Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství
Katedra automatizace a počítačové techniky v metalurgii

Studentská soutěžní práce

STOČ´ 2007

Využití volného pásma 433.92 MHz pro komunikaci s inteligentními snímači

2007

Libor Pánek

Obsah:

1. Úvod: 3

2. Praktické řešení problému 4

2.1. Realizace zařízení 4

2.1.1. Část č.1 – VYSÍLAČ 4

2.1.2. Část č. 2 – PŘIJÍMAČ 7

3. Závěr 10

4. LITERATURA 11

5. PŘÍLOHY 12

1. Úvod:

V současné době je veškerý průmysl směřován do oblasti automatizace strojů pomocí moderní elektroniky a výpočetní techniky. Jinak tomu není ani v průmyslu metalurgickém. Zautomatizování výrobních linek v provoze znamená mnohdy veliké finanční i materiálové úspory, jelikož lidský faktor je v tomto směru velice náchylný k chybám. I malá nepřesnost může v důsledku vyvolat nepředstavitelné ekonomické škody. Navíc je v konečné fázi využito mnohem méně pracovních sil, které také velkou mírou zatěžují ekonomiku podniku.

Do oblasti automatizace můžeme zařadit kromě ovládání jednotlivých zařízení i měření fyzikálních veličin různými způsoby. V mé soutěžní práci se zabývám snímáním teploty libovolného materiálu. Jelikož je snímání hodnot měřené veličiny bezdrátové, poskytuje uplatnění v širokém spektru realizací. Pro řešení této úlohy jsem si vybral radiové frekvenční pásmo 433,92 MHz.

Cílem mé práce je navrhnout bezdrátový inteligentní měřící systém, který bude sloužit nejen jako snímač teploty, ale i jako snímač jakékoliv měřitelné veličiny (hladina výšky kapaliny v nádrži, koncentrace plynu v zásobníku….). Systém najde uplatnění tam, kde není z důvodu špatného přístupu možné měřit klasickou metodou snímač > galvanické vedení > pracovní stanice. Také bude možno systém používat k jednorázovému měření, pro které by bylo instalování vedení k čidlu velmi nákladné a omezovalo by chod v podniku. Taktéž je možno měřící systém umisťovat na pohyblivá místa, kde je prakticky nemožný jiný druh odečítání požadovaných hodnot.

Konstrukci měřícího sytému se budu podrobně věnovat v praktické části této práce. Tato oblast je umístěna pod bodem 2.

2. Praktické řešení problému

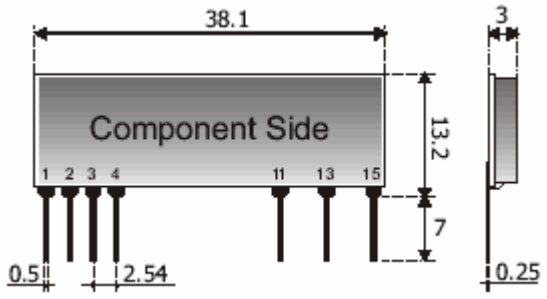
Základem celého projektu je vysílač a přijímač pracující v již zmiňovaném pásmu 433.92 MHz. Těmto dílčím součástem se budu věnovat v nadcházejícím textu. Vysílači předchází snímač teploty (termistor 10kΩ), jehož obvod je společně s vysílačem napájen baterií. Jelikož i napájení vysílacího členu je pro tuto úlohu velmi důležité, budu se věnovat také i vhodnému výběru této napájecí soustavy. Jako další článek na vysílací straně jsme použili jednočipový mikrokontrolér Microchip PIC 16C73B. Termistor je napájen ze zdroje a jeho odpor je snímám pomocí mikrokontroléru. Signál dále putuje na vstup vysílacího modulu a je posílán v podobě analogové frekvenční modulace. Tuto modulaci zachycuje přijímací modul, který je součástí přijímače. Analogový signál je posléze vyslán do A/D převodníku MAX 232, který hodnotový analogový signál převede do číslicové podoby čitelné pro rozhraní RS 232 v PC. Po přijetí již digitálních dat v podobě 8-bitových slov do počítače je provedeno jejich další zpracování a to pomocí programu DELPHI, v němž se provádí linearizace signálu. Nelinearita je způsobena křivkovou povahou odporu v závislosti na teplotě. Podle této křivky je zřejmé, že při vysokých teplotách (stovky °C) se již odpor výrazně nemění a proto by byl výsledek opatřen velkou chybou měření. Křivka termistoru je zobrazena v příloze č.: 1

2.1. Realizace zařízení

2.1.1. Část č.1 – VYSÍLAČ

Modul AUREL, TX-SAW 433/ s-Z

Jako vysílací člen jsme v této práci použili modul firmy AUREL, typ TX-SAW 433/ s-Z. Jeho parametry vyhovují pravidlům Evropské unie, ETS 300-220, s maximálním napájením 5,5 V. Toto zařízení bylo testováno podle normy EN 60950 a může být použito uvnitř speciálně izolovaného elektrického objektu, který zajišťuje jeho kompatibilitu s již zmiňovanými pravidly. Tento vysílač musí být napájen ze zdroje velmi nízkého napětí a chráněn proti zkratu v obvodu.

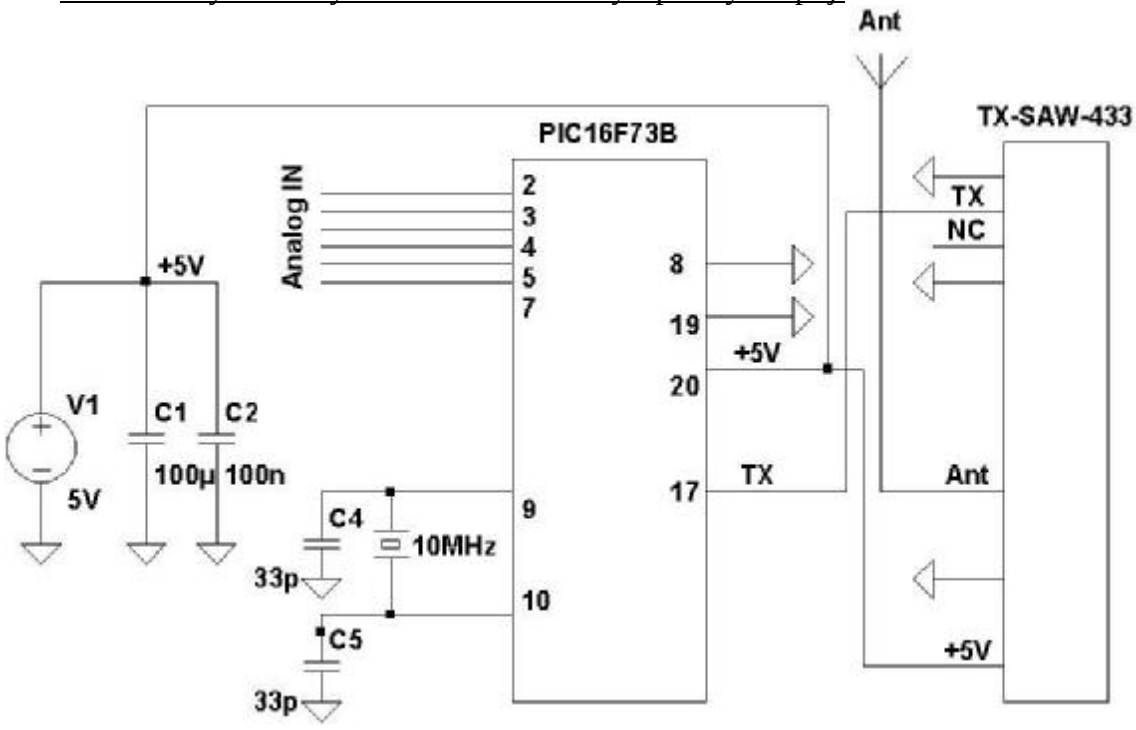


Mikrokontrolér PIC 16C73B

Jako vstup do celého systému měření inteligentními čidly nám slouží vstupy 2, 3, 4, 5 a 7. Zde byly v našem případě připojeny termistory 1–5. Vnitřní program mikrokontroléru pak provádí odečet těchto hodnot a podle příslušného algoritmu, který jsme popsali v kapitole 3.2 provede výpočet střední hodnoty měřené veličiny a pošle data pomocí pinu 17 na vstup VF vysílače AUREL TX-SAW-433. Je možno taktéž pro zjednodušení použít jeden termistor NTC a výpočet ošetřit programově. Na pinech 9 a 10 byl připojen externí kmitočtový oscilátor 10MHz. Ten udává mikrokontroléru počet pracovních cyklů. Pin 17 slouží k napájení +5V. Jelikož je obvod napájen z baterie, není třeba napětí dále stabilizovat a filtrovat elektrolytickými filtry.

Odběr proudu mikrokontroléru PIC by při napětí +5V neměl přesáhnout 10mA. To spolu s vysílačem TX-SAW-433 odpovídá celkovému proudu 20mA.

Schématický návrh vysílače a osazení desky s plošnými spoji

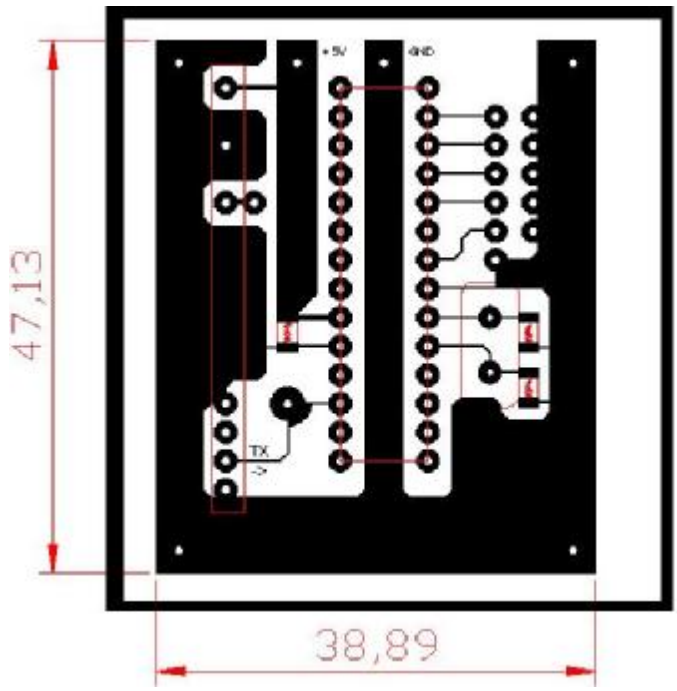


Obr.18: Schématický návrh vysílače

Návrh vysílače pro naši realizaci byl směrován především na kritérium nízké energetické náročnosti. Tento požadavek byl tak důležitý, neboť jsme celý vysílač napájeli z lokálního zdroje, kterým byla obnovitelná baterie složena ze čtyřech Ni-MH článků. Použili

jsme články o kapacitě 1000 mAh. Jelikož celkový odběr proudu nepřesáhl 20 mA, byl tento zdroj pak s celkovým nepřetržitým provozem až 50 hodin vyhovující. Koncepci Ni-MH jsme použili i z důvodu, že je méně náchylná k vyšší provozní teplotě a není náchylná při neodborném a mnohdy nesprávném nabíjení. Výhody a nevýhody různých typů baterií jsme uvedli v teoretické části této práce v kapitole 2.7.

Jelikož napájecí část patřila mezi rozměrově větší a i z hlediska nižší energetické náročnosti, byla volena SMD technologie součástí vysílače. Ovšem vzhledem k absenci programátoru pro SMD mikrokontrolér PIC 16C73B jsme tento volili jako provedení DIL 28-pin. Pro snadnější ladění algoritmu v mikrokontroléru a poté jeho testování jsme desku s plošnými spoji osadili paticí DIL 28.



Obr.19: Deska s plošnými spoji - vysílač

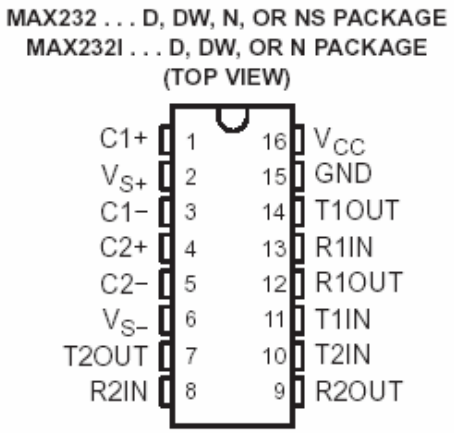
2.1.2. Část č. 2 – PŘIJÍMAČ

Modul AUREL, RX-BC-NBC 433

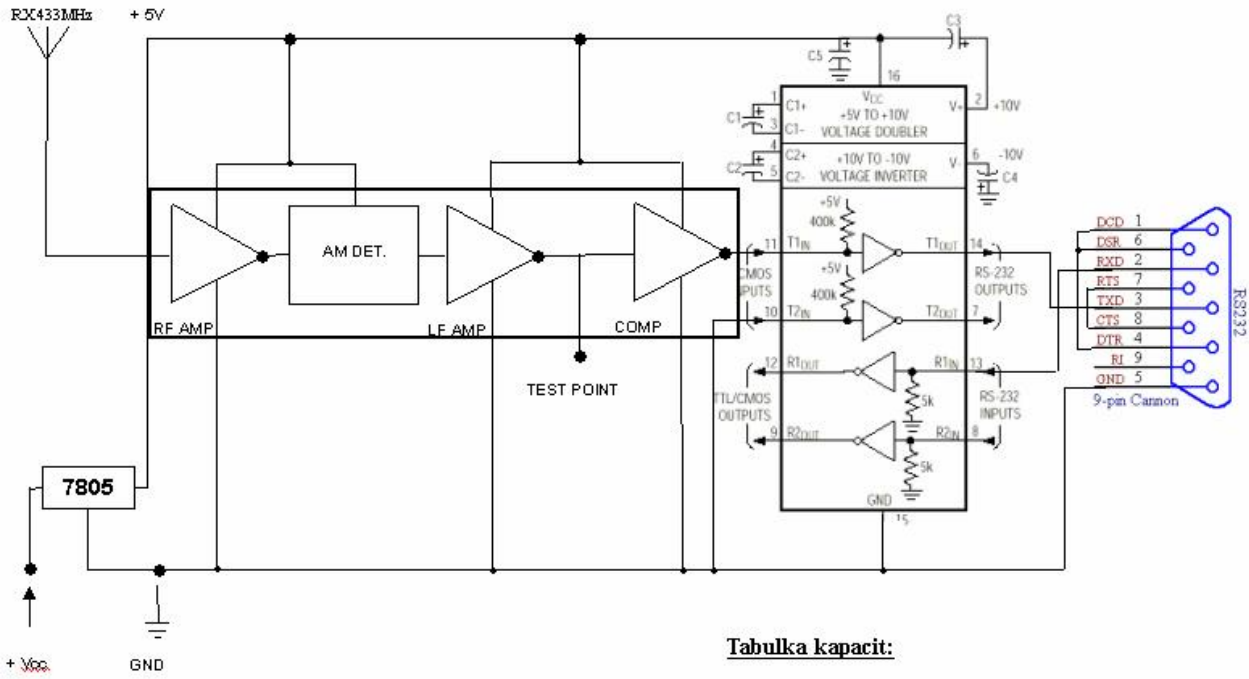
Co se týče přijímacího členu, byl v práci použit modul od firmy AUREL, typ RX-BC-NBC. Je to vlastně jakýsi protějšek již zmiňovaného vysílače TX-SAW. Oba moduly pracují na frekvenci 433,92 Mhz. Napájecí napětí modulu je možno měnit plynule od 4,5V do 5,5V. My jsme si v naší práci zvolili normované napětí 5,0V a to z toho důvodu, že je pro celek přijímače použito napájení z portu USB. Napájecí proud modulu by neměl překročit 3mA. Při společném napájení s MAX 232 a RX-BC-NBC mohl být proto použit stabilizátor bez dalšího chlazení. Co se týče mechanického uspořádání vývodů, je přijímač totožný s vysílačem TX-SAW.

Sériový převodník MAX 232

Integrovaný obvod MAX232 sestává ze dvou budičů sériových linek, dvou přijímačů a ze dvou měničů (tj. násobič a invertor). MAX 232 je vhodný zejména pro aplikace vyžadující obousměrný přenos dat. Budiče i přijímače, které splňují specifikace citovaných norem, vyhovují přenosovým rychlostem do 20000 bitů/s, nepřevýší-li zatěžovací kapacita výstupu budiče 2500 pF. V technických datech integrovaného obvodu MAX 232 je uvedeno, že interní měniče generují napětí typicky -9V a +9V při napájecím napětí 5V±10% a zatěžovacím odporu budiče 3kΩ. Kapacity kondenzátorů použité v obvodech nejsou kritické a mohou být za cenu zvětšení vnitřního odporu a zvlnění výstupního napětí měničů zmenšeny až na 2µF, pokud není vyžadován provoz obvodu při dolní hranici povolených pracovních hodnot.



Schématický návrh přijímače a osazení desky s plošnými spoji

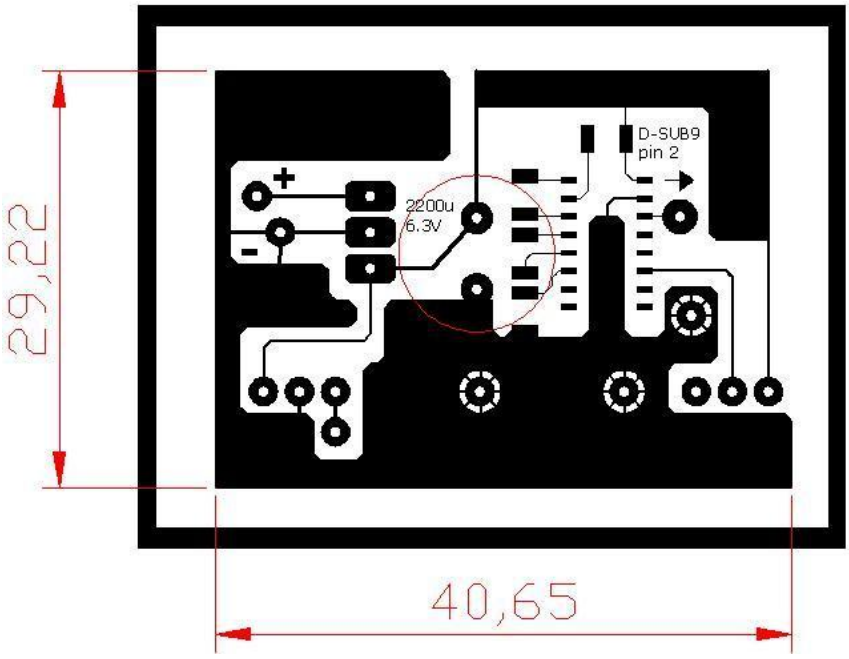


Obr.20: Schématický návrh přijímače

Celý koncept přijímače jsme navrhli tak, aby splňoval základní kritéria jako jsou nízká energetická náročnost, časová stálost, malé rozměry a možnost připojení i na nestabilizovaný zdroj napětí. Již zmiňované malé rozměry byly zaručeny použitím moderních technologií jako je SMD. Ta s sebou přinesla i nižší energetické nároky na napájecí zdroj.

Do části přijímače jsme tedy zakomponovali VF přijímač RX-BC-NBC 433, sériový převodník MAX 232 a stabilizátor napájecího napětí. Použili jsme převodník MAX 232 v 16-ti vývodovém provedení. Návrh našeho přijímače podle předešlých kritérií je na Obr.18.

Jak již bylo v názvu nadpisu řečeno, je součástí návrhu přijímače i deska s plošnými spoji. Tu jsme znázornili ze strany součástek a jelikož se jednalo o konstrukci SMD, byla to vlastně i strana tištěných spojů.



Obr.21: Deska s plošnými spoji - přijímač

3. Závěr

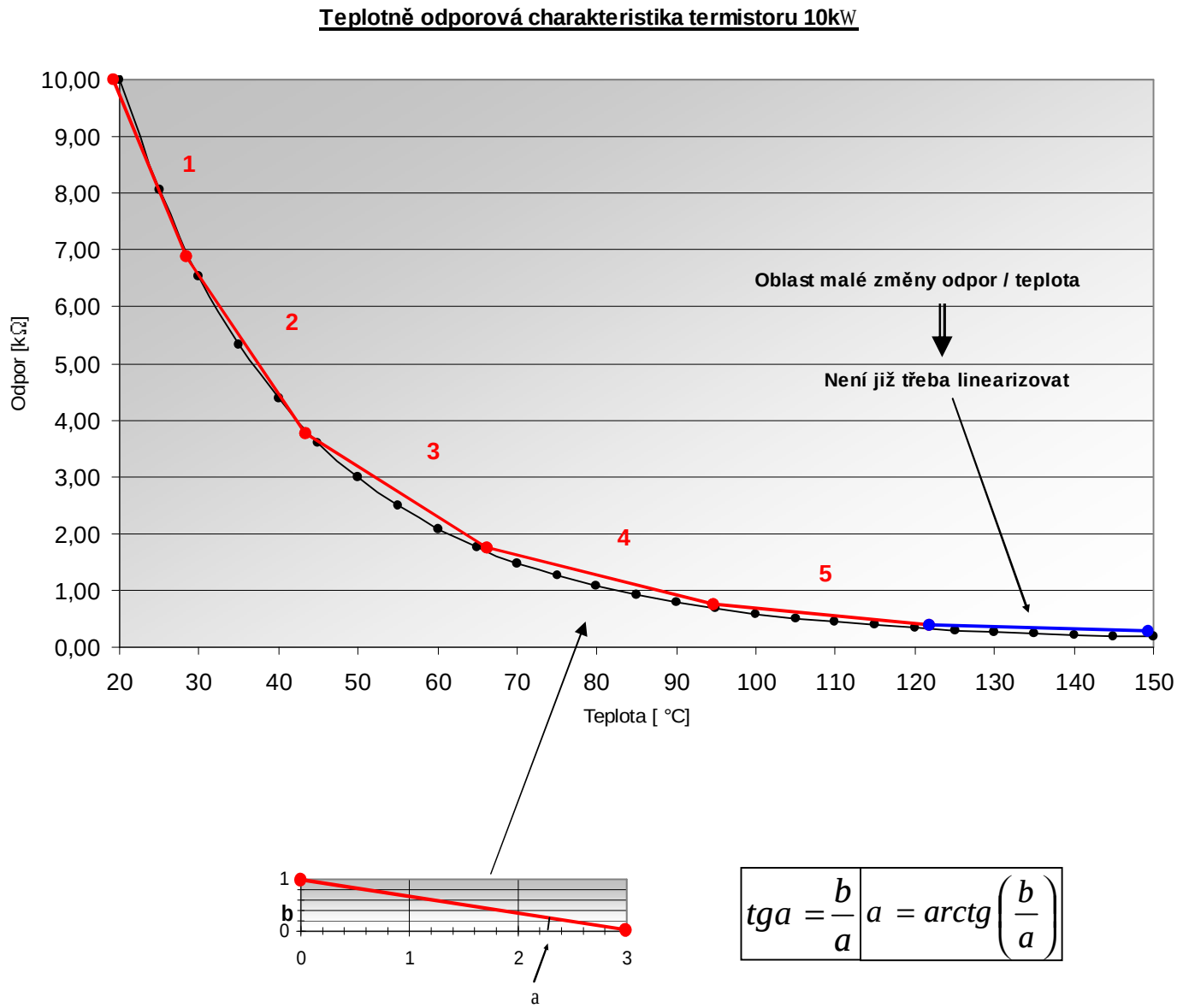
Úkolem této práce bylo navrhnout a zkonstruovat inteligentní snímač pro měření libovolných hodnot jakéhokoliv signálu. Práce pojednává o měření teploty pomocí bezdrátové technologie a to na frekvenci 433,92 MHz. V této práci je popsán kompletní vývoj a postup konstrukce tohoto zařízení. Při sestavování modulu vysílače a přijímače byly použity pouze povolené a schválené díly, které nepoškozují životní prostředí ani zdraví uživatelů tohoto zařízení. Pro frekvenci 433,92 MHz je vydána výjimka Českého telekomunikačního úřadu pro provoz na území České republiky. Toto pásmo je zapsáno jako kmitočet pro radioamatérské použití. Taktéž v celé Evropě je toto pásmo povoleno a jeho beztrestný provoz ukládá evropská norma ETS EN 300 220-3. Při napájení 5 V a odběru 12 mA je na vysokofrekvenčním výstupu efektivní vyzářený výkon +9 dBm.

Z důvodu nečekané poruchy přijímacího modulu způsobené nechtěným zkratem nebudu u prezentace této práce předvádět praktickou ukázku. Modul mám již objednaný, ale nestihnu vše do termínu konání soutěže dát do pořádku. Děkuji za pochopení. Moduly budou představeny pouze ve vypnutém stavu.

4. LITERATURA

[1] Frekvenční modulace.Text
[cit. 2006-11-16-9:23].Dostupné z: http://lucy.troja.mff.cuni.cz/~tichy/kap5/5_2.html
[2] ŽALUD, V. Radioelektronika.
1. vyd. Praha: ČVUT, 1993. Kapitola 2, s. 139
[3] ŽALUD, V. Radioelektronika.
1. vyd. Praha: ČVUT, 1993. Kapitola 2, s. 139
[4] ŽALUD, V. Radioelektronika.
1. vyd. Praha: ČVUT, 1993. Kapitola 2, s. 139
[5] ŽALUD, V. Radioelektronika.
1. vyd. Praha: ČVUT, 1993. Kapitola 2, s. 140
[6] ŽALUD, V. Radioelektronika.
1. vyd. Praha: ČVUT, 1993. Kapitola 2, s. 140
[7] ŽALUD, V. Radioelektronika.
1. vyd. Praha: ČVUT, 1993. Kapitola 2, s. 141
[8] ŽALUD, V. Radioelektronika. Popisky k obrázkům.
1. vyd. Praha: ČVUT, 1993. Kapitola 2, s. 140

5. PŘÍLOHY – č.: 1



$$tga = \frac{b}{a} \quad a = arctg\left(\frac{b}{a}\right)$$