

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A
KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘÍCÍ TECHNIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT of control and instrumentation

Analýza chybové funkce snímače Analyse fault analysis

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

LENKA PAULASOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

DOC. ING. PETR BENEŠ, PH.D.

BRNO 2007

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá problematikou analýzy chybovosti reléového snímače Bosch Rexroth AG R0830100488. Zadáání bylo získáno přímo u firmy Bosch Jihlava. Jedná se o reléový koncový snímač. Snímač je nasazen na svařovací lince ve firmě Bosch a dochází u něj ke svařování kontaktů. Práce se snaží o analýzu vzniku této chyby.

Klíčová slova

Bosch, Rexroth AG R0830100488, reléový snímač, svařovací linka, svařování kontaktů.

Abstract

Bachelor thesis describes fault analyze of relay sensor Bosch Rexroth AG R0830100488. Submission was obtained from Bosch Jihlava company. The relay sensor is end sensor on the welding line. The problem is with the sensor in the welding of its contacts. This thesis try analyze this fault.

Key words

Bosch, Rexroth AG R0830100488, relay sensor, welding line, welding of contacts.

PAULASOVÁ, L. *Analýza chybové funkce snímače*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2008. 35 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Petr Beneš, Ph.D.

Prohlášení

„Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma "Analýza chybové funkce snímače" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a odborného konzultanta a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušila autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhla nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědoma následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.“

V Brně dne :

Podpis:

Děkuji doc. Ing. Petr Benešovi a konzultantovi Janu Novotnému za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

OBSAH

1. ÚVOD	8
2. SNÍMAČ BOSCH REXROTH AG R0830100488.....	9
3. OPOTŘEBENÍ KONTAKTŮ	11
3.1 Mechanické opotřebenění kontaktu	11
3.2 Ostatní rušivé vlivy na kontaktech:.....	11
3.3 Elektrické opotřebenění kontaktu	11
4. RUŠIVÉ SIGNÁLY A JEJICH ZDROJE	12
5. VAZEBNÍ MECHANISMY PŘENOSU RUŠIVÝCH SIGNÁLŮ	14
5.1 Galvanická vazba	14
5.2 Kapacitní Vazba.....	16
5.2.1 Kapacitní vazba galvanicky oddělených obvodů	16
5.2.2 Kapacitní vazba mezi obvody se společným vodičem	18
5.2.3 Kapacitní vazba vůči zemi.....	19
5.3 Induktivní vazba.....	19
5.4 Vazba vyzařováním.....	20
6. MOŽNÉ PŘÍČINY PORUCHY.....	22
6.1 Proudová sonda	23
6.2 Měření	24
6.3 Zhodnocení měření.....	27
6.4 Vyloučení možných příčin svaření kontaktů	29
6.4.1 Špatná konstrukce snímače.....	29
6.4.2 Vibrace.....	29
6.4.3 Životnost snímače.....	29
6.4.4 Transformátor	29
6.4.5 Špatné uzemnění.....	30
6.4.6 Indukční vazba.....	30
6.4.7 Kapacitní vazba	30
6.4.8 Vazba vyzařováním	30
7. ZÁVĚR.....	31
8. LITERATURA	32

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 2.1: Vnitřní zapojení snímače Bosch Rexroth AG R 0830100488.....	9
Obrázek 2.2: Principiální schéma zapojení snímače Bosch Rexroth AG R 0830100488.....	10
Obrázek 4.1: Blokové schéma přenosu rušení [4] [3].....	13
Obrázek 5.1: Druhy elektromagnetických vazeb [2]: a) galvanická, b) kapacitní, c) induktivní, d) vyzářováním	14
Obrázek 5.2: Galvanická vazba se společnou impedancí ve vedení [2]: a) napájecím, b) řídicím, c) zemním.....	15
Obrázek 5.3: Parazitní kapacitní vazba galvanicky oddělených obvodů(a,b) a její zmenšení užitím oboustranného stínění [2].....	16
Obrázek 5.4: Kapacitní vazba mezi obvody se společným vodičem [2]: a) možný vznik v číslicových obvodech, b) ve více žilovém kabelu, c) náhradní schéma.....	18
Obrázek 5.5: Kapacitní vazba proti zemi [2]	19
Obrázek 5.6: Induktivní vazba [2]	20
Obrázek 5.7: Vazba vyzářováním [2]	21
Obrázek 6.1: Proudová sonda [2].....	23
Obrázek 6.2: Schéma zapojení měřicí soustavy.....	24

SEZNAM TABULEK

Tabulka 4-1: Kmitočtové spektrum některých zdrojů rušení [2].....	13
Tabulka 6-1: Přehled příčin svaření kontaktů	22
Tabulka 6-2: Hodnoty zemnicích odporů získané z revizní zprávy[5]	30

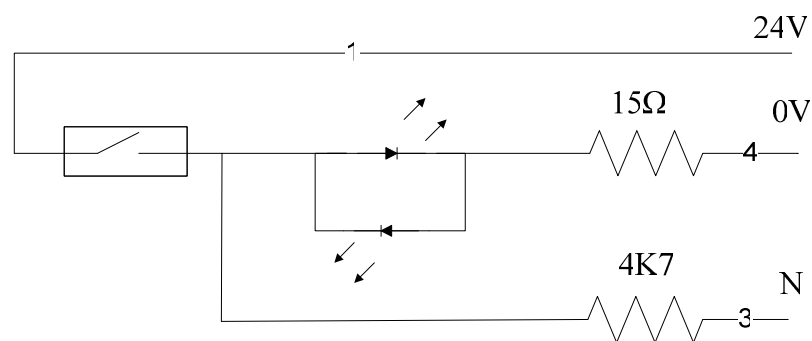
1. ÚVOD

Firma Bosch sídlící v Jihlavě se zabývá výrobou vysokotlakých čerpadel pro dieselové motory. K výrobě mimo jiné používá čtyři svařovací linky, které se od sebe liší pouze použitým PLC. První dvě linky používají Siemens Simatik CPU 318-2, novější linky používají Siemens Simatik CPU 317-2- PN/DN. Každá linka je sestavena ze tří samostatných stanic spojených dopravníkovým pásem (viz příloha 2), každá stanice má svůj rozvaděč. První stanice zajišťuje odporové svařování, na druhé stanici probíhá pulzní laserové svařování a na poslední laserové svařování CO₂.

Každá linka používá přibližně 500 reléových snímačů Bosch Rexroth AG R0830100488, jako koncové členy. Na dvou starších linkách dochází ke slepování kontaktů tohoto snímače. Nejčastější výskyt této chyby je v okolí odporového svařování a dopravníkového pásu. K odstranění této poruchy proběhly na linkách dvě úpravy oddělení datových kabelů od silových a změna odrušovacího filtru Schaffner FN 331H-50-33 (odrušení fází) za Tomotan FMAD 0934-3610 (odrušení fází a země). Tyto změny výskyt daného problému snížily ale neodstranily.

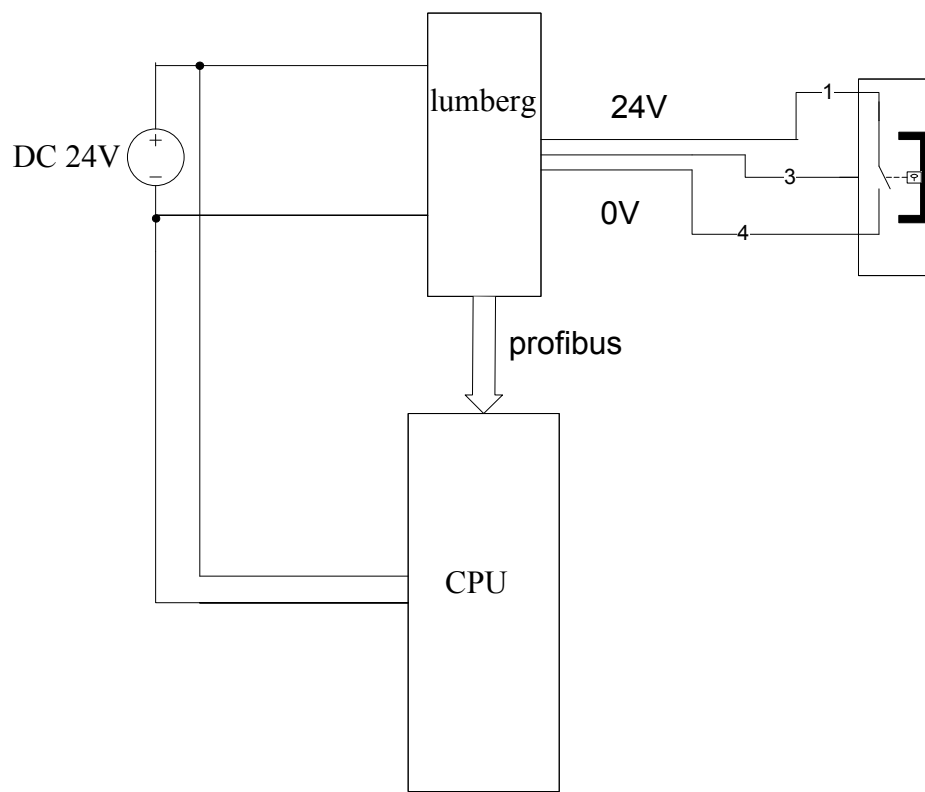
2. SNÍMAČ BOSCH REXROTH AG R0830100488

Snímač Bosch Rexroth je reléový snímač. Reléové kontakty jsou tvořeny dvojicí pružných jazýčků z magneticky měkkého materiálu, které jsou zataveny ve skleněné vakuové baňce. Kontakt se spíná přiblížením magnetu. Tím dojde ke zmagnetování konců jazýčků, jejich vzájemnému přitáhnutí a následnému doteku [1]. Snímač je podle výrobce fyzicky schopen snést při sepnutí maximální proud $I_{max} = 130 \text{ mA}$, při provozním napětím $U = 10\text{-}30 \text{ V}$ a je schopen spínat s frekvencí $f_{max} = 300 \text{ Hz}$ [6].



Obrázek 2.1: Vnitřní zapojení snímače Bosch Rexroth AG R 0830100488

Snímač je napájen stejnosměrným stabilizovaným zdrojem Siemens Sitop power 24V/40A. Tento zdroj napájí všechny snímače dané stanice i řídicí jednotku Siemens CPU 318-2 DP. Data jsou přenášena sítí Profibus-DP pomocí rozbočovačů Lumberg 0970 PSL 111 (Lumberg), které zpracovávají informace od snímačů a posílají je do CPU jak je znázorněno na obrázku 2.2. Lumberg zajišťují i napájení jednotlivých snímačů.



Obrázek 2.2: Principiální schéma zapojení snímače Bosch Rexroth AG R 0830100488

3. OPOTŘEBENÍ KONTAKTŮ

Svaření jazýčků může být způsobeno elektrickým opotřebením kontaktů, mechanickým opotřebením či jinými rušivými vlivy [1].

3.1 MECHANICKÉ OPOTŘEBENÍ KONTAKTU

Mechanické opotřebenění je dáno třením, rázy a konstrukcí. Závisí na tlaku v kontaktech, hustotě spínání a na materiálu. U zdvihových kontaktů má být mechanické opotřebenění zanedbatelné [1].

3.2 OSTATNÍ RUŠIVÉ VLIVY NA KONTAKTECH:

Činnost kontaktů může být také narušena vnějšími parazitními vlivy. Kmitání kontaktů může způsobit opakované spínání a tím zvětšení jejich opotřebenění. Přehřívání, ať vlastní činností či okolím, způsobí změnu elektrických parametrů. Na kontaktech může vzniknout vrstva, která se při zahřátí spálí na tvrdou, špatně vodivou vrstvu a ta může izolovat obě vrstvy kontaktu [1].

3.3 ELEKTRICKÉ OPOTŘEBENÍ KONTAKTU

Vlivem elektrického proudu dochází k opalování kontaktů a přenášení materiálu kontaktů. Kontakty musí tedy procházet proud menší než je mezní proud kontaktu. Mezní proud je maximální proud při jehož přerušení nedochází k oblouku. Jeho velikost závisí na čistotě materiálu, teplotě místa styku, jakosti povrchu, tvaru kontaktu a relativní vlhkosti prostředí. Při procházení větších proudových nárazů je nebezpečí částečného nebo úplného svaření kontaktů (vliv se dá omezit materiálem kontaktů např. uhlíkem) [1]. Nežádoucí proudy vznikají v důsledku elektromagnetického rušení z okolních elektrických přístrojů.

4. RUŠIVÉ SIGNÁLY A JEJICH ZDROJE

Zdroj elektromagnetického rušení nelze přesně určit, jelikož každý spotřebič je zároveň zdrojem i přijímačem tohoto rušení. Je tedy zřejmé, že se všechna elektrická zařízení navzájem ovlivňují. Přesto v praxi považujeme určitou skupinu systémů za zdroje elektromagnetického rušení. Tato skupina systémů se vyznačuje mnohem vyšším generováním rušivých signálů než je jeho přijímání. Rušení a jeho zdroje lze rozdělit podle různých hledisek např. :

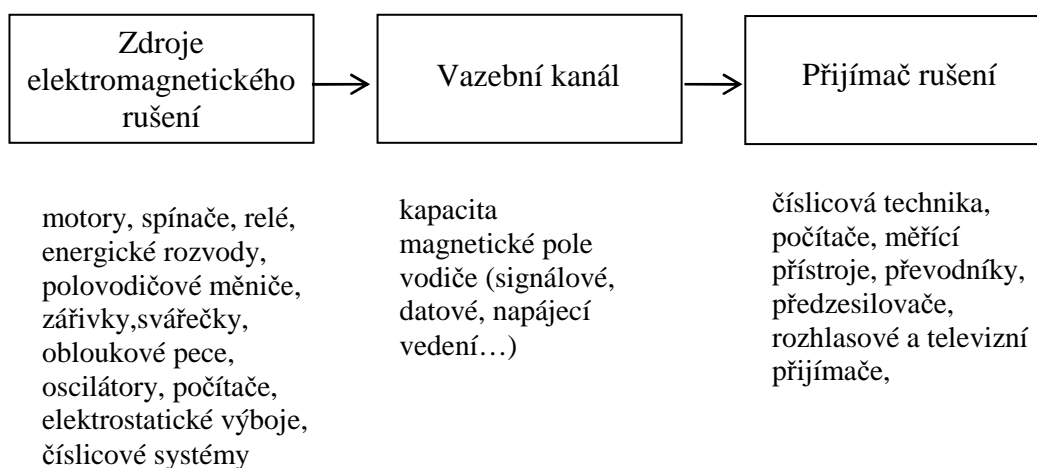
- přírodní (přirozené), umělé (technické)
- funkční (sdělovací signály vysílačů), nefunkční (parazitní)
- podle časového průběhu - impulsní ,spojité, kvazi-impulsní
- šum, impulsy a přechodné jevy
- podle šířky kmitočtového spektra -úzkopásmové, širokopásmové
- obsazení kmitočtového spektra -nízkofrekvenční, vysokofrekvenční

Bojovat s elektromagnetickým rušením se dá dvojitým způsobem. V ideálním případě se omezí zdroj rušení. Toho lze docílit pouze u zdroje vzniklého technickou činností, ale ani zde se vždy nepodaří rušení patřičně snížit. Největším problémem je odhalení samotného zdroje rušení. Proto se v praxi používají různé prostředky, které mají potlačit vliv elektromagnetického rušení u potenciálního přijímače. Vznik přírodního rušení se nedá ovlivnit, můžeme tedy jen předcházet jeho následkům. Pro použití vhodných prostředků při potlačení je podstatná šířka kmitočtového spektra. Většina průmyslových a přírodních rušivých signálů je širokopásmová. Mezi zdroje úzkopásmových signálů patří televizní a rozhlasové vysílače. Tabulka 4-1 ukazuje některé zdroje rušení a jejich frekvenční rozsah [4] .

Tabulka 4-1: Kmitočtové spektrum některých zdrojů rušení [4]

Zdroje rušivých signálů	Kmitočtové pásmo	Způsob šíření rušivého signálu
zářivka	0,1Hz÷3MHz 100Hz÷3MHz	po vedení prostorem
rtuťová výbojka	0,1Hz÷1MHz	po vedení
kolektorové motory	2Hz÷4MHz 10Hz÷400KHz	po vedení prostorem
síťové vypínače	0,5Hz÷25MHz	po vedení
výkonové spínače	10Hz÷20MHz 0,1Hz÷20MHz	po vedení prostorem
spínané síťové zdroje	0,1Hz÷30MHz 0,1Hz÷30MHz	po vedení prostorem
koronový výboj	0,1Hz÷10MHz	po vedení
klopné obvody	15KHz÷400MHz	prostorem

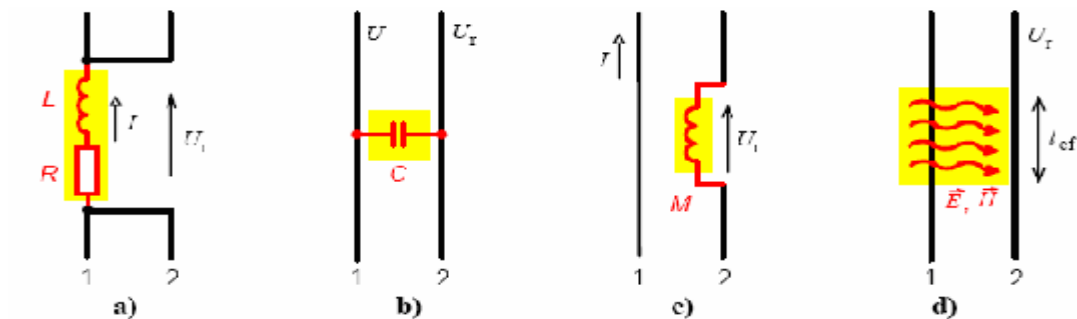
Rušivé signály se mohou od svého zdroje přenášet různými elektromagnetickými vazebními mechanizmy. Schematicky je to znázorněno na obr. 4.1



Obrázek 4.1: Blokové schéma přenosu rušení [4] [3]

5. VAZEBNÍ MECHANISMY PŘENOSU RUŠIVÝCH SIGNÁLŮ

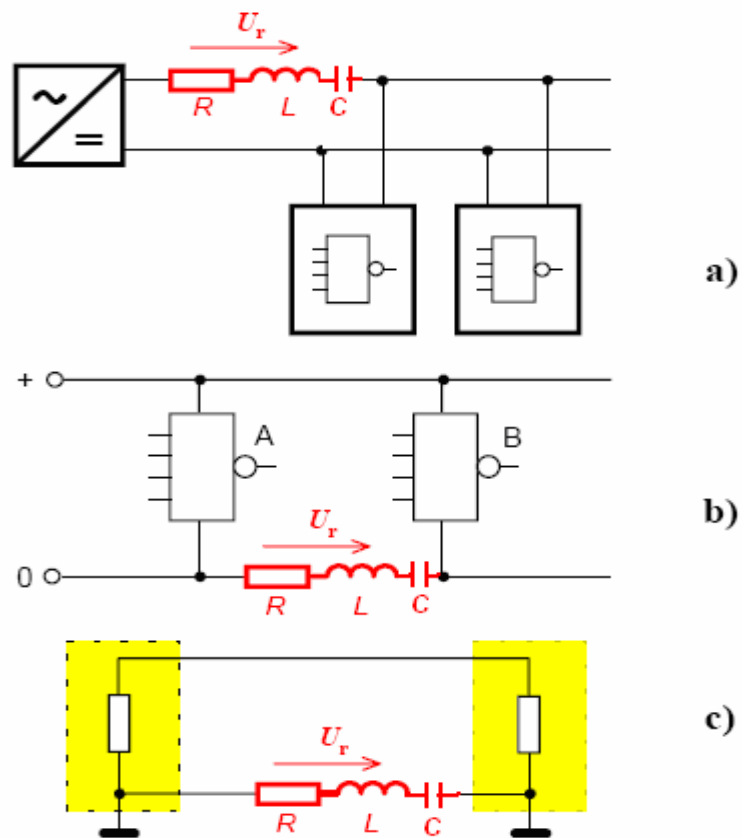
Přenos rušivých signálů z jejich zdroje do přijímače závisí na druhu a způsobu vazby mezi zdrojem a přijímačem rušení. Tyto vazby můžeme dělit z hlediska fyzikálního principu na vazbu galvanickou, kapacitní, indukční a vazbu vyzařováním (elektromagnetickým polem), jak je naznačeno na obrázku 5.1 [2].



Obrázek 5.1: Druhy elektromagnetických vazeb [2]: a) galvanická, b) kapacitní, c) indukční, d) vyzařováním

5.1 GALVANICKÁ VAZBA

Proudové smyčky se uzavírají přes společnou impedanci. Impedance, obvykle charakteru RLC obvodu, může být tvořena např. vnitřní impedancí společného napájecího zdroje, společného přívodu řídicích obvodů nebo být impedancí společného zemnicího systému. Jednotlivé impedance jsou znázorněny na obrázku 5.2 [2].



Obrázek 5.2: Galvanická vazba se společnou impedancí ve vedení [2]: a) napájecím, b) řídicím, c) zemním

Rušení způsobené galvanickou vazbou má stejný opakovací kmitočet jako zdroj rušení. Průběh je pak závislý na charakteru impedance. Pro RLC charakter bude průběh rušivého signálu mít tvar tlumené sinusovky [2].

Pro minimalizaci galvanických vazeb je nutné:

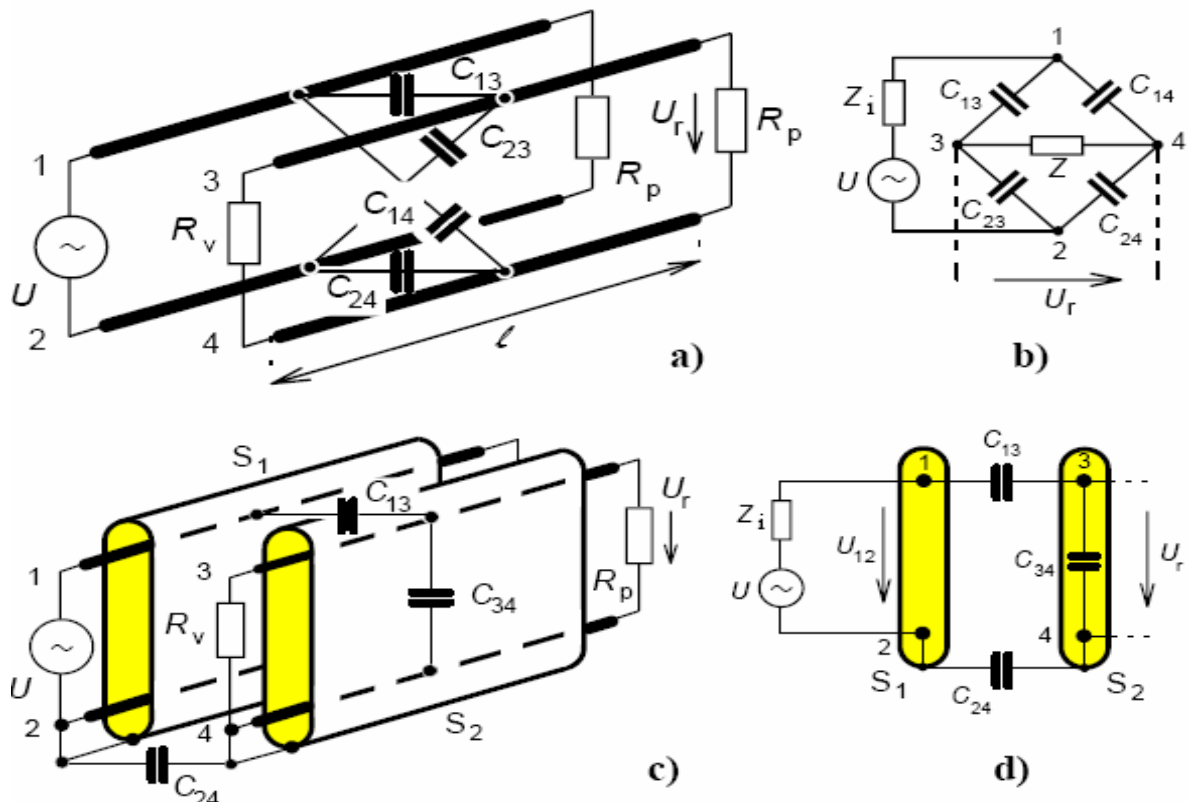
- dostatečně dimenzovat společný zemnicí vodič
- u signálových vodičů neslučovat společný vodič
- nevytvářet společné části napájecích přívodů k jednotlivým blokům
- elektronická zařízení různých technologií vybavit samostatnými napájecími zdroji
- v možných případech zcela vzájemně galvanicky oddělit např. funkčně související signálové a výkonové obvody jednoho zařízení

5.2 KAPACITNÍ VAZBA

Kapacitní vazba je způsobena parazitními kapacitami mezi vodiči nebo jednotlivými částmi obvodu či konstrukcí zařízení. Nejvýznamnější kapacitní vazby jsou vazba galvanicky oddělených obvodů, vazba mezi obvody se společným vodičem a kapacitní vazba vůči zemi. [2]

5.2.1 Kapacitní vazba galvanicky oddělených obvodů

Kapacitní vazba galvanicky oddělených obvodů je naznačena na obrázku 5.3a [2]. Její náhradní schéma je na obrázku 5.3b [2], kde impedance Z_i je závislá na impedančních vlastnostech rušícího obvodu 1-2 a náhradní impedance Z má parametry rušeného obvodu 3-4. Rušivé napětí U_r se dá minimalizovat vyvážením kapacitního můstku. Toho lze dosáhnout zkroucením vodičů 1-2, hlavně rušeného vedení 3-4. Tím se sníží parazitní kapacitní vazba.



Obrázek 5.3: Parazitní kapacitní vazba galvanicky oddělených obvodů(a,b) a její zmenšení užitím oboustranného stínění [2]

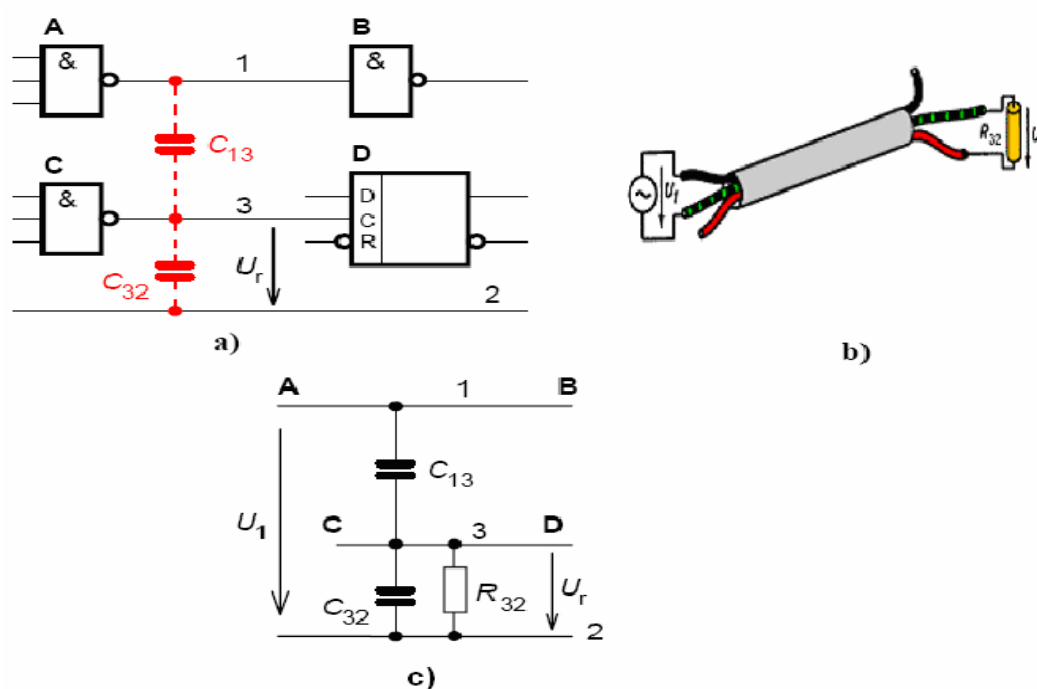
Kapacitní vazbu lze snížit stíněním vodičů jak je znázorněno na obr 5.3c. Stínění musí být dobře vodivé a galvanicky spojené s jedním vodičem každého páru vedení jak je znázorněno na obr.5.3d. Rušivé napětí U_r je úměrné poměru kapacit C_{13}/C_{34} a C_{24}/C_{34} podle vztahu [2]

$$U_r = U_{12} \frac{1}{1 + C_{34}/C_{13} + C_{34}/C_{24}} \quad (5.1)$$

Ze vztahu vyplývá, že čím větší bude kapacita C_{34} mezi vodiči 3-4 rušeného obvodu a jeho stíněním ve srovnání s kapacitami C_{13} a C_{24} tím bude stínící účinek lepší. [2]

5.2.2 Kapacitní vazba mezi obvody se společným vodičem

Kapacitní vazba mezi obvody se společným vodičem často vzniká v číslicových obvodech. Stejný typ vazby nastává také mezi vodiči ve vícežilovém kabelu viz. obrázek 5.4b [2].



Obrázek 5.4: Kapacitní vazba mezi obvody se společným vodičem [2]: a) možný vznik v číslicových obvodech, b) ve více žilovém kabelu, c) náhradní schéma

Parazitní přenosový obvod dle náhradního schématu na obrázku 5.4c představuje derivační článek. Přenesené rušivé napětí má pak podobu úzkých impulsů.

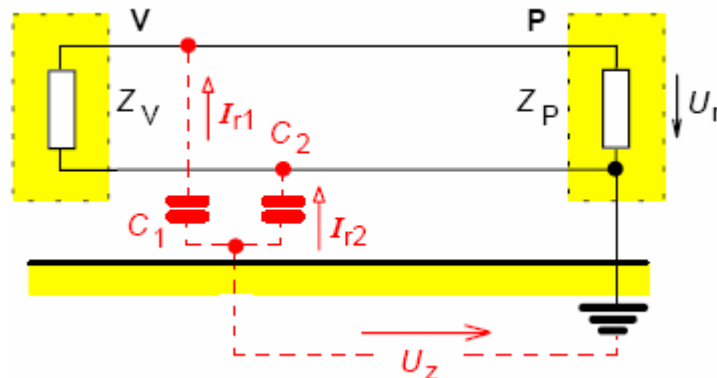
Tento druh kapacitní vazby se dá snížit [2]:

- maximálním snížením vazební kapacity C_{13}
- oddálením obou vodičů 1 a 3
- zamezení jejich souběžného vedení nebo maximální zkrácení souběžnosti
- volbou co nejmenších průřezů obou vodičů
- minimální hodnota permitivity izolace mezi vodiči

- realizovat co největší kapacitu C_{32} vzájemným těsným přiblížením, případně zkroucením vodiče 3 se vztažným vodičem 2.
- hodnotu R_{32} udržovat na co nejmenší velikosti
- vzájemně elektricky odstínit oba ovlivňující se vodiče dobře vodivým materiálem

5.2.3 Kapacitní vazba vůči zemi

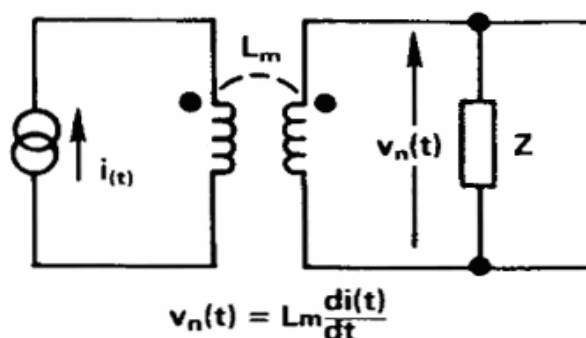
Kapacitní vazba vůči zemi je vyvolána velkou kapacitou přívodů obvodu vůči společné zemi, jak je zobrazeno na obrázku 5.5[2]. Rušivé napětí v zemi U_Z se průtokem rušivých proudů I_{r1} a I_{r2} parazitními vazebními kapacitami C_1 a C_2 přenáší jako rušivé napětí U_r na vstupní svorky obvodu P (přijímače rušení). Tato vazba se dá odstranit užitím stínění tak, že stínění je uzemněno a prochází jím oba vodiče obvodu. Pak rušivý proud I_r protéká stíněním mimo vstup obvodu P [2].



Obrázek 5.5: Kapacitní vazba proti zemi [2]

5.3 INDUKTIVNÍ VAZBA

Prochází-li obvodem časově proměnný elektrický proud, vzniká v okolním prostoru proměnné magnetické pole viz.obr.5.6. Ve vodičích v blízkosti tohoto magnetického pole se indukuje napětí, jehož velikost roste se zvyšováním kmitočtu.



Obrázek 5.6: Induktivní vazba [2]

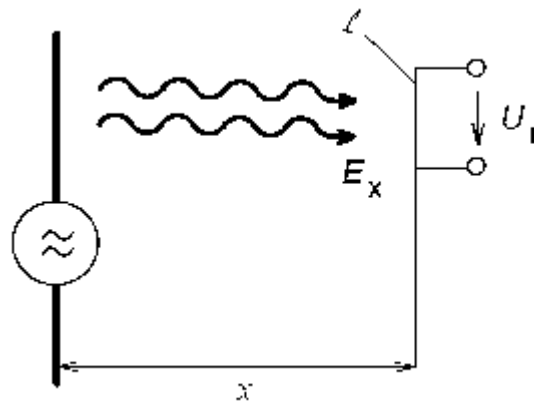
Parazitní induktivní vazba je nebezpečná zejména v případech rychlých změn rušivého proudu velké velikosti. Tyto situace nastávají např. při elektrostatických výbojích.

Pro minimalizaci parazitní induktivní vazby mezi obvody je třeba, aby délka souběžně probíhajících vodičů obou obvodů byla minimální, vzdálenost obou obvodů byla co největší a velikost proudové smyčky rušeného obvodu (obvodu přijímače) byla co nejmenší. Dále je nutné zkroucení vodičů obvodu přijímače, kolmé natočení vazebních smyček a stínění obvodu přijímače.

Jak plyne z předchozích rozborů, dochází k významným parazitním induktivním, ale i kapacitním vazbám zejména při souběžném vedení energetických silových kabelů s datovými a signálovými kabely či s kabely řídicích obvodů a systémů. Z hlediska maximálního omezení parazitních vazeb mezi kabely je nezbytně nutné jejich rozdělení do samostatných, vzájemně elektromagneticky stíněných, rozvodných sekcí [2].

5.4 VAZBA VYZAŘOVÁNÍM

Působením elektromagnetické vlny se ve vodičích přijímače indukuje rušivé napětí, které se v jeho obvodech sčítá s užitečným signálovým napětím nebo jej dokonce zcela překrývá. Situace je znázorněna na obrázku 5.7[2]. K parazitním vazbám vyzářováním lze typicky přičítat rušení blízkými vysílači, atmosférickým rušením i řadou druhů průmyslových poruch.



Obrázek 5.7: Vazba vyzařováním [2]

Omezení elektromagnetického rušení vyzařováním lze realizovat pomocí stínícího krytu nebo přepážky umístěným mezi zdroj a přijímač rušení. Tím se vyzářená intenzita E_x značně sníží.

V samotném zařízení může dojít k parazitní vazbě vyzařováním na mikrovlnných kmitočtech. Kovový kryt přístroje lze považovat za úsek dutého vlnovodu. Tento problém lze odstranit zmenšením příčných rozměrů vlnovodu tak, aby vlnová délka nejvyššího kmitočtu rušivého signálu byla delší než dvojnásobek největšího rozměru [2].

6. MOŽNÉ PŘÍČINY PORUCHY

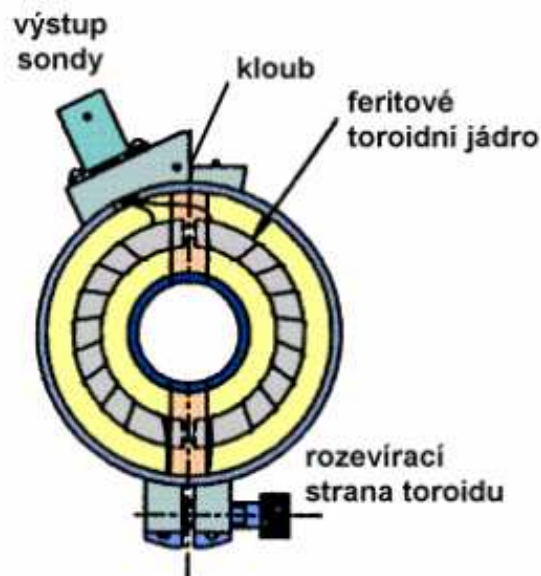
Tabulka 6-1: Přehled příčin svaření kontaktů

Špatná konstrukce snímače <ul style="list-style-type: none">- špatný materiál může mít za následek přílišné zahřátí kontaktů a tím i celého snímače což by vedlo k pokles odporu a zvýšení proudu
Vibrace <ul style="list-style-type: none">- způsobí opakované spínání a tím zvětšení jeho opotřebení
Životnost snímače <ul style="list-style-type: none">- nepřetržitý provoz může mít za následek rychlejší opotřebení
Transformátor <ul style="list-style-type: none">- rušivé signály z napájecí sítě mohou být transformovány
Špatné uzemnění <ul style="list-style-type: none">- galvanická vazba- příliš velká impedance způsobí vznik rušivého napětí
Indukční vazba <ul style="list-style-type: none">- střídavý proud může v okolních vodičích naindukovat rušivé napětí vlivem proměnného magnetického pole
Kapacitní vazba <ul style="list-style-type: none">- může vznikat mezi jednotlivými vodiči přívodního kabelu snímače
Vazba vyzařováním <ul style="list-style-type: none">- odporové svařování může být zdrojem elektromagnetického záření, které může indukovat rušivé napětí do vodičů snímače

Možné příčiny poruchy snímače jsou shrnuty v tabulce 6-1. Na snímači byla provedena řada měření a byly získány ověřující data možných příčin vlivů poruchy. Měření proběhlo v provozu proudovou sondou Tektonix P6022 a osciloskopem Tektronix TDS 2014B.

6.1 PROUDOVÁ SONDA

Proudová sonda je zhotovena tak, že obepíná vodič, jehož rušivý proud chceme měřit. Tento vodič představuje primární vinutí transformátoru sondy, vlastní sonda představuje pak sekundární vinutí. Sonda má tvar toroidního transformátoru rozděleného na dvě rozevratelné poloviny pro možnost vložení zkoumaného vedení viz obrázek 6.1 [2].

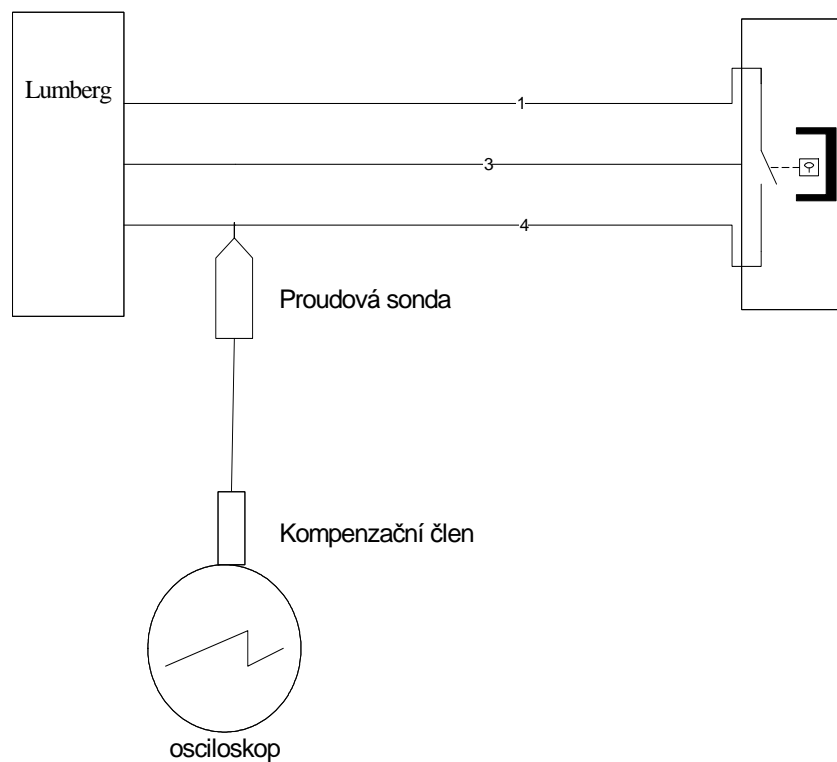


Obrázek 6.1: Proudová sonda [2]

Použitá sonda Tektronix P6022, jejíž sekundární vinutí je z 50 závitů, umožňuje měření střídavého proudu do 6A o rozsahu frekvencí od 935 Hz do 120 MHz. Sondy nelze použít bez kompenzačního členu. Sonda je bez kompenzačního členu frekvenčně závislá a tedy nepřesná.

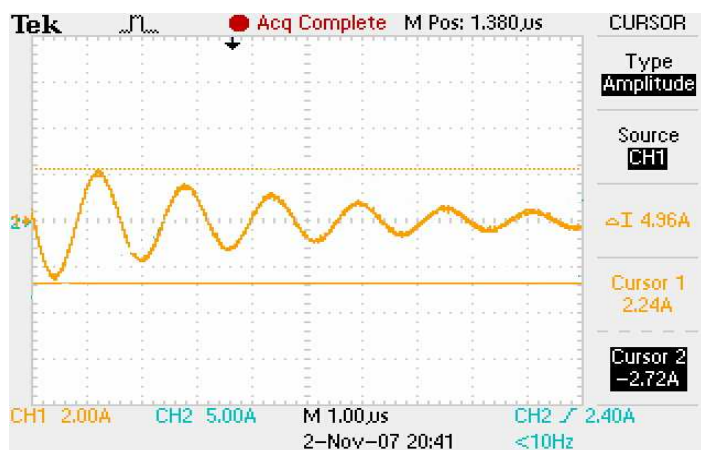
6.2 MĚŘENÍ

Měření byla provedena na dvou místech s vysokou četností výskytu poruchovosti snímače. Tato místa byla určena pomocí již dříve provedené statistiky (viz.příloha 1) a na doporučení specialisty Jana Novotného. Vybrány byly snímače na pozici S14.7 a S24.4. Snímač S14.7 je umístěn na koníku, který podává „lasche“ klešťovému mechanismu, který jej přemístí k svařovacímu zařízení. Snímač S24.4 je umístěn na dopravníkovém pásu na začátku linky, viz. příloha 2. Měření byla provedena na lince 2 (poruchová) a lince 3 (bezporuchová).

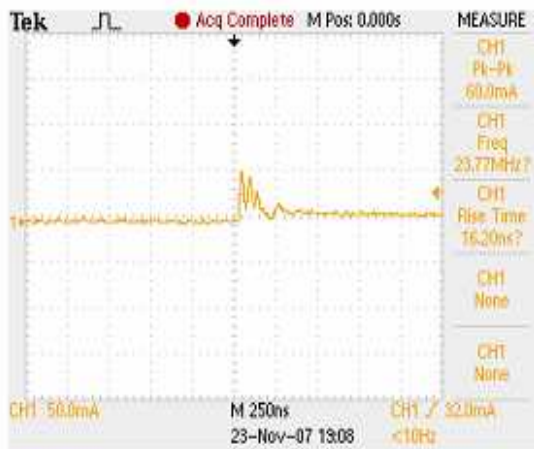


Obrázek 6.2:Schéma zapojení měřicí soustavy

Průběhy získané osciloskopem Tektronix TDS 2014B:



Obrázek 6.3: Snímač S14.7 při svařování a)linka 2, b) linka 3 c) bez použití omezení linka 2



a

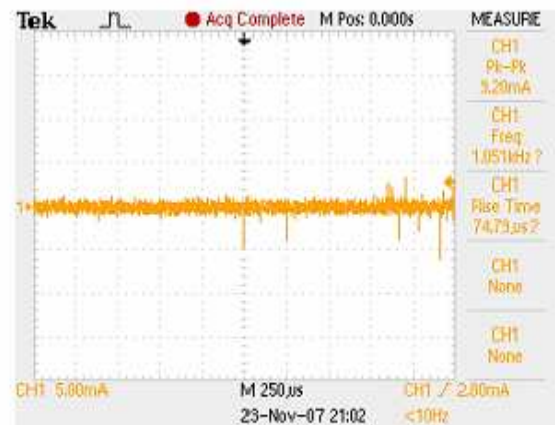


b

Obrázek 6.4: Sepnutí snímače S14.7 a) linka 2, b) linka 3

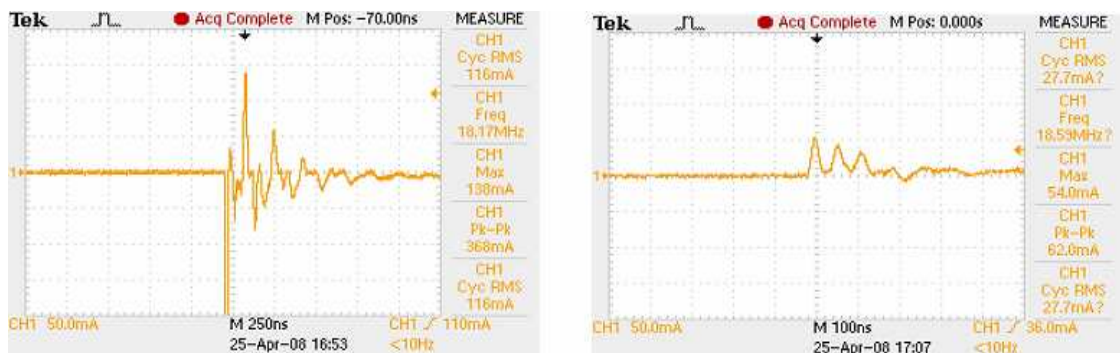


a



b

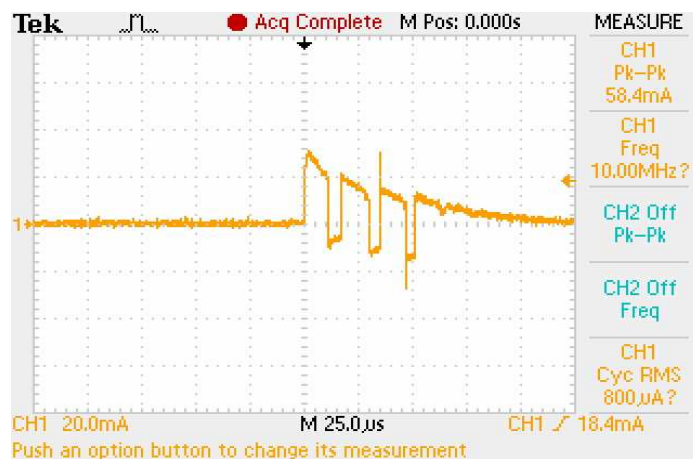
Obrázek 6.5: Sepnutí snímače S24.4 a) linka 2, b) linka 3



a

b

Obrázek 6.6: Sepnutí snímače S24.4 a) linka 2, b) linka 3



Obrázek 6.7: Sepnutí snímače v laboratoři

6.3 ZHODNOCENÍ MĚŘENÍ

Na obrázcích 6.3a a 6.3b jsou vidět průběhy sepnutí snímače na pozici S14.7 měřené proudovou sondou Tektonix P6022 a osciloskopem Tektronix TDS 2014B na linkách 2 a 3. Z průběhů je patrné, že oba snímače na odlišných linkách se chovají podobně. Rozdíly v proudu a průběhu signálu jsou minimální. Rozdílnost průběhů na obrázcích 6.3a a 6.3b je způsobena odlišnou časovou základnou. Na lince 2 dosahovala hodnota proudu protékajícího snímačem $I = 66\text{mA}$, na lince 3 byla tato hodnota $I = 60\text{mA}$.

Obrázek 6.3c ukazuje nutnost použití zapojení kompenzačního členu mezi proudovou sondou a osciloskop. Tento člen kompenzuje vlivy závislosti proudové sondy na frekvenci vstupního signálu.

Na obrázcích 6.4a a 6.4b jsou viditelné průběhy opětovného měření na snímači na pozici S14.7 na linkách 2 a 3 měřené o dvě hodiny později oproti předchozímu měření. Jak je vidět, průběhy se příliš neliší a hodnoty proudů se opět pohybují kolem 60mA. Hodnota proudu změřeného v laboratořích byla $I = 58mA$, jak je vidět na obrázku 6.7. Tato hodnota proudu tekoucího snímačem může být tedy považována za standardní. Měření v laboratořích bylo provedeno s použitím laboratorního zdroje Diametral V130R50D, který napájel snímač 24V. Ke snímači byl přikládán magnet, aby bylo simulováno spínání snímače na lince.

Na obrázku 6.5a je viditelné sepnutí snímače na pozici S24.4 na druhé lince, při kterém dochází k průtoku abnormálně velkého proudu. Hodnota proudu v tomto případě dosáhla $I = 372mA$. V tomto případě se projevila některá z možných příčin rušivých vlivů. Při takto velkém proudu dochází ke svařování kontaktů reléového snímače a podstatně se tak zkracuje životnost snímače.

Obrázek 6.5b ukazuje sepnutí tranzistorového snímače, který je používán jako náhrada reléového snímače. V technologickém procesu však nelze zjistit, jaký druh snímače je použit z důvodu špatné dostupnosti a není žádný záznam o tom, jaký snímač je kde použit.

Na obrázku 6.6a je opět sepnutí snímače na pozici S24.4 na druhé lince, kterým prochází abnormálně velký proud, měřené asi o čtyři měsíce později. Proud zde opět dosahoval přibližně hodnoty 370mA. Dá se tedy předpokládat, že porucha na tomto místě je stále přítomna.

Na obrázku 6.6b je vidět průběh sepnutí reléového snímače na pozici S24.4 na třetí lince po asi čtyřech měsících od posledního měření. Jak je vidět, byl předchozí tranzistorový snímač nahrazen novým reléovým. Je jasné, že během těchto čtyř měsíců došlo k poruše tranzistorového snímače a byl nahrazen snímačem novým. Jak se poté ukázalo, tak k chybám, ke kterým dochází na lince dvě, dochází v menší míře i na lince třetí.

6.4 VYLOUČENÍ MOŽNÝCH PŘÍČIN SVAŘENÍ KONTAKTŮ

Na začátku kapitoly 6 je tabulka (Tabulka 6-1), kde jsou shrnuty možné příčiny svaření kontaktů. V této podkapitole bude věnována pozornost vyloučení jednotlivých možných příčin svaření kontaktu dle této tabulky.

6.4.1 Špatná konstrukce snímače

Špatná konstrukce snímače byla vyloučena z toho důvodu, že snímač je použit na všech linkách na jejich různých částech. Snímačů je na každé lince přibližně 500. Daný problém svařování kontaktu se vyskytuje na specifických místech viz. příloha 2, kde jsou tato místa označena.

Dalším důvodem pro vyloučení chyby konstrukce snímače je, že na daných místech dochází také k poškození snímačů tranzistorových.

6.4.2 Vibrace

Z informací získaných od konzultanta bylo zjištěno, že na linkách ani v jejich blízkosti se nenachází žádný zdroj vibrací. Tím pádem lze tuto možnost vyloučit.

6.4.3 Životnost snímače

Podle [1] je teoretická životnost vakuových kontaktů až 10^8 sepnutí. Snímač spíná 300x za hodinu. Z toho vyplývá, že počet sepnutí za rok dosahuje řádově 10^6 sepnutí. V dokumentaci se nenalézá informace o možném maximálním počtu sepnutí spínače. Snímače na problematických místech jsou měněny několikrát do roka. Bohužel nelze zjistit, jak dlouho vydrží snímač na neporuchovém místě, ale ze získaných informací od konzultanta vydrží snímače na takovém místě více jak rok. Některé jsou tam od začátku běhu linky (4 roky). I tuto příčinu je tedy možno vyloučit.

6.4.4 Transformátor

Na linkách proběhly v poslední době úpravy v napájení linek z důvodu odstranění daného problému. Byly vyměněny odrušovací filtry Schaffner FN331H-50-33 na fázích za Timotan FMAD 934-3610. U nových filtrů je filtrována i zem. Tímto krokem došlo ke snížení výskytu daného problému, ale ne k jeho odstranění.

6.4.5 Špatné uzemnění

V tabulce 6-2 se nacházejí hodnoty zemnicích odporů měřené revizním technikem při pravidelných prohlídkách. Všechny tyto hodnoty splňují normou stanovené požadavky. Z tohoto měření lze usuzovat, že ani tato možnost nezpůsobuje daný problém.

Tabulka 6-2: Hodnoty zemnicích odporů získané z revizní zprávy[5]

	linka 1	linka 2	linka 3	linka 4
Impedance vypínací smyčky	$>0,06 < 0,5 \Omega$	$>0,06 < 0,4 \Omega$	$>0,06 < 0,5 \Omega$	$>0,06 < 0,4 \Omega$
Odpor ochranných vodičů	$>0,06 < 0,12 \Omega$	$>0,06 < 0,12 \Omega$	$>0,08 < 0,12 \Omega$	$>0,06 < 0,13 \Omega$
Přechodový odpor	$>0,06 < 0,1 \Omega$	$>0,06 < 0,1 \Omega$	$>0,05 < 0,1 \Omega$	$>0,06 < 0,1 \Omega$

6.4.6 Indukční vazba

V rámci řešení daného problému došlo k oddělení datových kabelů od silových. Dle informací od konzultanta, došlo k výraznému poklesu výskytu daného problému. Na pozici S24.4 dochází k výskytu daného problému neustále. Na tomto místě nejsou nikde vedeny kabely tak, aby mohlo docházet k indukční vazbě. Na pozici S14.7 jsou kabely od snímačů vedeny vedle sebe a během měření na této pozici se neprojevil velký proud, který by mohl být příznakem indukční vazby.

6.4.7 Kapacitní vazba

Během měření na pozici S14.7 nebyl zjištěn větší nárůst proudu snímačem. Lze tedy usuzovat, že stejně jako indukční vazba, ani kapacitní vazba se zde zřejmě neprojevuje.

6.4.8 Vazba vyzařováním

Při procesu odporového svařování se vytvoří elektromagnetické pole, které způsobí sepnutí snímače v jinou dobu než by sepnut být měl. Jiné vlivy na snímač se měřením a pozorováním neprojevily.

7. ZÁVĚR

V bakalářské práci byl proveden teoretický rozbor možných příčin svařování kontaktu reléového snímače na svařovacích linkách ve výrobě firmy Bosch. Na teoretický rozbor bylo navázáno praktickým měřením, ověřením a postupným vyloučením možných jednotlivých příčin uvedeným v kapitole 6.

Měření bylo prováděno na linkách 2 a 3, na místech s nejčastějším výskytem poruch, s tím že daná problematika se vyskytuje pouze na linkách 1 a 2, linky 3 a 4 byly označovány jako bezporuchové v dané problematice. Později bylo z podnikového informačního systému SAP zjištěno, že daný problém se v menší míře projevuje i u linky 3. Za minulý rok se na linkách 1 a 2 vyměnilo ve stanici svařování CO₂ a heftovací stanici (laserové svařování) 61 snímačů, na linkách 3 a 4 ve stejných stanicích to bylo 24 snímačů. Měření snímačů bylo možné pouze na dopravníkovém pásu, jen na určitých místech, a na odporovém svařování. Ostatní místa byla pro měření během provozu nepřístupná. Měřením bylo zjištěno, že normální hodnota průchozího proudu snímačem dosahuje přibližně 60mA. V případě poruchového místa byla naměřená hodnota proudu asi 370mA. Vysokým průchozím proudem tak dochází ke slepování jeho kontaktů a tím k podstatnému zkrácení životnosti snímače. Možné příčiny vzniku nadproudu jsou uvedeny v tabulce 6-1. V podkapitole 6.4 jsou tyto možné příčiny na základě měření, pozorování linky a informací od konzultanta postupně vylučovány. Postupným vylučováním byly vyloučeny vesměs všechny možnosti uvedené v tabulce 6-1.

8. LITERATURA

- [1] ZEHNULA, K.: *Snímače neelektrických veličin*. SNTL 1977.
- [2] SVAČINA, J.: *Elektromagnetická kompatibilita*. Přednášky, FEKT VUT Brno, 2002.
- [3] BENEŠ, P.: *Moderní číslicové řídicí systémy vstupy, výstupy, připojení snímačů, problematika rušení*. článek
- [4] SVAČINA, J.: *Encyklopedie elektromagnetické compatibility*. Ústav radioelektroniky, 2004, FEKT VUT. URL: <http://www.urel.feec.vutbr.cz/EncyklopedieEMC/index.php?soubor=2.1.htm>
- [5] *Revizní zprávy*. Jihlava: BOSCH, 2007.
- [6] *Katalogové listy Rexroth Bosch Group*. Brno: Rexroth Bosch Group, 2006.

PŘÍLOHY

Příloha 8-1: Přehled poruchovosti snímače R 0830100488

Datum	Linka	Stanice	pozice
12.10.2005	1	ND	S10.5
12.10.2005	1	ND	S14.7
18.10.2005	1	PÁS	S12.2
19.10.2005	1	PÁS	S26.2
28.10.2005	1	HEFT 1	S13.5
28.10.2005	1	HEFT 1	S13.2
3.11.2005	1	ND	S14.7
4.11.2005	1	PÁS	S26.2
10.11.2005	1	ND	S15.0
10.11.2005	1	PÁS	S
13.11.2005	2	PÁS	S25.1
17.11.2005	2	PÁS	S16.1
17.11.2005	2	PÁS	S24.6
18.11.2005	1	ND	S11.6
30.11.2005	1	HEFT	S13.5
30.11.2005	1	ND	S14.7
6.12.2005	1	ND	S12.3
8.12.2005	2	HEFT	S13.5
14.12.2005	2	HEFT 1	S14.1
16.12.2005	2	PÁS	S24.4
17.12.2005	2	ND	S14.4
18.12.2005	2	HEFT 1	S12.2
18.12.2005	1	ND	S14.7
19.12.2005	1	PÁS	S16.0
21.12.2005	2	HEFT 3	S13.4
26.12.2005	2	HEFT	S12.2
28.12.2005	1	HEFT 1	S15.2
7.1.2006	1	HEFT 1	S15.2
7.1.2006	1	HEFT 1	S15.4

12.1.2006	1	PÁS	S11.6
12.1.2006	2	HEFT 3	S11.3
15.1.2006	2	HEFT 3	S23.2
15.1.2006	2	HEFT 3	S13.4
19.1.2006	2	HEFT 3	S17.1
19.1.2006	2	PÁS	S12.0
20.1.2006	1	HEFT 2	S13.4
22.1.2006	2	HEFT 4	S13.4
22.1.2006	1	PÁS	S
23.1.2006	1	PÁS	S12.7
24.1.2006	1	ND	S10.5
27.1.2006	1	PÁS	S14.5
28.1.2006	2	HEFT 4	S13.5
1.2.2006	1	PÁS	S21.0
1.2.2006	1	PÁS	S21.1
7.2.2006	1	HEFT 3	S13.5

