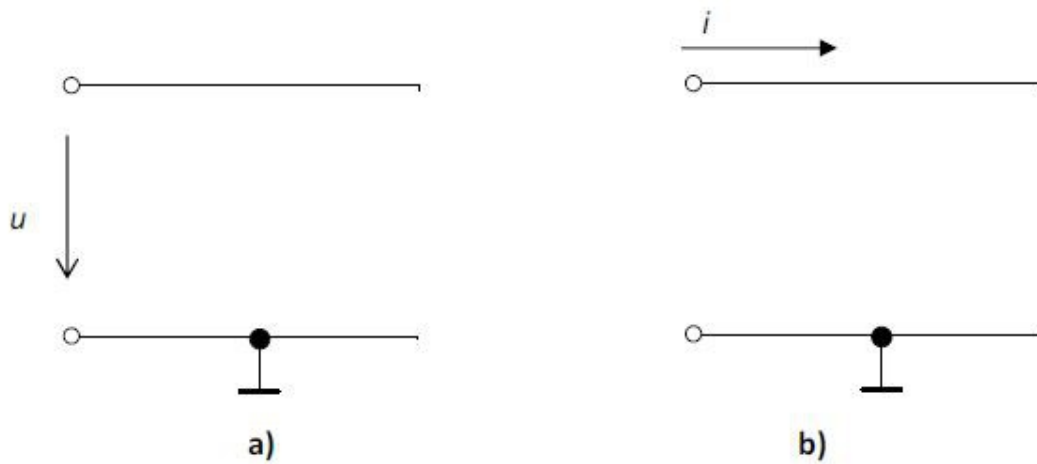
- Nesymetrické – mají pouze jeden vstup a jeden výstup
- Symetrické (diferenční) – podle typu převodníku, buď dva symetrické vstupy a jeden výstup, jeden vstup a dva symetrické výstupy, případně symetrické vstupy i výstupy

[1]

1.5.1 Nesymetrické vedení

Nejjednodušší formou vedení signálu je tzv. nesymetrické vedení (obr. 1.5.1), tedy jeden signálový vodič vztahovaný k zemi, který má nenulovou impedanci k ostatním signálovým vodičům. Zásadní nevýhodou tohoto způsobu vedení signálu je rušení a aditivní šum, který může být způsoben například silovým vedením, a který se superponuje na hodnotu

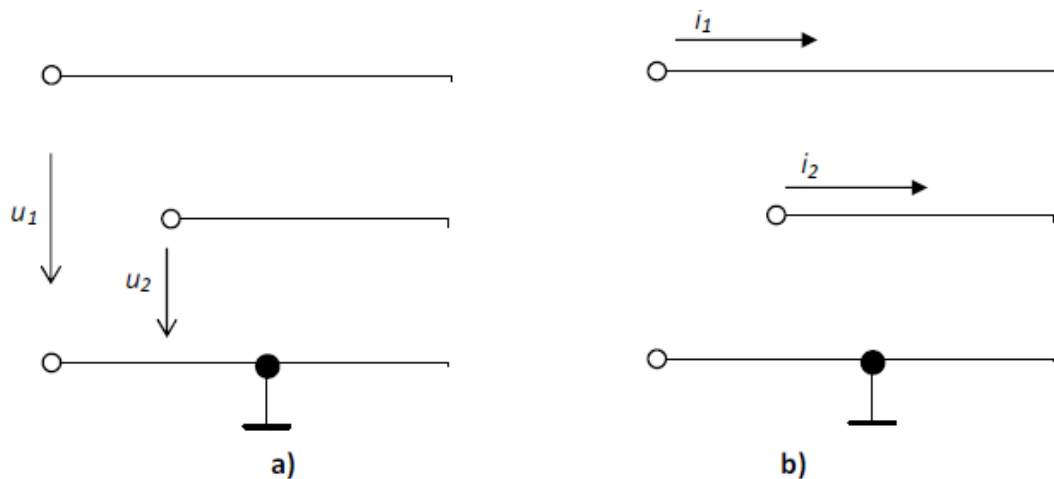
signálu. V audio technice tento jev způsobuje známé bzučení a hučení [1].



Obr. 1.5.1. Nesymetrické vedení a) v napěťovém módu, b) v proudovém módu [1]

1.5.2 Symetrické vedení

še zmíněnou nevýhodu vedení nesymetrického řeší vedení symetrické (obr. 1.5.2). Tato vedení jsou navržena tak, aby nebyla ovlivňována přeslechy ze elektroinstalace, případně z jiných signálových vodičů. Toho bylo docíleno tak, že výsledný signál je dán rozdílem dvou signálových vodičů vztažených k zemi. Teoreticky to znamená, že každý nevyžádaný signál přičtený k oběma signálovým vodičům je odstraněn odčítáním těchto signálů. V praxi není toto odečítání zcela dokonalé, protože zisk těchto dvou vodičů není nikdy stejný. S tím souvisí pojem CMRR (Common-Mode Rejection Ratio), tedy potlačení souhlasného rušivého signálu, které vyjadřuje míru zkreslení signálu, ke kterému může dojít. Jeden ze signálů (tzv. hot) je ve fázi a druhý (tzv. cold) mimo fázi, jinak řečeno mají vůči sobě opačnou fázi. Tohoto vedení signálu se hojně využívá při přenosu dat (např. UTP cat 5), v audio technice nebo u hudebních nástrojů [1].



Obr. 1.5.2. Symetrické vedení a) v napětovém módu, b) v proudovém módu

Pro symetrické vedení platí

$$U = U_1 - U_2 \quad (1.5.2.a)$$

$$I = I_1 - I_2 \quad (1.5.2.b)$$

[1]

1.6 Proudová smyčka 4-20mA

Proudová smyčka 4 - 20mA se již dlouho využívá jako standard pro přenos hodnot naměřených veličin v oblasti průmyslové automatizace. Vlivem velké šumové imunity dovoluje přenos na vzdálenosti stovek metrů a umožňuje napájení připojených komponent přímo ze smyčky. Následující článek shrnuje vlastnosti a poukazuje na některé obecné v návrhu takovéto smyčky. [2]

1.6.1 Proudová smyčka

Proudová smyčka 4 - 20 mA se již dlouhou dobu využívá v průmyslové automatizační technice. V praxi se však lze setkat s dvěmi možnými verzemi:

- analogová proudová smyčka - hodnoty jsou vyjádřené proudy v rozsahu 4 až 20 mA
- digitální proudová smyčka - hodnoty log. 0 je vyjádří proudem 4mA a log. 1 proudem

20mA

Ve většině případů se však využívá analogové varianty. Pro přenos digitálního signálu se častěji využívá proudové smyčky 0-20mA.

Výhodou proudové smyčky je značná imunita proti elektromagnetickému rušení často se vyskytující v průmyslu, přenos na velké vzdálenosti a v jednoduchosti. V případě přenosového média lze využít pouze dvou vodičů, i když vyskytují verze se třemi, případně čtyřmi vodiči pro zlepšení některých parametrů. Výhodou proudu jako signálové veličiny je i snadná detekce přerušení smyčky v případě, že detekovaný proud klesne k 0 mA. Odolnost proti rušení je dána nízkým vstupním odporem proudových vstupů připojených zařízení do smyčky (řádově desítky). Pokud je proudová smyčka napájena z dostatečně dimenzovaného zdroje napětí, nemá nenulový odpor vodičů a tedy i úbytky napětí na nich, přímý vliv na přenášenou hodnotu. Dále je možné provádět napájení připojených komponent přímo prostřednictvím smyčky. [2]

1.6.2 Komponenty

Komponenty mohou být po stránce vlivu na smyčku rozděleny do dvou typů:

- **Aktivní** - vkládá do smyčky zdroj napětí
- **Pasivní** - na zařízení vzniká úbytek napětí

Komponenty napájené přímo ze smyčky musí však zajistit spolehlivé uzavření smyčky. Nejčastěji se využívá napájení +24 V, protože toto napětí se nejčastěji využívá pro napájení zařízení a komponent v průmyslové automatizaci. Napájecí napětí +12V se obvykle využívá pro systémy založené na počítačích. [2]

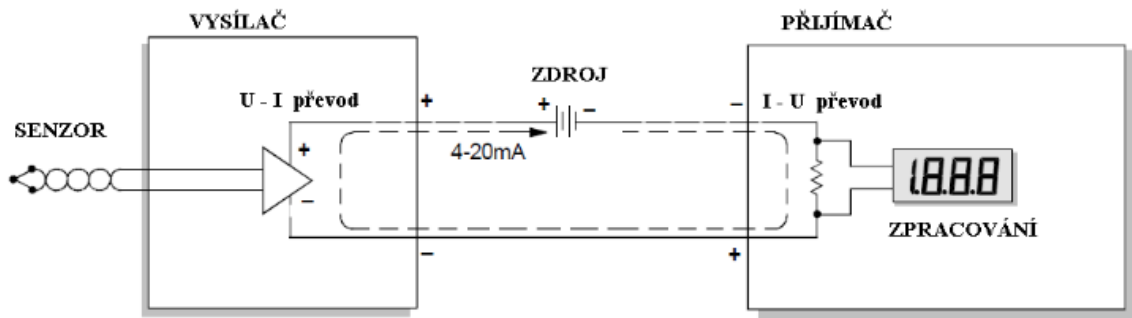
1.7 Proudová smyčka 4-20 mA

V praxi je často vyžadováno měření neelektrických veličin pomocí senzorů, které danou fyzikální veličinu převádí v určitém poměru na analogovou elektrickou veličinu – nejčastěji velikost napětí nebo proudu. Protože senzory mohou být umístěny v agresivním prostředí, je nutné odměřený údaj vhodným způsobem přenést do podmínek příznivějších k elektronickým zařízením. Možností je bezdrátový přenos, ale je senzorů více, je nutno z elektromagnetického spektra využít více pásem (aby se neovlivňovala) nebo implementovat rozlišovací algoritmy. Takové řešení však zatěžuje okolí elektromagnetickým zářením a naopak v některých prostředích samo podléhá značnému rušení. Další možností je smyčka – senzor je součástí elektrického obvodu, kde je informace přenášena skrz vodiče v podobě úrovně napětí nebo hodnoty proudu, obojí v daných intervalech se známým koeficientem převodu.

Napět'ové smyčky (přenos informace jako úrovně napětí) se v průmyslu vyskytují ojediněle. Jejich použití je vázáno na vysokoimpedanční zařízení, vznikají napět'ové ztráty na vodičích a celá sestava je velmi citlivá na rušení emitované z okolních elektrických přístrojů. Poslední jmenovaný nedostatek lze potlačit stíněním vodičů, takový krok ale zvyšuje cenu přenosové soustavy.

Proudové smyčky (obr. 1.7) jsou v průmyslu naopak pro své přednosti využívány velmi často. Napětí je ve smyčce rozloženo na jednotlivé zátěže a též vznikají napět'ové ztráty na vedení, ale přenos informace je vázán na hodnotu proudu. Je využito I. Kirchhoffova zákona, dle kterého vtékající proud do uzavřené smyčky musí také celý vytéci, nemůže se „ztratit“. Proud, který protéká takovou uzavřenou sériovou smyčkou, má všude stejnou hodnotu, na straně vysílače informace i na straně příjemce; veškeré nosiče náboje putující ze zdroje přes vodiče a komponenty smyčky se zase do zdroje musí vrátit. Tím je dána spolehlivost proudové smyčky při přenosu informace a značná odolnost proti rušení. U proudových smyček je potřeba hlídat celkové požadavky na napětí ve smyčce. Pokud napět'ové požadavky smyčky převýší možnosti zdroje, začne proud smyčkou klesat. Do

požadavků je při návrhu smyčky nutné zahrnout nejenom nutné úbytky na straně vysílací a na straně přijímací, ale i ztráty na vedení a úbytky napětí na případných dalších komponentách ve smyčce[3].

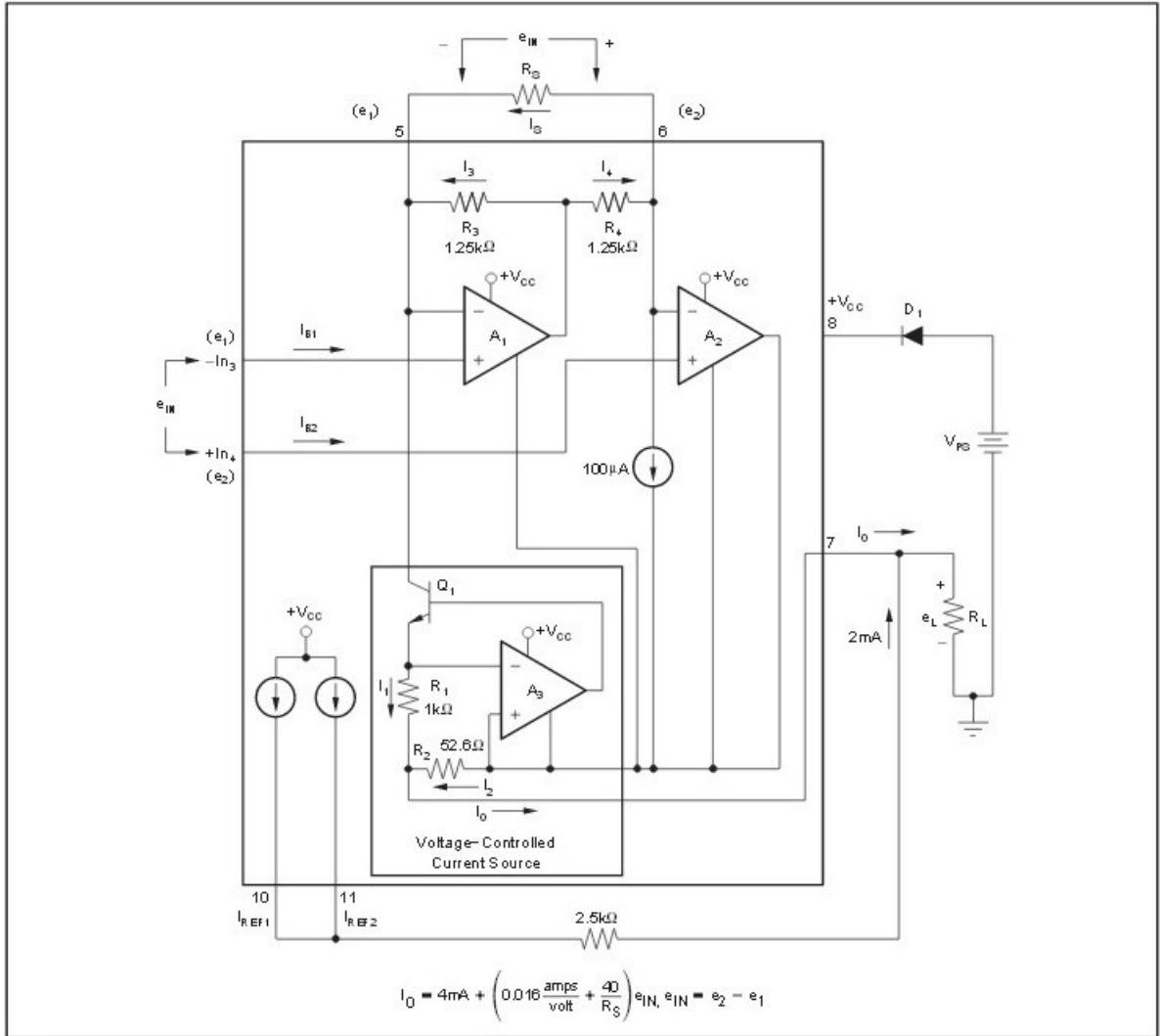


Obr. 1.7: Schematické uspořádání proudové smyčky[3]

V průmyslu bylo ustanoveno několik standardů proudových smyček. Pro měření fyzikálních veličin pomocí elektrických senzorů je rozšířena proudová smyčka 4 – 20 mA při napětí od 12 V nebo 24 V. Z hlediska robustnosti smyčky je výhodné napětí 24 V, v aplikacích napojených na digitální zpracování dat bývá použito spíše napětí 12 V. Proud 4 mA informačně odpovídá nule na čidle. Je-li smyčka přerušena, odečítaná hodnota klesne mimo používaný rozsah. To je využíváno ke snadné kontrole uzavřenosti smyčky. Základní provedení smyčky pro standardní aplikace je dvou vodičové, viz obr. 8. Pro speciální aplikace norma ANSI/ISA-S50.01 vyčleňuje též třívodičové vedení (samostatně vodič pro uzemnění vysílače) a čtyřvodičové vedení, kde jsou napájecí vodiče smyčky vedeny odděleně od signálových [3].

1.8 XTR 101 vnitřní zapojení

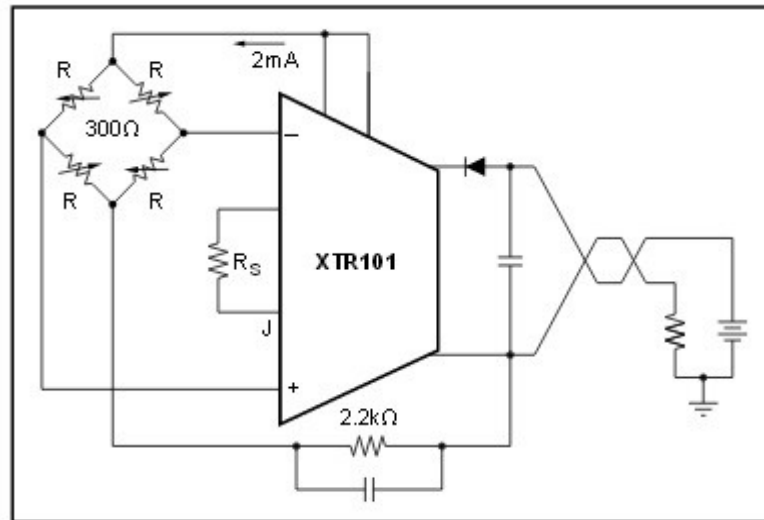
Proudová smyčka měla být realizována pomocí součástky XTR 101. Její vnitřní zapojení je znázorněno na obr.1.8



Obr 1.8 XTR vnitřní zapojení [4]

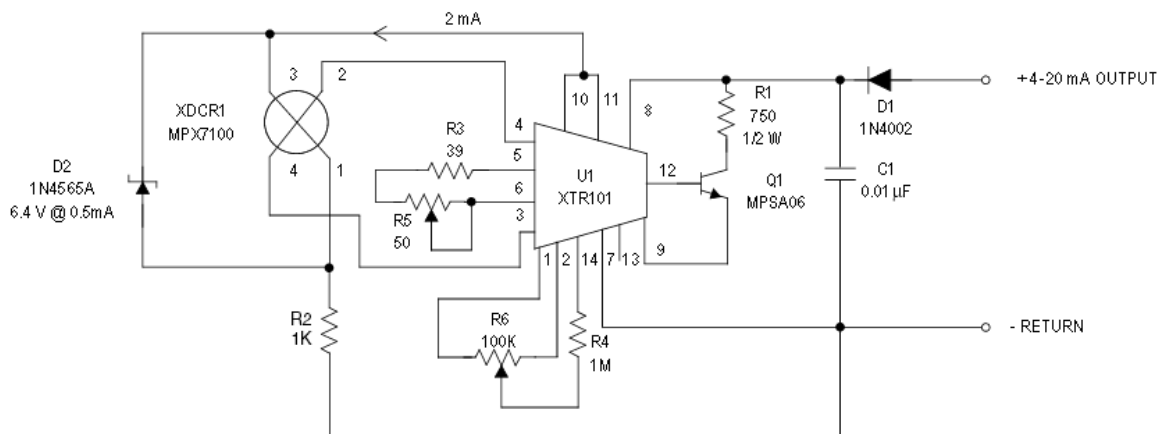
1.9 XTR 101 vnější zapojení

Obvodem na obr 1.9.a měl být kalibrační vysílač realizován.



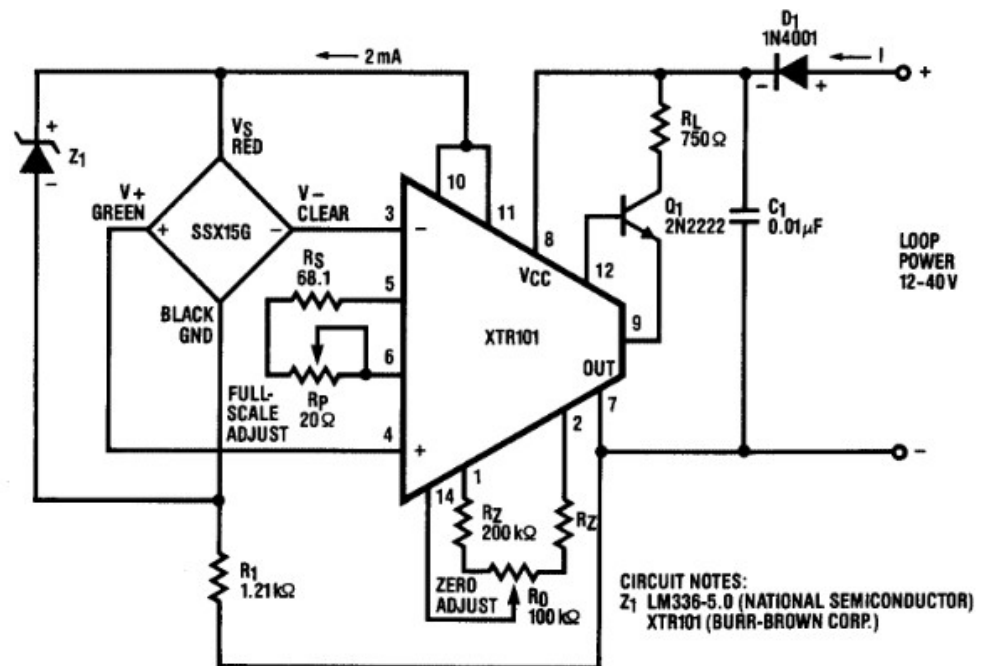
Obr. 1.9.a XTR 101 vnější zapojení [5]

Pro konkrétní zapojení jsem měl připraven application note se zapojením na obr. 1.9.b



Obr. 1.9.b XTR 101 vnější zapojení [6]

V případě nefungčnosti byl ještě připraven další application note se zapojením na obr. 1.9.c



Obr. 1.9.c XTR 101 vnější zapojení [7]

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] *Diplomová práce: NÁVRH A REALIZACE SYMETRICKÝCH PŘEVODNÍKŮ U/I A I/U* [online]. [cit. 2014-12-18]. Dostupné z:
http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=26115
- [2] *Automatizace.hw.cz: Proudová smyčka 4-20mA* [online]. [cit. 2015-1-20]. Dostupné z:
<http://automatizace.hw.cz/clanek/2005112901>
- [3] *BAKALÁŘSKÁ PRÁCE: Zařízení pro měření intenzity slunečního záření* [online]. [cit. 2015-2-10]. Dostupné z:
https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=42545
- [4] *XTR101 - Texas Instruments: Datasheet* [online]. [cit. 2015-1-15]. Dostupné z:
<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/xtr101.pdf>
- [5] *XTR101 - Texas Instruments: Datasheet* [online]. [cit. 2015-1-16]. Dostupné z:
<http://www.classiccmp.org/rtellason/chipdata/xtr101.pdf>
- [6] *XTR101: Application note* [online]. [cit. 2015-2-24]. Dostupné z:
http://cache.freescale.com/files/sensors/doc/app_note/AN1303.pdf
- [7] *XTR101: Application note* [online]. [cit. 2015-2-24]. Dostupné z:
http://www.sensorica.ru/pdf/1_doc_10.pdf

Přílohy

Application note [6]

Simple, Low-Cost 4 mA to 20 mA Pressure Transmitter

Technical Note

On the XTR101, the common-mode voltage of the signal inputs (pins 3 and 4) from the sensor must be between 4 Vdc and 6 Vdc above the voltage at the OUT pin (pin 7). This requirement can be easily satisfied by inserting a 1.21 kOhm resistor in series with the sensor. This connection raises the common-mode voltage of the sensor outputs to 4.9 Vdc above the negative supply. The 2.4 Vdc is in addition, to the normal common-mode voltage of the sensor output of 2.5 Vdc from the outputs being one-half of the 5 Vdc sensor supply voltage. These connections enable the sensor outputs to be typically 4.9 Vdc higher than pin 7 and near the middle of the common-mode input range of the XTR101.

SPAN ADJUSTMENT

The XTR101 provides a full-scale adjust by connecting a resistor between pins 5 and 6. The gain resistor can be easily calculated from the following equation.

$$R_1 = \frac{40}{16 \text{ mA} - 0.016} \text{ Span}$$

Where: R₁ is in ohms, and span is the sensor output at full-scale minus the offset voltage in millivolts. To allow for calibration of the full-scale output, R₁ consists of a fixed-value resistor (R_{1f}) and an adjustment pot (R_{1a}).

ZERO ADJUSTMENT

The transmitter can be adjusted for offset errors by using a pot (R₂) and two resistors (R₃) connected to the XTR101. This adjustment comes in contact with the internal instrumentation amplifier, and for every 100 μV of adjustment the transmitter will drift an additional ±0.3 μV/°C. Therefore, it is recommended that low offset devices be used to minimize possible transmitter

errors. Although this adjustment method induces a slight error into the transmitter, an offset adjustment connected directly to the sensor output is likely to induce larger temperature errors by causing an imbalance in the sensor resistors and compensation networks.

OTHER CONSIDERATIONS

Transmitter accuracy is increased by using an external transistor to reduce the heat dissipated by the XTR101. The transistor is connected in parallel with an internal transistor where the load current will be shared. A 750 watt (¼ watt to ½ watt) resistor in series with the collector is recommended for systems that have a power supply greater than 24 Vdc.

Lead lengths on the circuit board should be kept as short as possible to reduce noise and parasitic resistance. It is especially important to minimize the lead lengths for the high impedance signal input and the offset adjustment nodes on the converter.

By placing a 0.01 μF capacitor and a diode near the XTR101 package, the circuit is protected from voltage transients and reverse polarity of the power supply.

DESIGN EXAMPLES

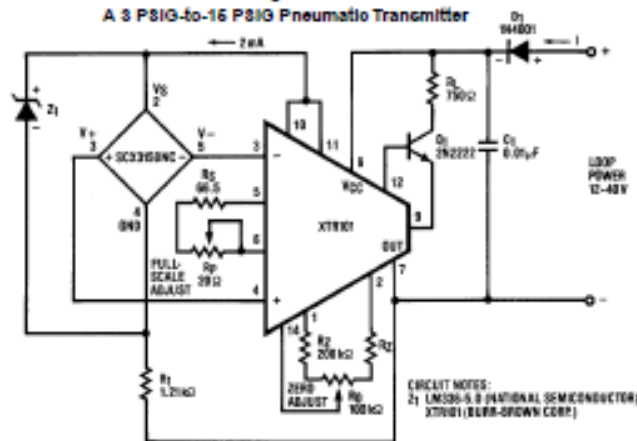
Example 1: A 30 FT. Tank Level Indicator

A 30 ft process tank holds a solution with a specific gravity of 0.95. A pressure sensor is located near the bottom of tank to monitor the solution height. The pressure at the bottom of the full tank can be calculated as follows:

$$P_{(h)} = \frac{(0.95) 30 \text{ ft} \times 12 \text{ in/ft}}{2.768 \text{ in/psi}}$$

$$P_{(h)} = 12.36 \text{ psi}$$

Figure 2
A 3 PSIG-to-16 PSIG Pneumatic Transmitter



Simple, Low-Cost 4 mA to 20 mA Pressure Transmitter

Technical Note

The SSX15G is used for this application for the convenience of a threaded mount and stainless steel isolation. From the SSX15G datasheet, the device will have an output of 90 mV at 15 psi with a 12 Vdc power supply. The SSX15G is ratiometric, so with a 12.36 psi input and a 5 Vdc supply, the sensor will output 30.9 mV. The gain resistor can be found by using the gain equation where R_1 is calculated to equal 79.7 Ohm. To allow a five percent span adjustment range, let R_3 equal a 68.1 Ohm resistor and R_2 a 20 Ohm pot. A zero adjustment of $\pm 280 \mu\text{A}$ is provided by letting R_2 equal 200 kOhm and R_3 equal a 100 kOhm pot. The completed circuit is shown in Figure 1.

ADJUSTMENT PROCEDURE

- (A) Vent the sensor to atmosphere and adjust R_3 so that I_{OUT} equals 4.00 mA.
- (B) At a full pressure of 12.36 psi, adjust R_2 so that I_{OUT} equals 20.00 mA.
- (C) Repeat (A) and (B) as necessary.

Example 2: A 3 psi to 5 psi Pneumatic Transmitter

The SCX315DNC has been especially calibrated for the 3 psi to 15 psi range such that the sensor output at 3 psi is equal to 0 Vdc. Therefore, as shown in Figure 2, no additional components are needed to offset the 3 psi pressure signal as with other pressure devices. This pressure transmitter can still use the same simple adjust procedure as in the first example to measure the 3 psi to 15 psi pressure range used in pneumatic

controls. From the SCX315DNC datasheet, the sensor will have an offset of 0 Vdc at 3 psi, and at 15 psi the sensor will output 72 mV with a 12 Vdc supply. The gain resistor can be found by calculating the span with 5 volts of excitation and substituting the output into the gain equation. R_1 is calculated to equal 77 Ohm. To allow for a five percent span adjustment let R_3 equal a 66.5 Ohm resistor and R_2 a 20 Ohm pot. By having R_2 equal 200 kOhm and with R_3 a 100 kOhm pot, the offset current can be adjusted $\pm 280 \mu\text{A}$.

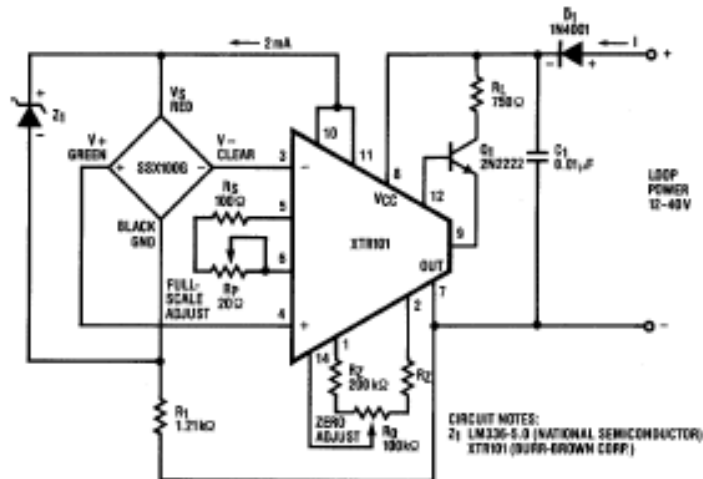
ADJUSTMENT PROCEDURE

- (A) Apply 3 psi to the sensor and adjust R_3 such that I_{OUT} is equal to 4.00 mA.
- (B) Apply 15 psi and adjust R_2 until I_{OUT} is equal to 20.00 mA.
- (C) Repeat (A) and (B) as necessary.

Example 3: A 0 psi to 100 psi Cooling System

An SSX100G is used to monitor a cooling system that has an operating range of 0 psi to 100 psi. From the SSX100G datasheet, the sensor will output 100 mV with 100 psi applied and a 12 Vdc excitation voltage. With a 5 Vdc excitation, the SSX100G will have a full-scale output of 41.7 mV. R_1 can be found by the gain equation to equal 109 Ohm. Allowing for $\pm 5\%$ adjustment let R_3 equal a 100 Ohm resistor and R_2 a 20 Ohm pot. By letting R_2 equal a 200 kOhm resistor and R_3 equal a 100 kOhm pot, the offset current can be adjusted by $\pm 200 \mu\text{A}$.

Figure 3
A 0 PSIG-to-100 PSIG Cooling System Transmitter



Simple, Low-Cost 4 mA to 20 mA Pressure Transmitter

ADJUSTMENT PROCEDURE

- (A) Vent the sensor, and adjust R_3 until I_{OUT} equals 4.00 mA.
 (B) Apply 100 psig to the sensor, and adjust R_3 so that I_{OUT} equals 20.00 mA.
 (C) Repeat (A) and (B) if necessary.

CONCLUSION

By combining the SCX or SSX compensated sensors with the XTR101, a simple and low-cost 4 mA to 20 mA pressure transmitter can be designed. This design requires a minimum of additional components and provides a cost effective solution to many industrial pressure sensing applications.

WARRANTY/REMEDY

Honeywell warrants goods of its manufacture as being free of defective materials and faulty workmanship. Contact your local sales office for warranty information. If warranted goods are returned to Honeywell during the period of coverage, Honeywell will repair or replace without charge those items it finds defective. **The foregoing is Buyer's sole remedy and is in lieu of all other warranties, expressed or implied, including those of merchantability and fitness for a particular purpose.**

Specifications may change without notice. The information we supply is believed to be accurate and reliable as of this printing. However, we assume no responsibility for its use.

While we provide application assistance personally, through our literature and the Honeywell web site, it is up to the customer to determine the suitability of the product in the application.

For application assistance, current specifications, or name of the nearest Authorized Distributor, check the Honeywell web site or call:

Internet: www.honeywell.com/sensing
E-mail: info.sc@honeywell.com
Telephone: International 1-800-537-6945
 USA/Canada 1-815-235-6847
 United Kingdom +44 (0)1698 481 481
 France +33 1 60 19 80 40
 Germany +49 69 8064 444
 Asia Pacific +65 6365-2828
Fax: USA 1-815-235-6545

Honeywell

Sensing and Control
www.honeywell.com/sensing
 Honeywell
 11 West Spring Street
 Freeport, Illinois 61032

99159-1-EN (5/01) 1203 Printed USA
 Copyright © 2003 Honeywell International Inc. All Rights Reserved.