

Fyzikální východiska pro konstrukci PIR detektorů

Physical ways for design PIR detektor

Jan Grulich

Bakalářská práce
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jan GRULICH**
Osobní číslo: **A08327**
Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**

Téma práce: **Fyzikální východiska pro konstrukci PIR detektorů**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární studii na dané téma.
2. Určete principy činnosti a specifikace PIR detektoru.
3. Navrhněte a vytvořte PIR detektor.
4. Dokažte funkčnost zapojení PIR detektoru.
5. Poukažte na nedostatky PIR detektoru.
6. Navrhněte design PIR detektoru.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. VAŠKO, Antonín. Infračervené záření a jeho užití. Praha : Státní nakladatelství technické literatury, 1963. 294 s.
2. LEVITIN, Izidor Borisovič. Infračervená technika. 1. vyd. Bratislava : Alfa, 1979. 158 s.
3. ONDRÁČEK, Zdeněk. Elektronika pro fyziky. 1. vyd. Brno : Masarykova univerzita, fakulta přírodovědecká, 1998. 95 s. ISBN 8021017414.
4. KLEPL, Václav. Elektrotechnická zapojení. 2. rozš. vyd. Praha : Práce, 1966. 295 s.
5. Elektrotechnická měření. 1. vyd. Praha : BEN – technická literatura, 2002. 255 s. ISBN 80-7300-022-9.
6. LYSENKO, Vladimír. Detektory pro bezdotykové měření teplot. 1. vyd. Praha : BEN – technická literatura, 2005. 153 s. ISBN 80-7300-180-2.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Kamil Kyas
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

25. února 2011

Termín odevzdání bakalářské práce:

23. května 2011

Ve Zlíně dne 25. února 2011

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Bakalářská práce popisuje principy, na kterých pracuje pasivní infračervený detektor. Dále autor seznámil s popisem nejzásadnějších elektronických součástí použitých v zapojení pro požadovanou funkci PIR detektoru. Cílem praktické části je navrhnout a realizovat plošný spoj PIR detektoru a dále návrh krytu detektoru s nutností správného usazení součástí detektoru pro požadovaný chod elektronického zapojení.

Klíčová slova: PIR, pasivní infračervený detektor, pyroelektrický jev, konstrukce.

ABSTRACT

The bachelor thesis describes principles on which operates a passive infrared detector. Then the author familiarized the readers with the description of the most principle electronic components used in connection for the required function of PIR detector. The aim of the practical part is to design and realize a printed circuit of PIR detector a further design of cover with the need of right detector parts seating for required run of electronic connection.

Keywords: PIR, passive infrared detector, pyroelectric event, construction.

Poděkování

Touto cestou bych chtěl poděkovat svému vedoucímu práce panu Ing. Kamilu Kvasovi za odborné vedení a poskytnutý čas, který mi věnoval při vypracování bakalářské práce a také panu Ing. Milanu Brázdovi za pomoc s praktickou částí při návrhu a konstrukci plošných spojů.

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 ELEKTROMAGNETICKÉ ZÁŘENÍ	11
1.1 ZDROJE INFRAČERVENÉHO ZÁŘENÍ	12
1.1.1 Zdroje teplotní	12
1.1.2 Zdroje luminiscenční	13
1.1.3 Zdroje elektromagnetické	13
1.2 PROPUSTNOST LÁTEK V INFRAČERVENÉM SPEKTRU	13
1.3 INTENZITA VYZAŘOVÁNÍ ENERGIE A EMISIVITA	14
2 VLASTNOSTI PRO PŘÍJEM INFRAČERVENÉHO ZÁŘENÍ	16
2.1 PYROELEKTRICKÝ JEV	16
3 HLAVNÍ OBVODOVÉ PRVKY	18
3.1 PYROSENZOR.....	18
3.2 FOTOTRANZISTOR.....	19
3.3 INTEGROVANÉ OBVODY	19
3.3.1 IO LM 2902.....	19
3.3.2 IO CM 556	20
4 ZÁSADY PŘI KONSTRUKCI VSTŘIKOVANÝCH VÝROBKŮ	21
4.1 ZAOBLENÍ.....	21
4.2 TLOUŠŤKY STĚN	21
4.3 ÚKOSY	22
4.4 OTVORY	23
4.5 ZÁVITY.....	23
4.6 ZÁSADY POUŽITÍ PLASTŮ	23
II PRAKTICKÁ ČÁST	25
5 NÁVRH PLOŠNÝCH SPOJŮ	26
5.1 SPÍNACÍ PRVEK	27
5.2 ZDROJ.....	28
6 KONSTRUKCE PIR DETEKTORU	30
6.1 KONSTRUKCE PLOŠNÝCH SPOJŮ.....	30
6.2 OSAZENÍ DESEK PLOŠNÝCH SPOJŮ	31
6.2.1 Osazovací plán snímače	32
6.2.2 Osazovací plán zdroje	33
7 DESIGN DETEKTORU	34

7.1	PŘEDNÍ KRYT.....	35
7.2	ZADNÍ KRYT	36
7.3	TĚLO	37
7.4	OPTIKA.....	38
7.5	ŘEZY	38
8	EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ VYROBENÉ VARIANTY	40
	DISKUZE ZÁVĚRU.....	42
	ZÁVĚR	43
	ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ.....	44
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	45
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	47
	SEZNAM OBRÁZKŮ	49
	SEZNAM TABULEK.....	50
	SEZNAM PŘÍLOH.....	51
	PŘÍLOHA P I: ZAPOJENÍ GSM MODULU GB 051	52

ÚVOD

Od poloviny 20. století se na trzích po celém světě začaly prodávat prvky elektronických zabezpečovacích systémů v různých provedeních pro signalizaci, detekci či ochranu objektu. Elektronické systémy se užívají jako posílení mechanických zábranných systémů a posílení jejich efektivnosti v možnosti upozornění majitele či vyslání signálu na pult centralizované ochrany. Technická ochrana neboli propojení fyzického, elektronického a prvků mechanického zabezpečení, má za úkol působit odstrašujícím účinkem a včas detekovat napadení nebo narušení chráněného objektu pachatelem. Tento typ ochrany obsahuje různé typy detektorů, jež detekují v prostředí změny fyzikálních veličin, způsobených narušitelem a jeho činností v detekčním poli detektorů.

V současné době jsou pro detekci bez nutnosti identifikace pachatele nejrozšířenější pasivní infračervené detektory. Tyto detektory díky technickému rozvoji v oboru elektromagnetického vlnění jsou schopny detekovat narušitele a vyslat elektrický signál pro signalizaci narušení střeženého prostoru.

Tato práce pojednává o praktickém návrhu a konstrukci pasivního infračerveného detektoru. V teoretické části jsou popsány hlavní fyzikální vlastnosti pyroelektrického senzoru, vlivů elektromagnetického vlnění na senzor a jeho optických vlastností při příjmu infračerveného vlnění a funkcí fotokondenzátoru pro porovnávání intenzity osvětlení.

Praktická část je zaměřená na návrh obvodu s pyrosenzorem, dále zdroje pro připojení k síti se spínáním výkonových prvků a návrh usazení elektronického zapojení do krytu detektoru.

I. TEORETICKÁ ČÁST

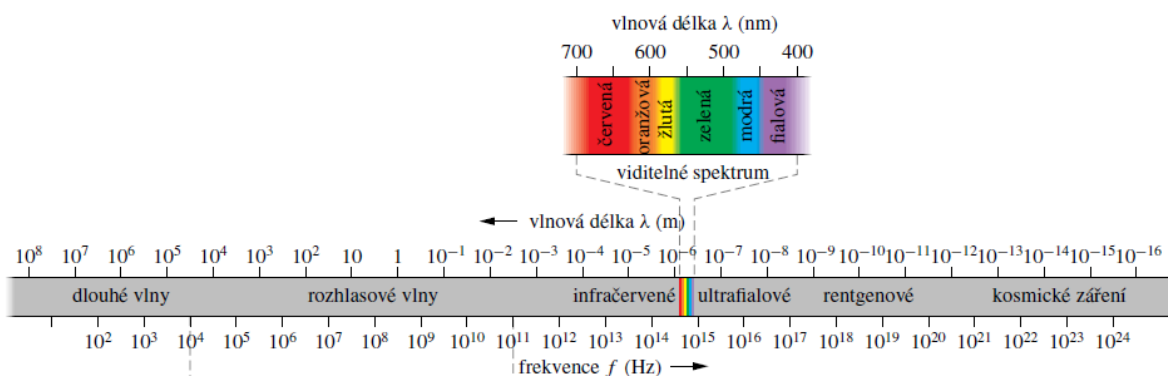
1 ELEKTROMAGNETICKÉ ZÁŘENÍ

Jedním z klíčových úspěchů Jamese Clerka Maxwella bylo zjištění, že světelný paprsek je postupná vlna tvořena elektrickým a magnetickým polem, tedy elektromagnetická vlna, studující viditelné světlo a je součástí elektromagnetismu. Fyzikální podstata vlnové složky je stejná u záření kosmického, Roentgenova, ultrafialového, viditelného, infračerveného a u elektromagnetických vln. Podstatou těchto záření je děj, který má dvojitou povahu, a to vlnovou (undulační) a částicovou (korpuskulární). Vlnový charakter záření se projevuje zřetelně v oboru delších vln, kdežto částicový v oboru kratších vln. Záření je charakterizováno buď vlnovou délkou ve vakuu (λ) nebo kmitočtem (ν), přičemž mezi nimi platí:

$$\lambda = \frac{v}{c}$$

Vyjadřování ve vlnových délkách odpovídá vlnovému charakteru záření a je vhodnou veličinou v měřicí technice. Naproti tomu vyjadřování v kmitočtech odpovídá částicovému charakteru záření a je vhodné tam, kde jde o vyjádření kvantových stavů energie.[1]

Infračerveným zářením nazýváme záření větších vlnových délek, které pokračuje od temně červeného okraje viditelného spektra tj. od vlnové délky 760 nm a končí u vlnové délky asi 1 mm, ke které je možno v současné době realizovat optické zdroje s měřitelnou energií záření. Obor infračerveného záření se tedy překrývá v pásmu 100 až 2500 μm s oborem elektromagnetických vln.[1,2]



Obr. 1 vlnová délka jednotlivých záření [2]

1.1 Zdroje infračerveného záření

Zdroji infračerveného záření jsou atomy a molekuly látky, v nichž toto záření vzniká kmity elektricky nabitých částic. Je-li atom v normálním, nevzbuzeném stavu, nachází se jeho obvodový (elektrický, valenční) elektron na nejnižší stabilní dráze a jeho energie je nejmenší. Aby atom vydával záření, musí být nejprve vybuzen (excitován), což znamená, že jeho obvodový elektron musí přejít na vyšší energetickou dráhu. K tomu je nutno dodat atomu potřebnou energii. Děje se to buď absorpcí záření nebo nárazem hmotné částice. Hmotná částice může být buď elektricky neutrální nebo nabitá. V prvním případě to mohou být atomy nebo molekuly, přičemž k srážkám dochází z důvodů zvýšené teploty látky. V druhém případě to může být elektron nebo iont urychlený elektrickým polem. Podobné poměry platí i pro molekuly, kde infračervené záření vzniká též jejich vibračními a rotačními kmity. Skupina zdrojů u nichž infračervené záření vzniká uvedeným mechanismem, se nazývá zdroje optické. [2]

Podle formy energie, ze které je hrazena energie záření, je možno rozdělit optické zdroje na tři skupiny :[1]

- zdroje teplotní
- zdroje luminiscenční
- zdroje elektromagnetické (radiotechnické oscilátory)

Teoretické vymezení těchto tří skupin je dáno tím, že zdroje teplotní a luminiscenční splňují Kirchhoffův zákon, kdežto zdroje elektromagnetické nikoli.

1.1.1 Zdroje teplotní

U těchto zdrojů je záření buzeno zvýšenou teplotou. Zvýšenou teplotou lze budít záření u látek všech 3 skupenství. Vysílané záření se pak nazývá záření teplotní. Spektrum teplotního záření tuhých a kapalných látek je spojitě. Spektrum plynů a par je čárové nebo pásové. Energie záření je v tomto případě výhradně z tepelné energie zdroje. [1]

Teplotním zdrojem záření je teoreticky každé těleso, jehož teplota je vyšší než 0°K. Tyto zdroje vysílají obecně záření všech vlnových délek elektromagnetického spektra, avšak s velmi různou energií.

1.1.2 Zdroje luminiscenční

Tuto skupinu tvoří zdroje, u nichž je infračervené záření buzeno absorpcí jiného záření, spádem napětí ve výbojkové dráze nebo jinými příčinami, kromě zvýšení teploty. Energie záření je v tomto případě hrazena z jiných forem energie než z energie tepelné. Jako technické zdroje luminiscenčního vlnění přichází v úvahu pouze výbojky.

1.1.3 Zdroje elektromagnetické

Zdroje elektromagnetické slouží k získání dlouhovlnného infračerveného záření. Je možno užít nejen optických zdrojů, ale také radiotechnických generátorů (oscilátorů).

1.2 Propustnost látek v infračerveném spektru

Již v úvodu je uvedeno, že fyzikální podstata infračerveného záření a viditelného záření je totožná. Jsou to elektromagnetické vlny avšak různých vlnových délek. Proto také pro infračervené záření platí stejné optické vlastnosti jako pro světlo. Látky, které světlo dokonale propouštějí např. optická skla, jsou ve většině infračerveného oboru zcela nepropustné. Naopak některé látky pro světlo nepropustné jsou v určitých vlnových pásmech zcela propustné. Podobně jeví tyto látky podstatné rozdíly v odrazivosti a velikosti indexů lomu. [1]

Dopadá-li záření s intenzitou I_0 ze vzduchu nebo z vakua kolmo na plochu tělesa velké tloušťky z látky propustné, pak se část záření s intenzitou I_r odráží. Poměr r intenzity odražené k intenzitě dopadající dává poměrnou odrazivost látky (vzduch/látka):

$$r = \frac{I_r}{I_0},$$

alternativní vzorec pro vypočet odrazivosti látky:

$$r = \frac{(n-1)^2}{(n+1)^2}.$$

Jestliže záření dopadá na rozhraní šikmo, pak odrazivost závisí nejen na indexu lomu, ale též na úhlu dopadu.

1.3 Intenzita vyzařování energie a emisivita

Povrch tělesa vyzařuje do prostoru určité množství energie za jednotku času, tím nazýváme zářivý tok Φ . Zářivý tok závisí na velikosti povrchu tělesa, a proto zavádíme veličinu intenzita vyzařování H , která je definována jako zářivý tok Φ z plochy S , vydělený touto plochou. Jednotku toku měříme ve W/m². [3]

$$H = \frac{\phi}{S}$$

Ze vzorce poznáme že intenzita se měří ve W/m². Intenzita vyzařování popisuje celkové množství energie vyzářené z jednotky plochy za jednotku času, ale nepodává žádnou informaci o tom, jak je tato energie rozdělena mezi vlnové délky. Proto se zavádí spektrální hustota intenzity vyzařování H_λ , která udává podíl energie, jenž se vyzáří z jednotky plochy za jednotku času na intervalu vlnových délek od λ do $\lambda + d\lambda$ a šířky tohoto intervalu $d\lambda$ [3]

$$H_\lambda = \frac{dH}{d\lambda} .$$

Infračervené záření se dále dělí na jednotlivá pásma: [4]

- blízké (near) NIR
IR-A podle normy DIN, vlnová délka 0,76–1,4 μm , definováno podle vodní absorpce; často používané v telekomunikacích optických vláken.
- IR (short wave) SWIR
IR-B podle DIN, vlnová délka 1,4–3 μm , při 1450 nm značně roste vodní absorpce.
- IR (medium wave) neboli MWIR
IR-C podle DIN, též prostřední (intermediate-IR neboli IIR), 3–8 μm .
- IR (long wave) neboli LWIR
IR-C podle DIN, 8–15 μm .
- dlouhé (far) infračervené záření neboli FIR
15–1000 μm

Emisivita je míra schopnosti určitého předmětu vyzařovat infračervenou energii, jenž obsahuje informaci o teplotě. Je to také poměr energie vyzařování objektem (šedé těleso) při dané teplotě k energii ideálně černého tělesa při stejné teplotě. Emisivita absolutně černého tělesa $\varepsilon=1$ a emisivita reálného tělesa τ nabývá hodnot $\tau \varepsilon < 1$. Protože se emisivita může měnit s vlnovou délkou λ , tak zavádíme spektrální emisivitu $\varepsilon_{T\lambda}$. Spektrální emisivitou vyjadřujeme míru emisivity objektu na určité vlnové délce λ [5]

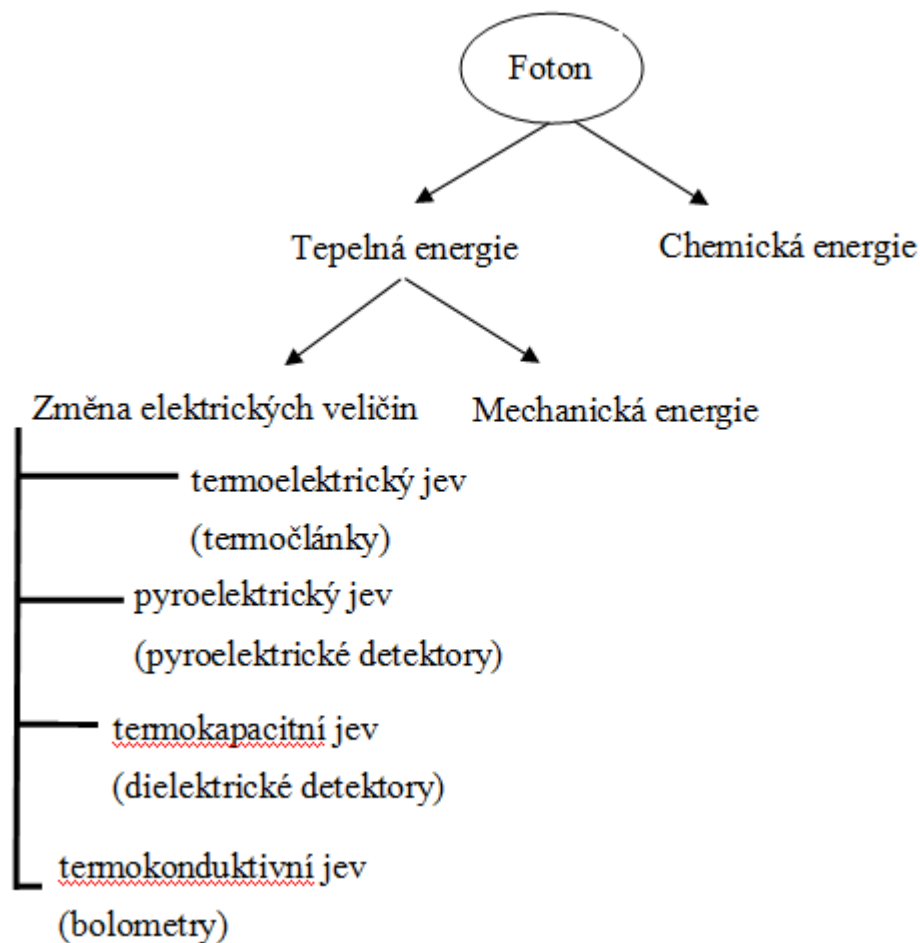
$$\varepsilon_{T\lambda} = \frac{H_{E\lambda}}{H_{EO\lambda}} .$$

Výpočet emisivity ε_T je dán rovnicí, kde je intenzita vyzařování reálného tělesa H_E a udává výkon vyzářený plochou reálného tělesa do celého poloprostoru. Dále máme intenzitu absolutně černého tělesa H_{OE} , která udává výkon vyzářený plochou černého tělesa do celého prostoru[5]

$$\varepsilon_t = \frac{H_E}{H_{OE}} .$$

2 VLASTNOSTI PRO PŘÍJEM INFRAČERVENÉHO ZÁŘENÍ

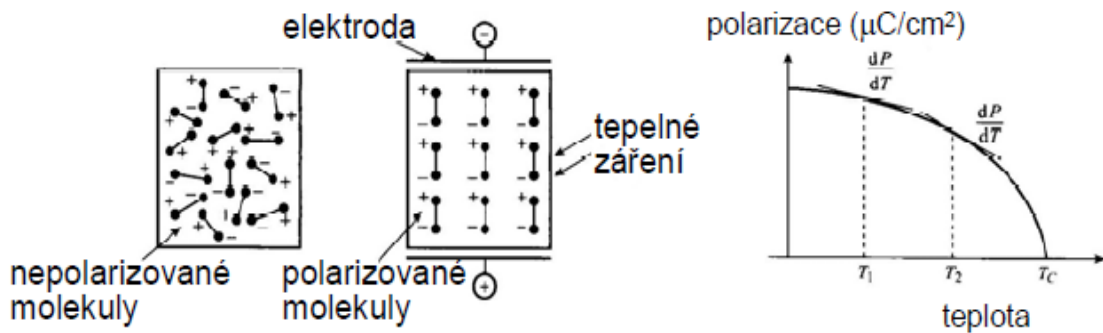
Jakýkoli elektrický náboj pohybující se s nenulovým zrychlením vyzařuje elektromagnetické vlnění. Na elektromagnetické záření se stejně jako na cokoli jiného dá nahlížet jako na vlnu nebo proud částic. Jako vlnu je charakterizuje rychlost šíření (rovná se rychlosti světla ve vakuu), vlnová délka a frekvence. Částicí elektromagnetického vlnění je foton.



Obr. 2. energie fotonu

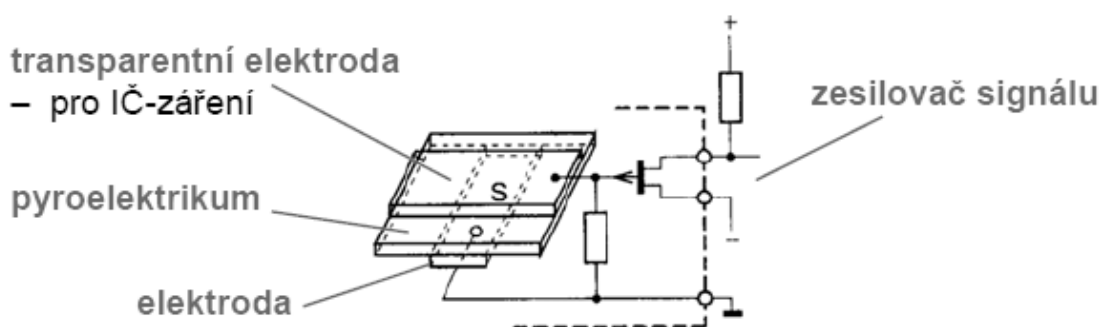
2.1 Pyroelektrický jev

Pro příjem infračerveného vlnění se využívá pyroelementu. Detekční plochou je samotná horní plocha pyrosenzoru. Samotnou podstatou je pyroelektrický jev. V látkách s jednou polární osou symetrie tak lze změnou teploty vytvářet dipólový moment, jehož velikost je přímo úměrná změně teploty a má směr této polární osy symetrie. U pyroelektrického jevu vzniká a trvá dipólový moment pouze při změně teploty. [14]



Obr. 3. princip pyroelektrického jevu[15]

Senzor představuje kondenzátor, na jehož elektrodách se při změně polarizace v pyroelektriku indukuje náboj. Při aplikaci pyroelektrického senzoru musí být tepelné záření cyklicky přerušováno. U pyroelektrických materiálů se kromě pyroelektrického jevu projevuje také parazitní piezoelektrický jev (otřes a deformace pyroelektrika), který je u některých detektorů kompenzován druhým opačně pólovaným detektorem.



Obr. 4. vnitřní uspořádání snímacího pyrosenzoru[15]

3 HLAVNÍ OBVODOVÉ PRVKY

Tato část popisuje důležité obvodové prvky, které jsou využity při realizaci a návrhu zapojení detektoru.

3.1 Pyrosenzor

Pyrosenzor funguje na základě pyroelektrického jevu. To znamená, že působením tepla neboli infračerveného vlnění na detekční plochu pyrosenzoru, se převádí na napětí. Tato součástka má tři vývody. Standardně jsou dva vývody pro napájení. Třetí vývod je báze ovládaná intenzitou záření působící na detektor.

Požadované spektrum pro zachycení infračerveného vlnění je od 5–20 μm . To je přibližná hodnota vlnové délky, kterou lidské bytosti odrážejí. Bráno při průměrné lidské teplotě 36,5 $^{\circ}\text{C}$.



Obr. 5. pyrosenzorový snímač [16]

Pyrosenzor Heimann LHI 958 je duální dvouprvkový pyrosenzor, vyrobený dvěma FET kondenzátory, které jsou umístěny paralelně k sobě. LHI 958 obsahuje také standardní infračervený filtr pro odstranění nežádoucích šumů. Nabízí vysoce stabilní odezvu s odpovídajícím režimem výkonů a nízkou kmitočtovou hlučností od 3-10 Hz.

Součástka je přijatelná pro konstrukci detektoru, jelikož snímá kmitočty do 5–14 μm , napájecí napětí $U_{cc}=3-10\text{ V}$, výstupní napětí $U_{out}=2,5\text{ V}$ při kmitočtu $f=1\text{ Hz}$.

3.2 Fototranzistor

Tato součástka se chová jako tranzistor, ovšem jeho báze je řízena intenzitou dopadajícího záření na detekční plochu. To tedy znamená, že přijímá určitou vlnovou délku, jímž řídí propustnost mezi kolektorem a emitorem. Při konstrukci je tento tranzistor využitý pro porovnávání úrovně přijatých vlnových délek z obou součástí a to pro změnu detekčních vlastností v průběhu dne, kdy se mění intenzita osvětlení.



Obr. 6. fototranzistorový snímač [17]

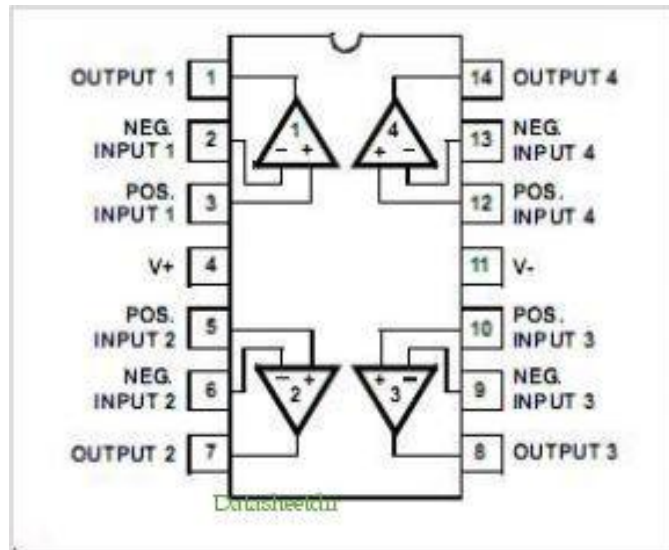
Použitý fototranzistor BPW 40 zaznamená záření od $\lambda = 520\text{--}950$ nm. Pro naše potřeby vyžadujeme, aby snímal vlnovou délku $\lambda = 380\text{--}740$ nm, jež se nachází ve viditelné oblasti požadované pro hlídání úrovně osvětlení.

3.3 Integrované obvody

PIR detektor musí vyhodnocovat a spínat zařízení po určitou dobu, proto je nutné přidat vyhodnocovací obvody. První integrovaný obvod LM2902 je čtyřnásobný operační zesilovač a druhý CM556 je dvojnásobný časovací obvod.

3.3.1 IO LM 2902

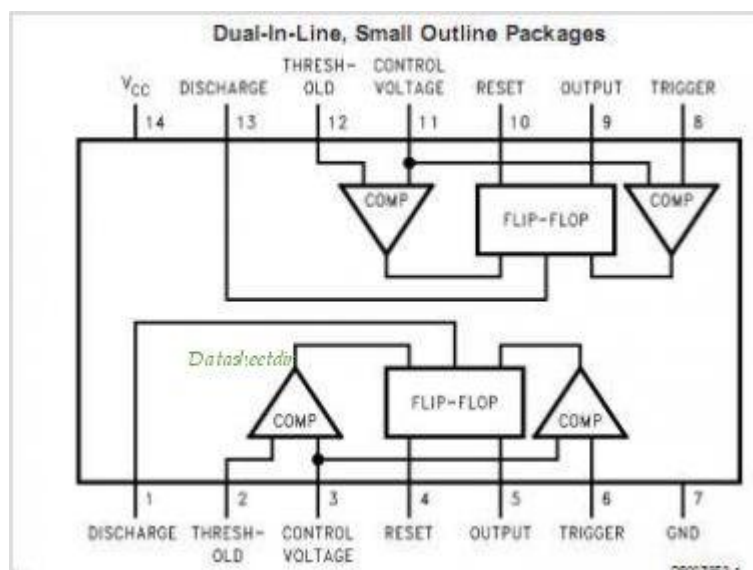
Jak již bylo zmíněno integrovaný obvod LM2902 je čtyřnásobný operační zesilovač. Oproti standardním zesilovačům má tento obvod výhodu, že dokáže pracovat při nízkém napětí 3 V nebo s napětím 26 V při klidovém odběru proudů, to znamená 100 nA. Piny 4 a 11 slouží pro napájení $U_{cc}=5$ V, ostatní piny jsou vstupy a výstupy operačních zesilovačů dle obrázku č. 7.



Obr. 7. integrovaný obvod LM 2902[18]

3.3.2 IO CM 556

Integrovaný obvod CM556, dle jiných výrobců se uvádí označení TS556 a také GLC556, obsahuje dvojnásobný časovací obvod. Je obdobou bipolárního NE 555, který je neznámějším časovacím obvodem na trhu. Tento novější typ je vyroben technologií CMOS, proto má velmi nízkou spotřebu 100mA při $U_{cc} = 5$ V. Obvod pracuje na maximální astabilní frekvenci 2,7 Mhz. Pracuje v rozsahu napětí od +2 V do +18 V. Výstupy jsou kompatibilní s CMOS, TTL i MOS technologií. Obrázek č.8 znázorňuje připojení pinů.



Obr. 8. integrovaný obvod CM 556[19]

4 ZÁSADY PŘI KONSTRUKCI VSTŘIKOVANÝCH VÝROBKŮ

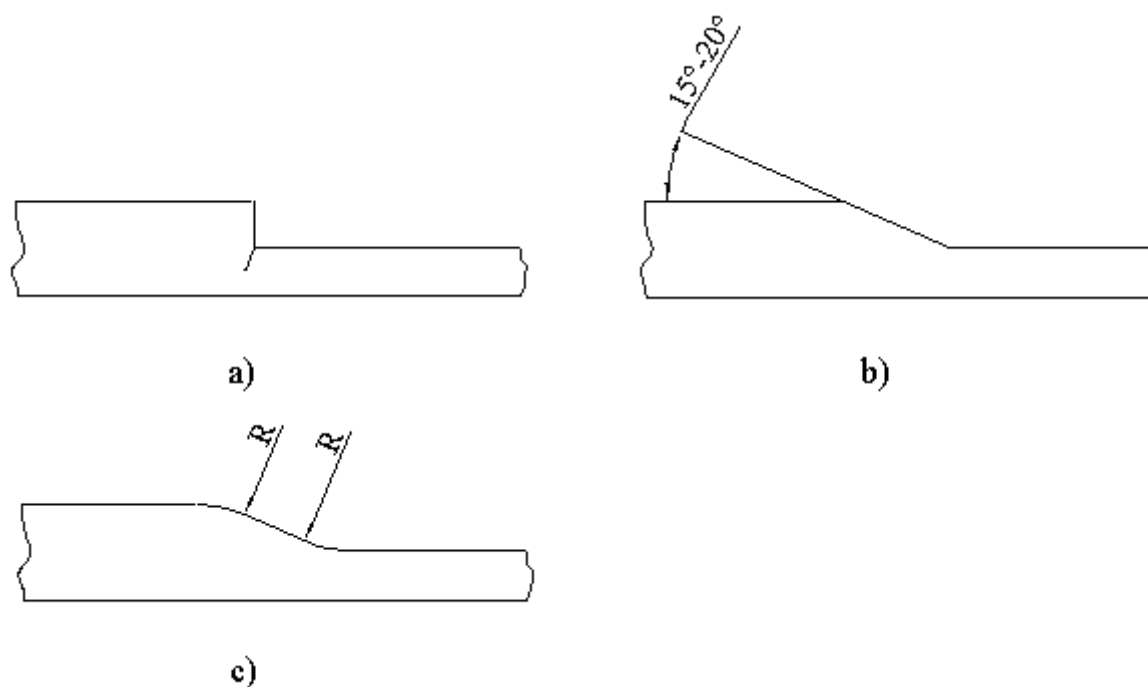
Výrobky vyrobené vstřikováním mají nejrůznější tvary. Z funkčního hlediska jsou výrobky podrobeny různým nárokům. Nejčastěji to bývá požadavek na pevnost statického či dynamického rázu při krátkodobém nebo dlouhodobém trvání za určité tuhosti, pružnosti a neformovatelnosti. Dále se bere v úvahu působení za zvýšených teplot, mrazu, vlhkosti, povětrnosti, elektrického napětí a chemikálií. Při těchto aspektech je podmínkou určitá životnost výrobku.[7]

4.1 Zaoblení

Zaoblením hran, rohů a koutů se usnadní tok taveniny, zabrání se koncentraci napětí v těchto místech a sníží se i opotřebení formy, jelikož přechody s ostrými hranami vyžadují vyšší vstřikovací tlaky. Někdy se z důvodů zesílení v místě zaoblení, společně se zvětšením vnitřního rádiusu, zvětšuje tloušťka stěny asi o jednu čtvrtinu. Minimální rádius zaoblení stěny má být asi jedna čtvrtina tloušťky stěny.[6,7]

4.2 Tloušťky stěn

Tloušťka stěny má být pokud možno malá, aby se omezila možnost vzniku povrchových propadlin, vnitřních staženin apod. S klesající tloušťkou výstřiku se snižuje spotřeba materiálu a zkracuje se doba chlazení ve formě. Minimálně přípustná tloušťka stěny je určena požadovanou tuhostí, rozměrností výstřiku a pevností. Rovnoměrnost vzdáleností tloušťky stěn je podmínkou pro rovnoměrnou rychlost proudění taveniny, stejné smrštění a minimální vnitřní pnutí. U výstřiků s různou tloušťkou stěn vzniká víření taveniny, vnitřní pnutí a nerovnoměrná orientace makromolekul. Pokud má výstřik rozdílnou tloušťku stěn, pak přechod musí být pozvolný nebo zaoblený, aby nevznikaly ostré kouty s vrubovým účinkem.[6,7,8]



Obr. 9. přechody v tloušťce stěny [7]

- a) špatný přechod (možnost trhlin ve vnitřní ostré hraně),
 b) chybné řešení, c) správný přechod (zaoblení ostré hrany)

4.3 Úkosy

Úkosy se na výstřiku provádějí z důvodů jeho snazšího vyjímání z formy. Volba jejich velikosti ovlivňuje především smrštění, elasticitu plastu, povrch stěn formy a automatizace výroby. Podkosy, s výjimkou technologických, komplikují konstrukci i funkci formy, a proto je snaha se jim vyhnout. Doporučené úkosy jsou zobrazené v tabulce 1.[7]

Tab. 1 doporučené velikosti úkosu [7]

Úkos pro	Velikost úkosu
Vnější plochy	30' - 2° (1°)
Vnitřní plochy	30' - 3° (2°)
Otvory do hloubky 2d	30' ÷ 1° (45')
Hluboké otvory	1° ÷ 10°
Žebra, nálitky	1° ÷ 10° (3°)
Výstupky	2° ÷ 10°

Vnější úhly usnadňují spolehlivé vyjmutí z formy, úhly menší než doporučené se volí jen ve zvláštních případech.[6,7]

4.4 Otvory

Otvory jsou vytvořeny částí formy zvané jádro a dělí se na slepé nebo průchozí. Při tuhnutí ve formě se materiál smršťuje na jádro. Pro snadnější vyjmutí výstřiku má mít jádro asi o 1° větší úkos než dutina ve tvárnici. Vzhledem k jednoduchosti formy se otvor řeší tak, aby se jádra vytahovala z otvoru ve směru otevírání formy. Profily otvorů musí být vždy zaoblené, protože ostré vnitřní hrany působí jako vruby.[7]

4.5 Závity

Závity mají mít v plastu velký profil, aby byla zajištěna dostatečná únosnost. Nejvhodnější je oblý nebo lichoběžníkový závit se zaoblenými vnitřními hranami profilu. Závitům s jemným stoupáním je dobré se vyvarovat, protože mají malou únosnost. Začátek závitu nesmí začínat na okraji součásti, kde se jeho ostrá část často ulamuje. Má být zaoblen a vzdálen od okraje.[6,7]

4.6 Zásady použití plastů

Při volbě plastů pro konstrukční díly je třeba respektovat tyto zásady :[13]

- Vlastnosti plastu jsou dány výrobcem materiálu. Zpracovatel nebo uživatel obvykle nemůže dodatečnou úpravou vlastností plastu vylepšit.
- Uvážlivě je třeba řešit díly namáhané tepelně a mechanicky. Tepelné rozmezí nelze překročit ani krátkodobě, protože by mohlo dojít k rozměrovým změnám.
- Je účelné se vyvarovat účinkům sálavého tepla a pokud je to možné, zastínit díly z plastů před účinkem slunečního záření.
- Při návrhu konstrukčního dílu je nutné pamatovat na to, že některé hmoty mají tvarovou paměť.
- Při konstrukci detailu je třeba vyvarovat se prudkých změn tvaru a tloušťky stěn. Tlak je třeba rozložit rovnoměrně na větší plochu.

- Nevhodné tvarové a konstrukční řešení může životnost dílu z plastu snižovat více než samotné působení prostředí.

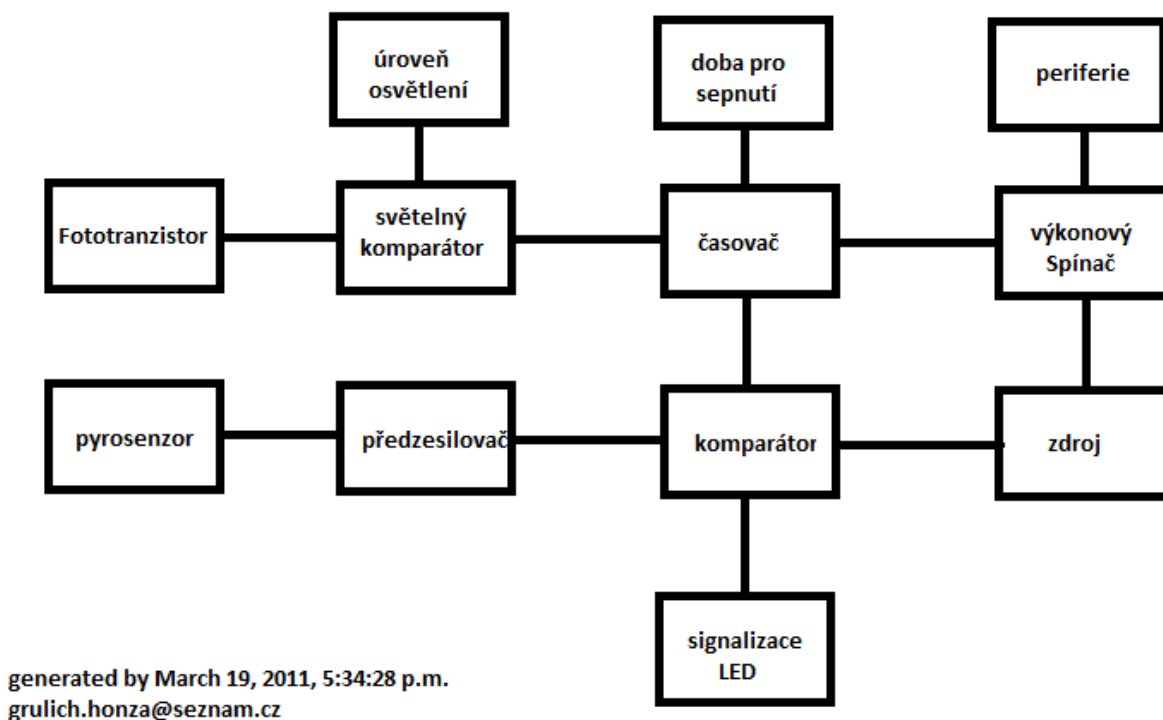
Vlastnosti vybraných druhů plastů

Chemický průmysl nabízí nepřehledné množství syntetických materiálů. Kromě toho se neustále objevují syntetické materiály určitého základního typu, jejichž vlastnosti jsou z řady důvodů pozměňovány. Proto pro plastové materiály ani pro skupinu materiálů nelze jednoznačně vymezit hranice jejich použitelnosti. Z těchto důvodů je zde uváděn jen rámcový přehled základních typů plastových materiálů.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 NÁVRH PLOŠNÝCH SPOJŮ

Pro navržení schéma je použit program Eagle v.5.11.0. Celková velikost zařízení by mohla být razantně snížena při použití SMD součástek namísto standardních. Jejich použití je ovšem pro praktický návrh nevhodný, jelikož pájení SMD součástek je spíše záležitost strojové výroby. Složení součástí PIR detektoru je rozděleno do následujících témat. V obrázku č. 10 lze vidět blokové schéma elektronického zapojení detektoru.

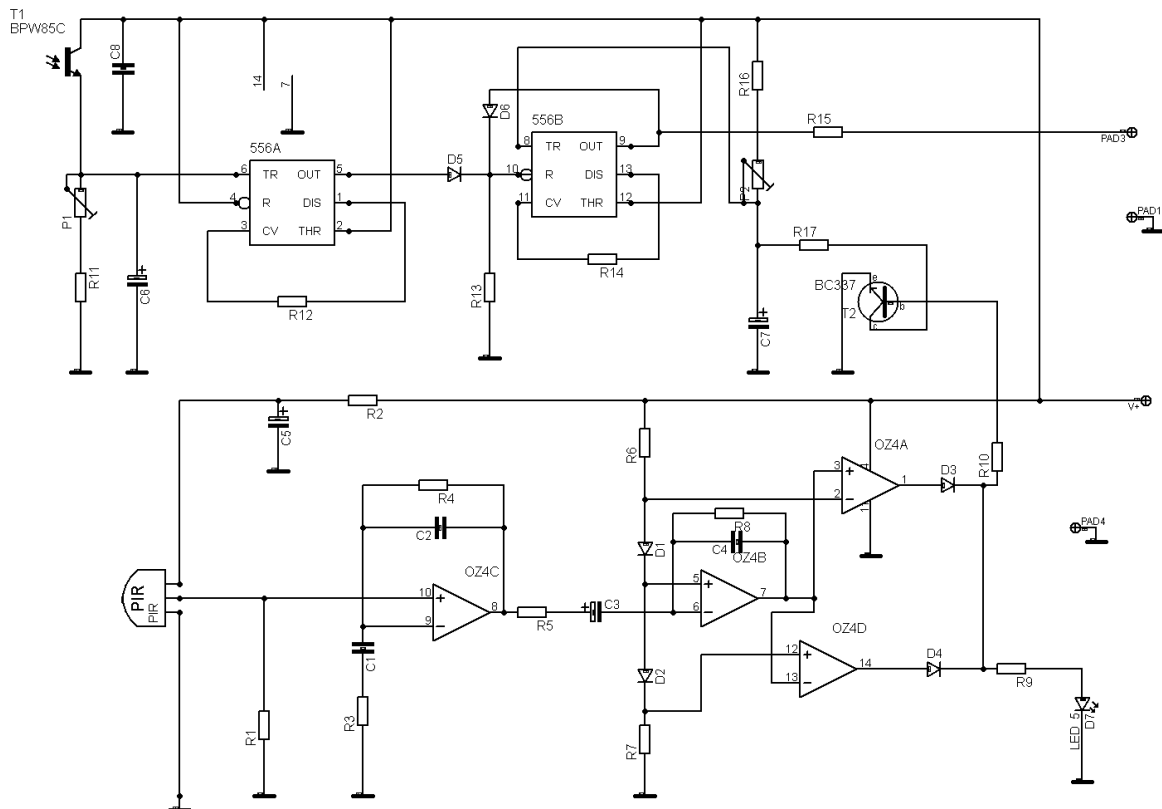


Obr. 10 blokové schéma zapojení

Navrhovaný detektor je záměrně navržen do dvou plošných spojů z důvodů minimalizace zařízení. Jedná se o umístění snímací a vyhodnocovací části na druhý spoj, který obsahuje spínaný zdroj a výkonový spínač. Celé zařízení je navrženo pro napájení ze sítě 230V, proto jsou při návrhu zdroje použity vzdálenosti mezi jednotlivými cestami 6mm povrchové vzdálenosti mezi živou a neživou částí. Dalším zavedeným pravidlem je dán důraz na nejmenší přípustnou hranici 1mm povrchové vzdálenosti ze dvou důvodů. Vodivá dráha o tloušťce 35 μ m a šířce 1mm může přenášet proud až 2A. Pro konstrukci je zvolená technika tvoření plošného spoje pomocí osvitové techniky, kdy tato metoda nebývá přesná na přímé vedení cest a hrozí odleptání větší než požadované tloušťky vedených čar nebo jejich špatné oddělení při nedodržené standardizované vzdálenosti.

5.1 Spínací prvek

V zapojení na obrázku č. 11 pro snímání tepelného pole je použit pyrosenzor LHI 958. Odpor R1 slouží jako zátěž pro pyrosenzor. Napájecí napětí je filtrováno přes kondenzátor C5 a tím je zabezpečeno minimální kolísání napětí v senzoru. Kolísání by mohlo ovlivnit činnost spínače v jeho chodu. Signál ze senzoru se zesiluje dvěma operačními zesilovači OZ1, OZ2. Kondenzátory C2 a C4 omezují horní přenášený kmitočet. Dále RC člen tedy R3 a C1 určuje dolní kmitočet pro zesílení dolního kmitočtu. Sériová kombinace R6, D1, D2 a R7 vytváří napěťové hladiny pro komparátor. Změní-li se na vstupu komparátoru napětí o více než 0,7 V, překlopí se komparátor z klidového stavu, kdy se výstupní napětí blíží napájecímu. Překlopení komparátoru je signalizováno LED diodou, která je vyrobena pro malý pracovní proud.



Obr. 11 schéma zapojení snímače

Signál vyvolaný činností z pyrosenzorového komparátoru je veden přes rezistor R10 k bázi spínacího tranzistoru T2. Jeho sepnutím přes rezistor R17 se vybije kondenzátor C7 a po odeznění signálu z komparátoru a snímače se C7 zase nabíjí. Poklesem napětí na tomto

kondenzátoru se překlopí obvod RS v časovači CM556. V tomto zapojení fungují časovače jako napěťové komparátory s hysterezí, tento jev určují rezistory R14 a R12. Při nízkém napětí na vývodu č.6 je na výstupu kladný signál napájecího napětí. Rychlost nabíjení C7 a tím doba sepnutí svítidla se ovládá sériovým spojením odporu R16 a trimru P2.

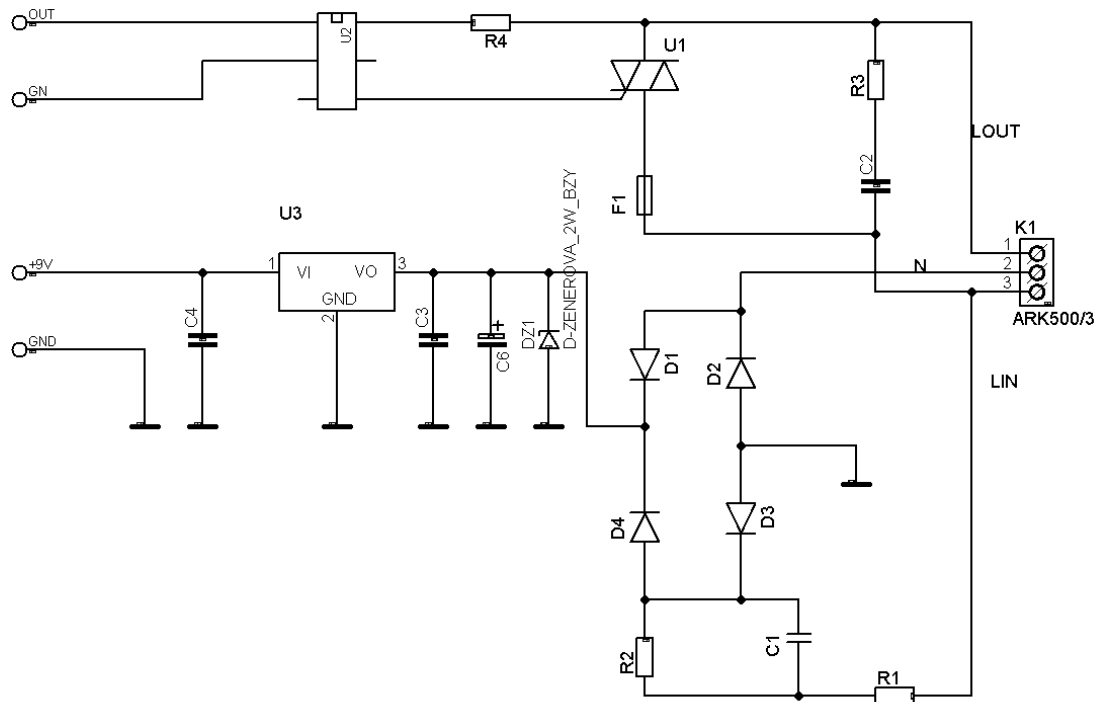
Časovač jako napěťový komparátor je funkční pouze při nulovém napětí u vývodu č.10 (slouží jako reset). V zapojení je použit fotorezistor BPW40. Fotorezistory jsou vhodnější, pokud požadujeme spínání při nižší intenzitě osvětlení. Náhodné změny osvětlení jsou filtrovány kondenzátorem C6. Při osvětlení snímacích prvků je na kondenzátoru C6 napětí přímo úměrné osvětlení, které se přivádí na vývod č.6 komparátoru. Při nízkém osvětlení přechází fototranzistor do stavu s vysokým odporem a tím pádem i ubývá napětí na C6. Výstupní signál je poté veden na blokovací vstup druhého komparátoru tedy časového a zde se sčítá napětí, aby vlastní osvětlení nebral jako okolní záření a nerušil tím funkci spínače. Při nulovém napětí na č.10 je druhý komparátor funkční a jeho pokles napětí na vstupu č.8 vlivem vybíjení C7 a tranzistorem T2 se projeví kladným napětím na vývodu č.9. Vývod č.9 slouží pro ovládání výkonového spínače. Tento signál také blokuje řízení z komparátoru osvětlení pomocí D6. [14]

5.2 Zdroj

Většina spínacích prvků v dnešních PIR detektorech pracují na 9 V pro požadovaný chod detektoru, tudíž je nutnost, aby spínaný zdroj transformoval napětí z 230 V na požadovaných 9 V.

Toho se dá docílit mnoha elektronickými zapojeními. Klasickým transformátorem nebo jeho obdobami ve formě síťových transformátorů do plošných spojů. Dalším řešením je spínaný zdroj zvolený v této bakalářské práci.

Deska obsahuje 2 kondenzátory 220 nF. Použité kondenzátory jsou speciálně určené pro práci se síťovým napětím. Ochranný rezistor R1 zmenšuje proudové namáhání kondenzátoru C1 při připojení k síti. Napětí je usměrňováno diodovým můstkem od D1 po D4 a jeho maximální velikost je omezena Zenerovou diodou ZD1 na 16 V. Zapojení stabilizátoru 78L09 je blokováno kondenzátory na vstupu a výstupu. Celý zdroj je připojen k síti a ke spínacímu prvku svorkou se třemi kontakty.



Obr. 12 schéma zapojení zdroje

V dnešní době je standardem chod detektoru při výpadku elektřiny, proto ústředny obsahují v levnějších variantách pouze baterie nebo v druhé variantě akumulátory.

Při návrhu je na zdrojovou desku také umístěno spínání výkonových částí pro připojení v našem případě žárovky. Pro oddělení signálové části od silové je použit optotriak MOC3041, který je vybaven obvodem, zajišťujícím sepnutí při průchodu síťového napětí nulou. Optotriak přímo přes R4 spíná triak s paralelním členem RC R3, C2. Tento článek upravuje proudové poměry na přívodních vodičích k žárovce. Pojistka Po1 není určena k ochraně triaku před zkratem, ale před destrukcí celé sériové kombinace triaku, spínacího prvku a napájecí sítě.

6 KONSTRUKCE PIR DETEKTORU

6.1 Konstrukce plošných spojů

Plošné spoje jsou konstrukčně jednoduché a přebírají spolehlivě funkci elektrického propojení i mechanického upevnění součástek. Deska plošného spoje se skládá z nosné desky a vodivých fólií. Jako nosná deska se využívá papír tvrzený fenolovou pryskyřicí, tkanina tvrzená epoxidovou pryskyřicí, polyesterová fólie a keramika. Výroba plošného spoje za pomoci fototechnické cesty: [10]

- Vzor se nanáší na fólii pomocí laserové tiskárny a vodivé cesty jsou vyznačeny černou barvou.
- Vytisknutý náčrt se osvětlí nad připravenou nosnou deskou po dobu 3 minut. Nesmí být zaměněny strany, jinak by byl plošný spoj stranově převrácený.
- Vyvíjení se provádí v louhu sodném (NaOH). Rozpouští se sedm gramů v jednom litru vody. Doba vyvíjení je asi jedna minuta. Vodivé cesty musí být viditelné tmavě. Nevodivá část ukazuje světlou barvu mědi.
- Dalším postupem je leptání chloridem železitým (dle koncentrace roztoku se pohybuje od 300 – 400 gramů v jednom litru vody). Leptání se dá urychlit zahřáním roztoku na 50°C.
- Deska se opláchne pod tekoucí vodou a osuší.
- Zbývající fotografický materiál se odstraní lihem nebo acetonem.
- Deska se vysuší, provede se vyvrtání a nanese ochranného laku.

Tab. 2 chyby návrhu a konstrukce plošných spojů

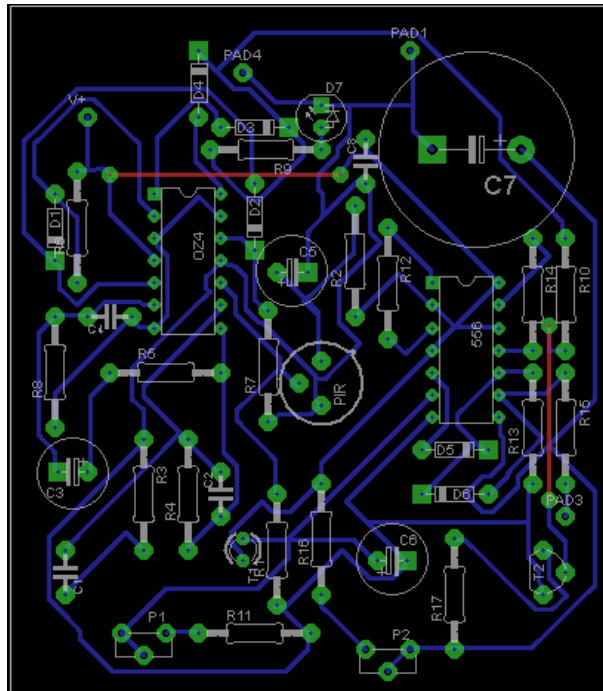
Možné chyby	Příčiny, popřípadě jejich odstranění
Deska se nedá vyvíjet	Předloha nepropouští světlo, doba osvětlení je příliš krátká, světelný zdroj má nedostatečnou ultrafialovou složku, vývojka je spotřebována
Vodivé cesty mají po vyvíjení slabý kontrast	Vodivé dráhy nejsou světlotěsné, doba osvětlení je příliš dlouhá, roztok vývojky příliš koncentrovaný.
Fotovrstva je na nežádoucích místech	Doba osvětlení je příliš krátká, rozvoj vývojky příliš slabý, doba vyvíjení příliš krátká.
Vodivé cesty jsou částečně vyleptány	Vzor není při osvětlení přímo na desce, deska je příliš dlouhá v lázni.
Proces leptání je příliš dlouhý	Lázeň nasycena (nutnost obnovit roztok), deska je nedostatečně vyvinuta.

Po leptání přichází na řadu vrtání otvorů pro jednotlivé součástky. Vrtání se provádí na straně měděného spoje a tím nedojde k poškození vyvolaných cest vznikem ostrých hran po vrtání. Průměry otvorů pájených součástek se liší. Obvykle otvory pro integrované obvody a tranzistory bývají 8 mm, pro kondenzátory a rezistory 1 mm a pro trimr, pojistkové držáky, tyristor 1,3 mm. Po vyvrtání se nanese na plošný spoj ochranný lak.

6.2 Osazení desek plošných spojů

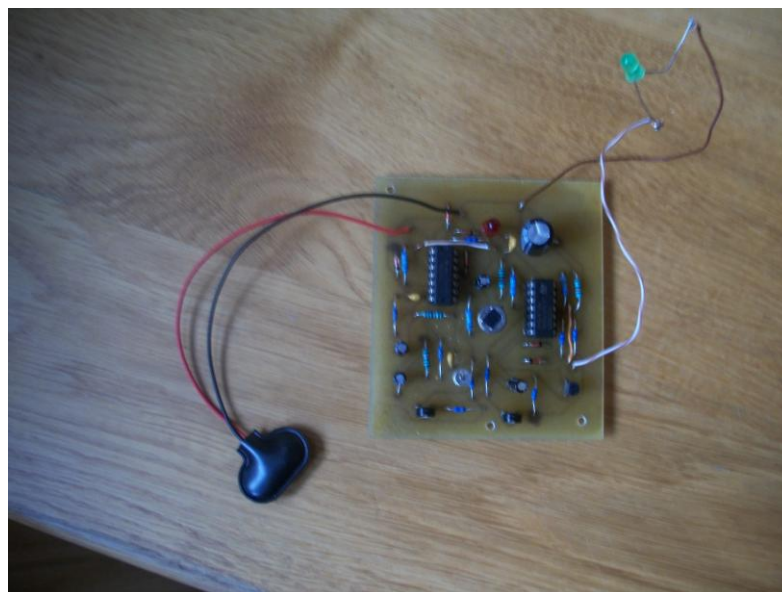
Cuprexitové desky se před osazením natrou směsí lihu s kalafunou pro lepší nanášení a spojení měděných ploch s pájecím cínem. Při osazování a následném pájení se postupuje od nejmenších součástek po ty větší nebo v druhé variantě od nejlevnějších po nejdražší. Integrované obvody nejsou napájeny přímo na desku, ale je využito patič, jelikož bývají náchylné na vysokou teplotu, a také z důvodu využití technologie CMOS. Přívody se ohýbají kleštěmi. Následně jsou součástky zapájeny pomocí osazovacího plánu.

6.2.1 Osazovací plán snímače



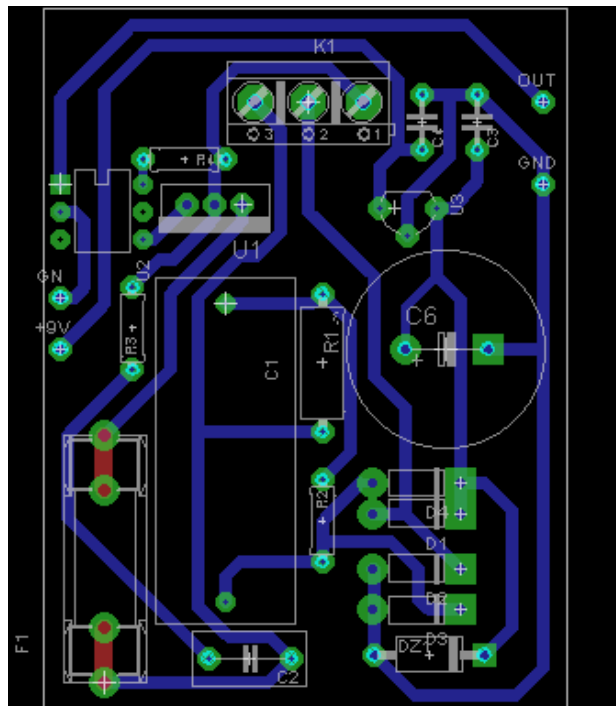
Obr. 13 osazovací schéma snímače

V programu Eagle se převede obrázek ze schématu na návrh plošného spoje (board). Na horním obrázku je osazovací schéma snímače, na kterém jsou vidět modrou čarou znázorněné cesty pro vedení drah. Zelenými kolečky jsou vidět místa, které se poté navrtávají a pájí se k nim vývody součástek. Červenými čarami jsou znázorněné dvě drátové propojky.



Obr. 14. osazený plošný spoj snímače

6.2.2 Osazovací plán zdroje



Obr. 15 osazovací schéma zdroje

Na osazovacím schéma zdroje je znatelné zvětšení modrých cest z důvodů přenášení větší proudové zátěže. V dolním levém rohu jsou vidět dvě červené čárky, které znázorňují pojistkové držáky pro uchycení pojistky.

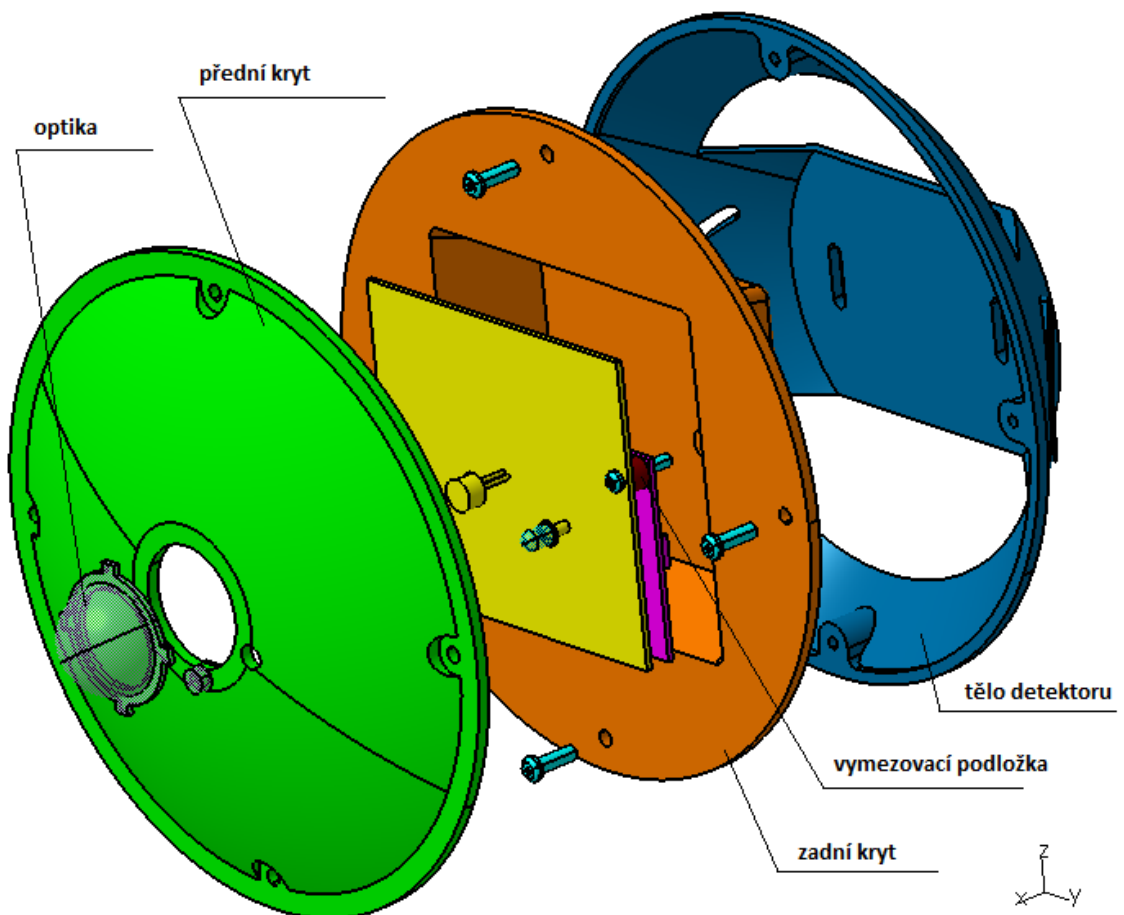


Obr. 16. osazený plošný spoj zdroje

7 DESIGN DETEKTORU

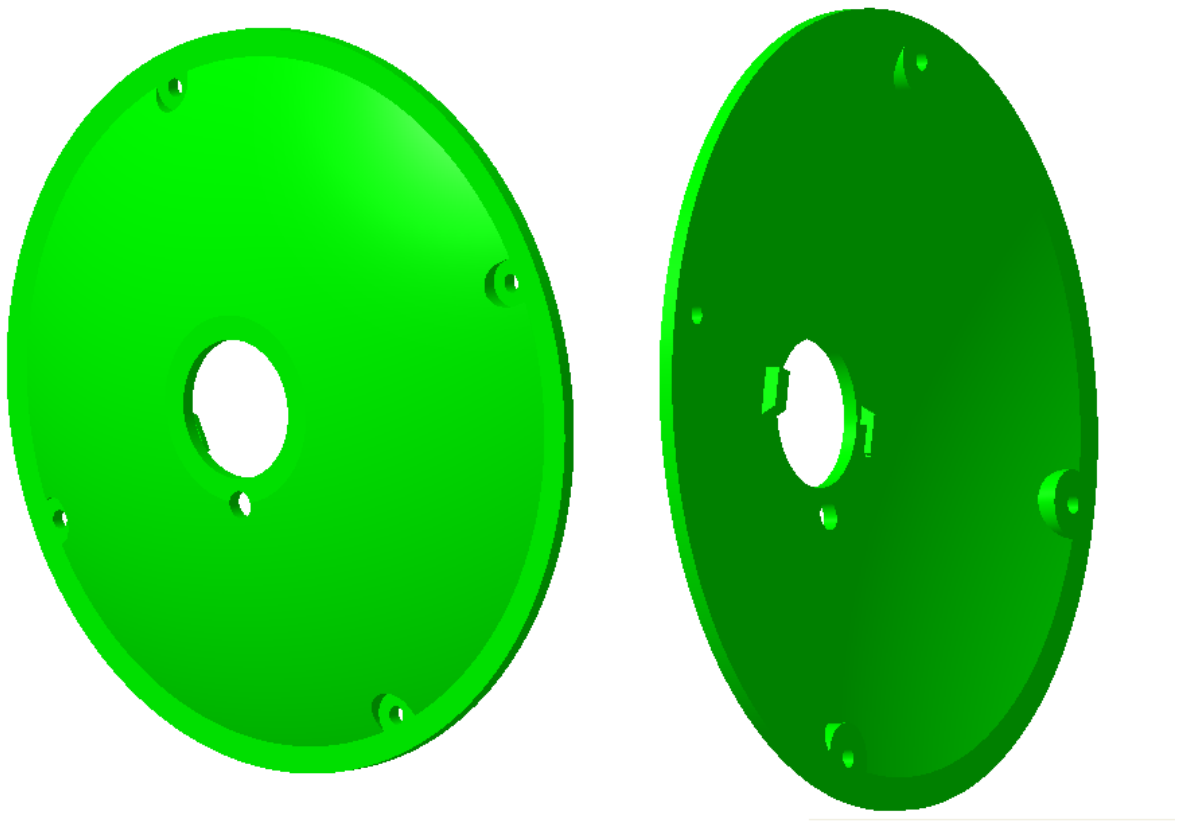
Jednotlivé části krytu byly navrženy podle zásad pro konstrukci vstříkovaných výrobků s ohledem na správné zvolení zaoblení, tloušťky stěn, úkosů a otvorů, tak jak bylo uvedeno v teoretické části. Návrh byl proveden v programu Catia V5R18 s využitím modulu Part design, Assembly design a Drawing. Kryt detektoru se skládá ze čtyř hlavních částí a to:

- přední kryt,
- zadní kryt,
- tělo,
- optika.



Obr. 17. rozvržení detektoru

7.1 Přední kryt

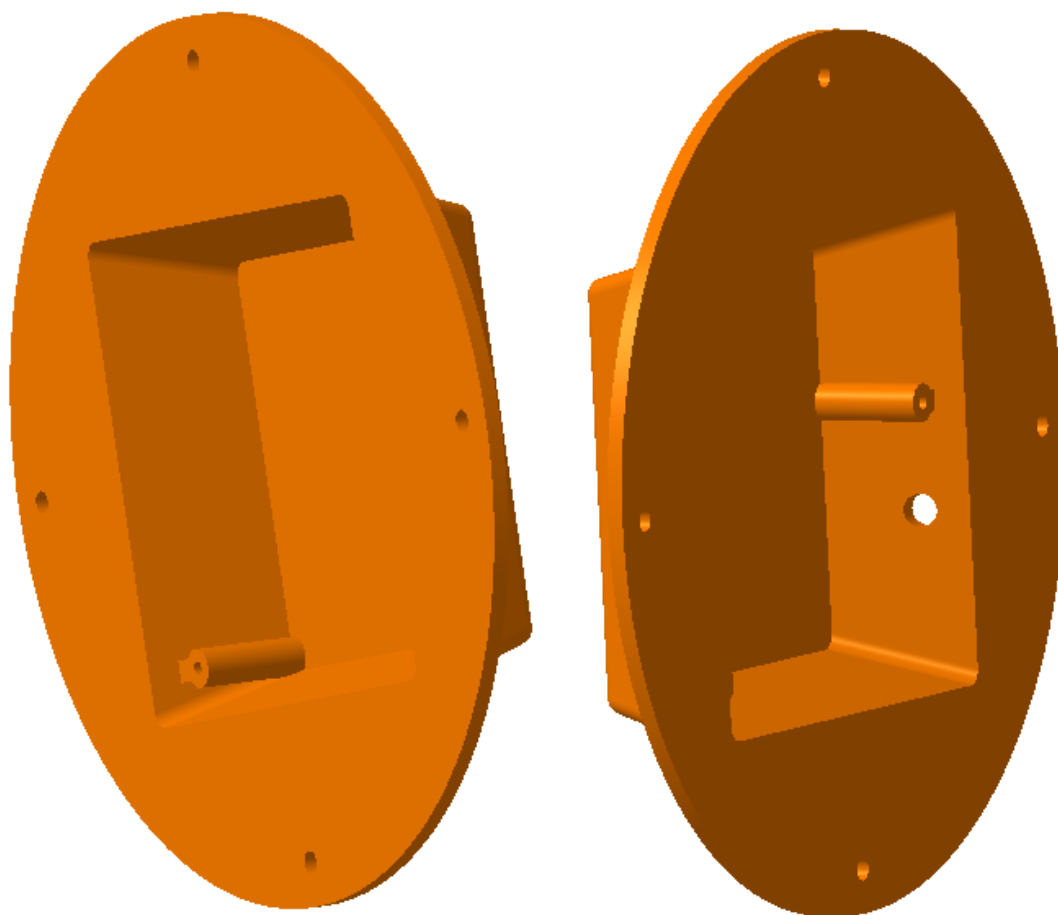


Obr. 18. přední kryt

Přední kryt slouží k zakrytí celého detektoru, je v něm umístěna optika, která drží pomocí dvou pružných háčků, dále je zde otvor pro fototranzistor o průměru 6 mm, tak aby byla zachována jeho plná funkce. Přední kryt je uchycen pomocí čtyř šroubů, které prochází přes zadní kryt do těla detektoru.

7.2 Zadní kryt

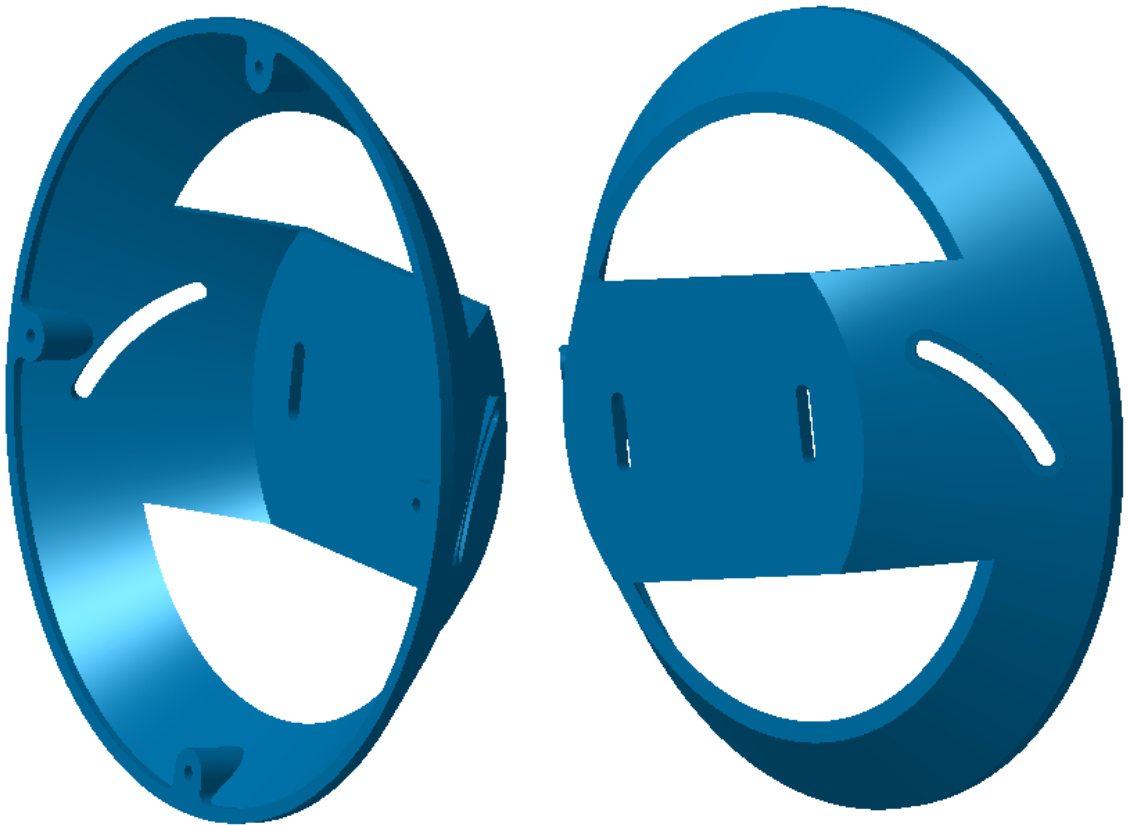
V zadním krytu je vytvořena díra pro kabelový rozvod detektoru o velikosti 6 mm. Pro uchycení k tělu detektoru jsou navrženy 4 průchozí otvory na šrouby. Vnitřní část zadního krytu slouží pro uložení plošných spojů.



Obr. 19. zadní kryt

7.3 Tělo

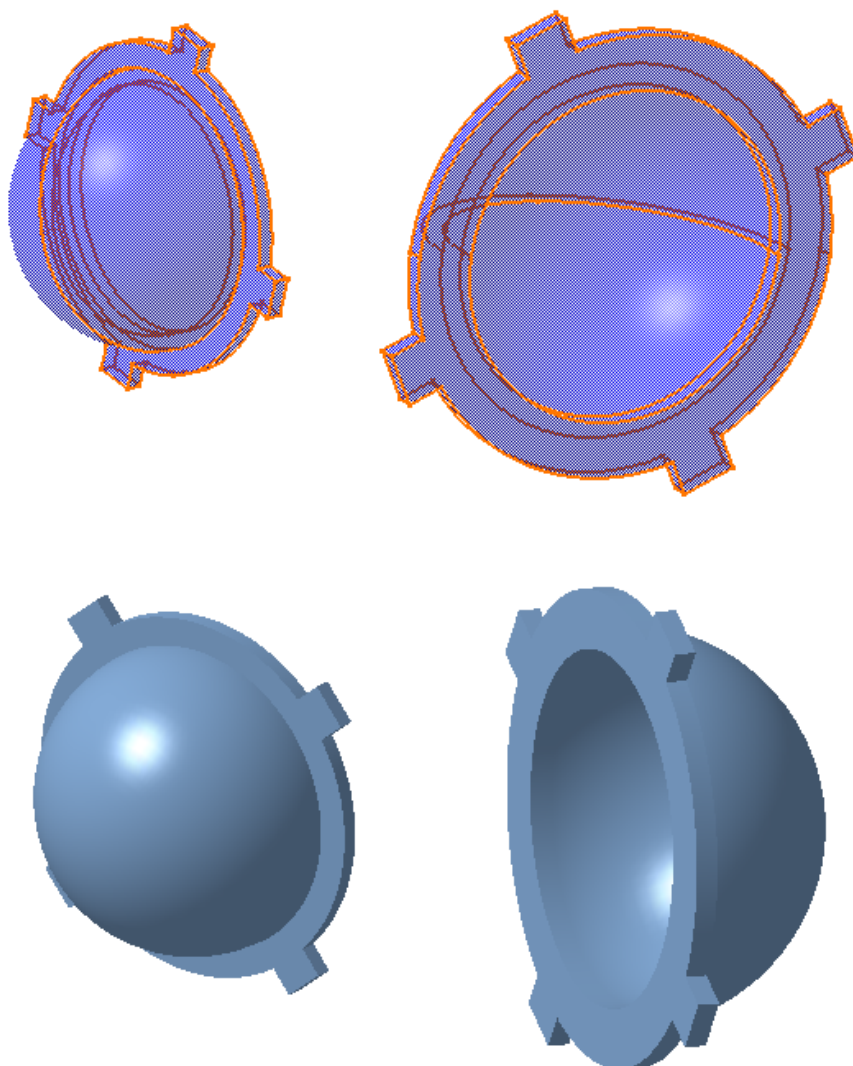
Tělo je jeden z nejdůležitějších prvků designu, je k němu přišroubován přední i zadní kryt. Navíc jsou vně umístěny otvory pro upnutí detektoru jak ke zdi či stropu, tak i do rohu místnosti pomocí zkosených ploch pod úhlem 45°. Obvod těchto děr je zesílen z hlediska pevnosti.



Obr. 20. tělo detektoru

7.4 Optika

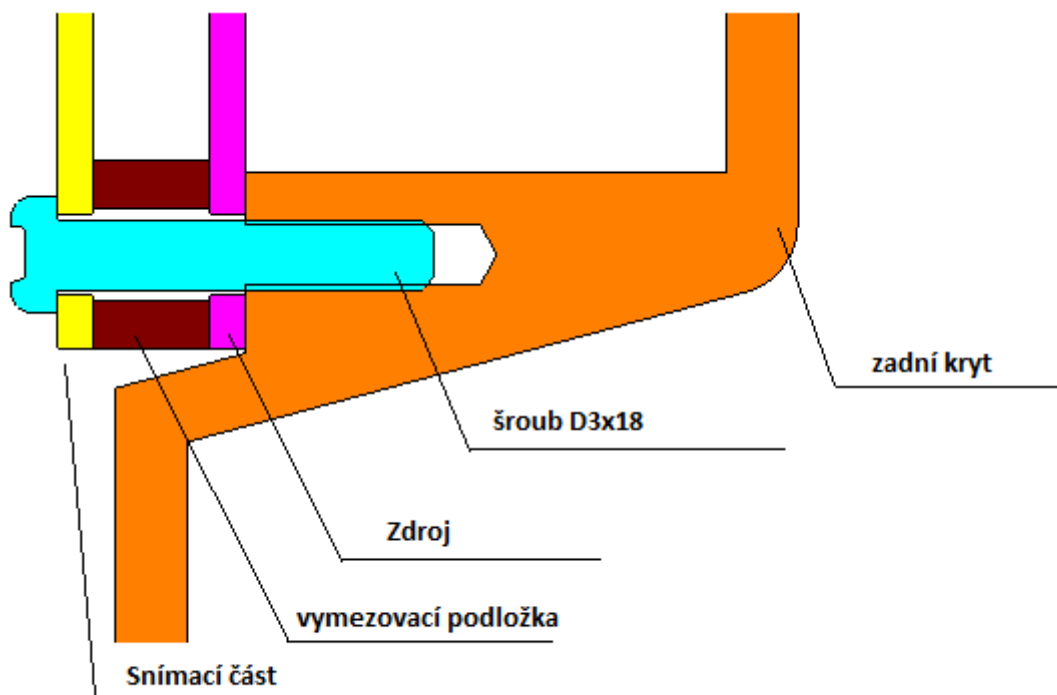
Jak už bylo zmíněno, optika je upevněna k přednímu krytu pomocí pružných háčků. Tento návrh byl volen z důvodu snadného sestavení a popřípadě rozložení. Optika není navržena jako Fresnelova čočka, ovšem při tloušťce 1 mm mění optické vlastnosti příjmu zcela minimálně. Tato část je navržena z transparentního materiálu.



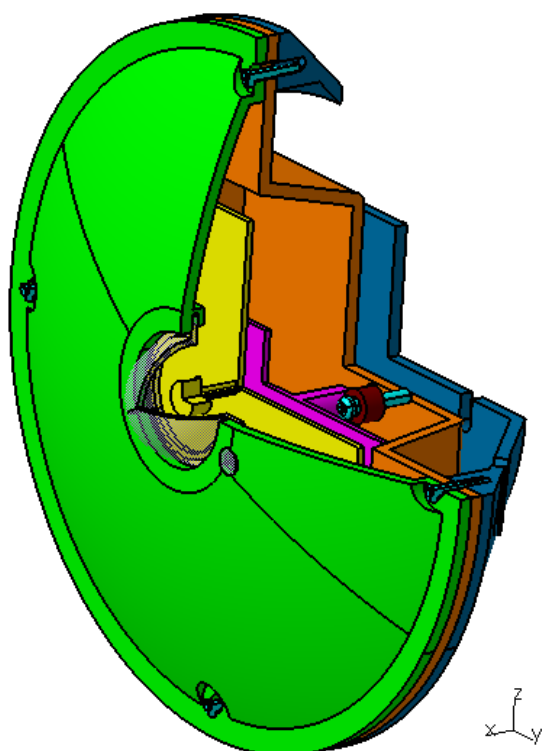
Obr.21. optika krytu detektoru

7.5 Řezy

V zadním krytu jsou situovány oba plošné spoje, které jsou k této části přišroubovány dvěma samořeznými šrouby. Plošné spoje jsou umístěny zadními částmi k sobě, vůle mezi spoji je dána vymezovací podložkou o tloušťce 5 mm, jak lze vidět na obr. 22.



Obr. 22. řez- uchycení plošného spoje



Obr. 23. řez- průřez celým krytem detektoru

8 EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ VYROBENÉ VARIANTY

Ceny jednotlivých elektronických součástí navrženého PIR detektoru jsou uvedeny v tabulce (tab. 3). V tomto ekonomickém zhodnocení nejsou uvedeny náklady na výrobu jednotlivých částí výrobku (plastového krytu) a také na jeho kompletaci. Předpokládaná cena krytu se odvíjí od ceny vstřikovací formy, ceny zvoleného polymeru, náklady spojené s nákupem vstřikovacího stroje, mzdou jednotlivých zaměstnanců a hlavně na počtu vyrobených kusů.

Náklady spojené s výrobou plošných spojů :

Tab. 3 cena komponentů snímače

Deska snímače		Cena
R1,R13	47 K Ω 0,5W	2,00 Kč
R2,R3,R5,R10	10 K Ω 0,5W	4,00 Kč
R4,R8	100 K Ω 0,5W	2,00 Kč
R6,R7,R12,R14	330 K Ω 0,5W	4,00 Kč
R17	100 Ω	1,00 Kč
R11,R16,R15	1 K Ω	3,00 Kč
R9	2,2 K Ω	1,00 Kč
P1,P2	500 K Ω PT6H	12,00 Kč
C2,C4,C8	100 nF/40V, keramický	9,00 Kč
C1,C3,C5,C6	10 μ F/16V elektrolyt.radiální	12,00 Kč
C7	470 μ F/16V elektrolyt. Radiální	3,50 Kč
D1,D2,D3	1N4148	3,30 Kč
D4,D5,D6	1N4148	3,30 Kč
D7	L-HLMP-4700	3,00 Kč
senzor PIR	LHI 958	86,00 Kč
T1	BPW49 fototranzistor	17,00 Kč
T2	KC239	7,00 Kč
IO1	LM2902	9,50 Kč
IO2	CM556 časovač CMOS	9,00 Kč
160x100x1,5	Cuprexit	30,00 Kč
Celkem		220,6 Kč

Tab. 4 cena komponentů zdroje

Deska zdroje		Cena
R1	470 Ω 2W	1,50 Kč
R2	100 K Ω 0,5W	1,00 Kč
R3	470 Ω 0,5W	1,00 Kč
R4	1 K Ω 0,5W	1,00 Kč
C1,C6	220 nF/230V svitkový	18,00 Kč
C2	100 nF/230V svitkový	7,00 Kč
C4,C5	100 nF/40V keramický	10,00 Kč
C6	220 μ F/25V elktrolyt.radiální	6,00 Kč
D1,D2,D3,D4	1N4007	4,40 Kč
ZD1	BZX85V016	1,40 Kč
IO1	78L09	6,00 Kč
IO2	MOC 3041 optotriak	16,00 Kč
Tc1	TIC206	5,00 Kč
PE	Vidlice	15Kč
	Objímka	15Kč
	Kabel	18Kč
Po1	2A/230V	1,70 Kč
Celkem		128,00 Kč

Celková cena jednotlivých součástí desky se snímacím prvkem a plošným spojem zdroje je po zaokrouhlení 349 Kč. Uvedené komponenty jsou běžně používané v elektronických zapojeních, pouze pyrosenzor LHI 958 je atypický a musel být pořízen samostatně.

DISKUZE ZÁVĚRU

Snímací část detektoru umožňuje pomocí 2 trimrů nastavovat úroveň osvětlení pro sepnutí, kdy přes den by snímač nefungoval a v noci by spínal. Ovšem při vytočení trimru zcela doprava by spínání probíhalo celodenně. Druhý trimr ovládá dobu spínání výkonového prvku. Zaznamenání pohybu v detekční zóně můžeme poznat i pomocí LED diody D7. V příloze č.1 je eventuelní návrh propojení snímače s GSM modulem v němž by po vyhodnocení byl vyslán signál na GSM GB 051. V návrhu není popsán software pro nastavení tohoto zařízení, jelikož to nebylo součástí zadání bakalářské práce. Je zobrazeno pouze hardwarové propojení.

Navržené schéma je velice flexibilní, kdy zdrojová deska plošného spoje umožňuje připojení výkonových prvků. Ve zkonstruovaném zapojení obsahuje žárovku. Pro připojení v zabezpečovací technice by byla například vhodná venkovní siréna nebo maják, ovšem pro demonstraci postačí světlo.

Zařízení je konstruováno v bezpečnostní třídě číslo 2, kde stačí dvou vodičové vedení pro připojení 230 V, pokud je zařízení chráněno plastovým krytem a není možnost doteku přímým kontaktem.

Při navržení osazení plošného spoje snímače nebyl brán ohled na návrh krytu, což při konstrukci vytvářelo problémy s designem. Je tedy důležité, aby už při prvním myšlence byl brán potaz na výsledný tvar krytu. Vlastnosti příjmu infračerveného vlnění přes optiku krytu detektoru nejsou zcela dořešené. V návrhu autora se počítalo s nasazením Fresnelových čoček přímo na pyrosenzor například RW9705 nebo RB9504 pro změnu detekčních polí.

ZÁVĚR

Tato bakalářská práce seznamuje čtenáře s vlivy elektromagnetického vlnění a specifikuje působnost pasivních detektorů vyhodnocujících dopadající infračervené vlnění na snímací prvky. Poukazuje na zdroje infračerveného vlnění od teplotních přes luminiscenční až po elektromagnetické. Dále je popsána propustnost látek v infračerveném spektru, což se týká především propustnosti organického plastu pro kryt detektoru, kdy tloušťka by neměla přesáhnout určitou velikost, při kterém beze ztráty optických vlastností a s minimálním útlumem intenzity dopadajícího záření dokáže detektor fungovat v požadovaném chodu. Autor se snažil seznámit čtenáře o emisivitě, tedy o schopnosti určitého předmětu vyzařovat infračervenou energii, jež obsahuje informaci o teplotě. Cílem práce bylo vysvětlení funkce pyroelektrického jevu a jeho využití pro zabezpečovací účely, v tomto případě využití pyrosenzoru jako snímacího prvku.

Dále se zaměřuje na seznámení se specifickými obvodovými prvky snímače a jejich využití v elektronickém zapojení. Autor nepopisoval nejjednodušší prvky tedy například rezistory, diody, kondenzátory, proto by měl mít čtenář základní znalosti elektrotechnického zaměření.

Pro návrh krytu byla zvolena metoda vstřikování plastu do formy, která je pro konkrétní výrobek nejvhodnější. Jsou popsány základní zásady pro jejich konstrukci jako jsou tloušťky stěn, zaoblení, úkosy, atd.

Praktická část je zaměřena na návrh zapojení v programu Eagle 5.11, jež obsahuje schéma zapojení snímací části a také zdroj pro připojení k síti se spínáním výkonových prvků. Tento program umožňuje schéma převést do osazovacího plánu a vygenerovat cesty pro vedení vodivých drah pro následnou konstrukci. Při konstrukci se využilo osvitové techniky a poté se desky plošných spojů osadily součástkami.

Poslední část je zaměřená na design krytu detektoru, ve které autor vytvořil 3D model jednotlivých částí krytu s ohledem na zásady pro konstrukci vstřikovaných dílů. Tento návrh je podpořen technickou dokumentací ve formě výkresů, které jsou umístěn v příloze i v elektronické podobě na přiloženém DVD. Návrh byl proveden v programu Catia V5R18 s využitím modulu Part design, Assembly design a Drawing.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

This bachelor thesis familiarizes the readers with influences of electromagnetic wave and specific influences of passive detectors evaluating flatting infrared wave on sensing elements. Refers to sources of infrared wave from temperature over luminescence to the electromagnetic. Then is describe the permeability of materials in IR- spectrum, this especially refers to permeability of organic plastic materials for cover of detector, when the thickness couldn't be more than the specific size, when without the lost of optical qualities and with the minimum inhibition intensity of incident radiation the detector could work in required run. The author was trying familiarized the readers with emissivity (ability of certain object to radiate infrared wave, which includes the information about temperature). The aim of this work was described the funcion of pyroelectric effect and its usage for the preventive purposes like a sensing element.

The familiarization with specific circuit elements of sensor and its usage in electronic connection. The author didn't describe the most easier elements, like resistors, diodes, capacitors , so the reader should have basics knowledge of electrotechnical sight.

For design of cover was chosen the method of plastic injection to the form, which is the best suited for concrete product. There are also description of basic fundamentals fot the construction, like the wall thiskness, fillet, slants are.

The practical part is focused to the design of connection in Eagle 5.11 programme, which is includes diagram of the connection of sensing part a and second one like a source of network connection with switching of power elements. This programme makes possible to transfer the diagram to the shouldering plan and generace ways for conductive paths and the following construction. During the construction was used the typesetter technology and after that were PCBs filled by components.

The last part is focused on cover design, in which the author created the 3D model of particular parts of cover with with respect to fundamentals for construction of injection parts. This design is supported with technical documentation in shape of drawings, which are seat in annex and in electronic form on enclosed DVD. The design was made in Catia V5R18 programme with use of Part design modul, Assembly design modul and Drawing.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1]VAŠKO, Antonín. Infračervené záření a jeho užití. Praha : Státní nakladatelství technické literatury, 1963. 294 s.
- [2]Vysokoškolská učebnice obecné fyziky. Praha : VUTIUM, 2001. 1278 s. ISBN 80-214-1869-9.
- [3]LEVITIN, Izidor Borisovič. Infračervená technika. 1. vyd. Bratislava : Alfa, 1979. 158 s.
- [4]Infračervené záření z pohledu fyziky [online]. 2011 [cit. 2011-02-26]. Infračervené záření. Dostupné z WWW: <<http://sun-of-hope-topne-panely.sunofhope.cz/pohled-fyziky.pdf>>.
- [5]ONDRÁČEK, Zdeněk. Elektronika pro fyziky. 1. vyd. Brno : Masarykova univerzita, fakulta přírodovědecká, 1998. 95 s. ISBN 8021017414.
- [6]BOBČÍK, L. a kol. Formy pro zpracování plastů I. díl - Vstřikování termoplastů, 2. vyd. Brno:UNIPLAST, 1999. 134 p. ISBN není.
- [7]KALOUCHEK, J. Strojírenské výrobky z plastů vyráběné vstřikováním, Praha: SNTL, 1986. 232 p. ISBN není
- [8]ŠTĚPEK, J., ZELINGER, J., KUTA, A. Technologie zpracování a vlastnosti plastů. Praha: SNTL, 1989. 638 p. ISBN není.
- [9] Texas Instruments TLC555 Dual LinCMOSTM Timers. Katalogový list, USA, 2000
- [10] BASTIAN, Peter, et al. Praktická elektrotechnika. Brno : Europa, 2004. 223 s. ISBN 80-86706-07-9.
- [11]KLEPL, Václav. Elektrotechnická zapojení. 2. rozš. vyd. Praha : Práce, 1966. 295 s.
- Elektrotechnická měření. 1. vyd. Praha : BEN - technická literatura, 2002. 255 s. ISBN 80-7300-022-9.
- [12]LYSENKO, Vladimír. Detektory pro bezdotykové měření teplot. 1. vyd. Praha : BEN - technická literatura, 2005. 153 s. ISBN 80-7300-180-2.
- [13]KUDLÁČEK, Ivan. Úprava elektrotechnických zařízení do provozních prostředí
Vyd. 1. Praha : Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2005. 103 s. ISBN 800103304X.

- [14] Pohybový detektor. Amatérské rádio. 1997, 5, s. 5.
- [15] KAREL, Kadlec. Elektrické teploměry. Měřicí technika [online]. 2007, 1, [cit. 2011-05-14]. Dostupný z WWW: <http://web.vscht.cz/kadleck/archiv/MT_INaRP/MT-INFaRP07_Teplota.pdf>.
- [16] Eleka [online]. 2009 [cit. 2011-05-15]. Dostupné z WWW: <<http://eleka.info/?cmd=catalog&raz=439&maxview=20&proizvod=&page=3>>.
- [17] Conrad [online]. 2010 [cit. 2011-05-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.conrad.at/ce/de/product/184055/FOTO-TRANSISTOR-BPW-40-BPW-96-C>>.
- [18] LM2902. In Low Power Quad Operational Amplifier [online]. USA : National Semiconductors, 14.3.2011 [cit. 2011-05-15]. Dostupné z WWW: <www.national.com/pf/LM/LM2902.html>.
- [19] LM 556 Timers. Datasheet [online]. 2005, 1, [cit. 2011-05-15]. Dostupný z WWW: <www.datasheetdir.com/LM556+Timers>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

PIR	Pasivní infračervený detektor
R	Význam druhé zkratky.
P	Význam třetí zkratky.
C	Kondenzátor
D	Dioda
T	Tranzistor
IO	Integrovaný obvod
ZD	Zeyerova dioda
Tc	Tyristor
Po	Pojistka
λ	Vlnová délka
v	Rychlost
c	Rychlost světla
f	Frekvence
H	Intenzita vyzařování
Φ	Zářivý tok
S	Plocha
$\varepsilon_{T\lambda}$	Spektrální emisivita
et	Emisivita černého tělesa
i	Index lomu
r	Odrazivost
I_r	Intenzita rozdílová
H_E	Intenzita vyzařování reálného tělesa
I_o	Intenzita vstupová

<i>HOE</i>	Intenzita vyzařování černého tělesa
IR	Infračervené záření
NIR	Blízké infračervené záření
SWIR	Krátkovlnné infračervené záření
MWIR	Střední infračervené záření
LWIR	Daleké infračervené záření
FIR	Vzdálené infračervené záření

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1 vlnová délka jednotlivých záření [2]</i>	11
<i>Obr. 2. energie fotonu</i>	16
<i>Obr. 3. princip pyroelektrického jevu[14]</i>	17
<i>Obr. 4. vnitřní uspořádání snímacího pyrosenzoru[14]</i>	17
<i>Obr. 5. pyrosenzorový snímač [15]</i>	18
<i>Obr. 6. fototranzistorový snímač [16]</i>	19
<i>Obr. 7. integrovaný obvod LM 2902[17]</i>	20
<i>Obr. 8. integrovaný obvod CM 556[18]</i>	20
<i>Obr. 9. přechody v tloušťce stěny [7]</i>	22
<i>Obr. 10 blokové schéma zapojení</i>	26
<i>Obr. 11 schéma zapojení snímače</i>	27
<i>Obr. 12 schéma zapojení zdroje</i>	29
<i>Obr. 13 osazovací schéma snímače</i>	32
<i>Obr. 14. osazený plošný spoj snímače</i>	32
<i>Obr. 15 osazovací schéma zdroje</i>	33
<i>Obr. 16. osazený plošný spoj zdroje</i>	33
<i>Obr. 17. rozvržení detektoru</i>	34
<i>Obr. 18. přední kryt</i>	35
<i>Obr. 19. zadní kryt</i>	36
<i>Obr. 20. tělo detektoru</i>	37
<i>Obr.21. optika krytu detektoru</i>	38
<i>Obr. 22. řez- uchycení plošného spoje</i>	39
<i>Obr. 23. řez- průřez celým krytem detektoru</i>	39
<i>Orb.24. zapojení vstupů</i>	52
<i>Obr. 25. propojení se snímací částí plošného spoje</i>	52

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1 doporučené velikosti úkosu [7]</i>	<i>22</i>
<i>Tab. 2 chyby návrhu a konstrukce plošných spojů</i>	<i>31</i>
<i>Tab. 3 cena komponentů snímače</i>	<i>40</i>
<i>Tab. 4 cena komponentů zdroje</i>	<i>41</i>

SEZNAM PŘÍLOH

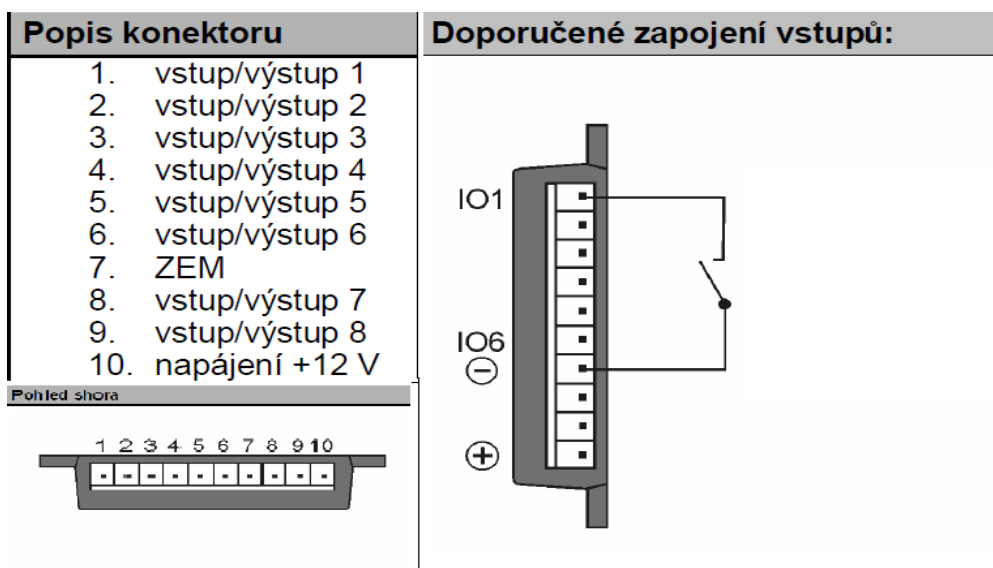
Příloha PI: Zapojení s GSM modulem GB 051

Příloha PII: Výkresová dokumentace

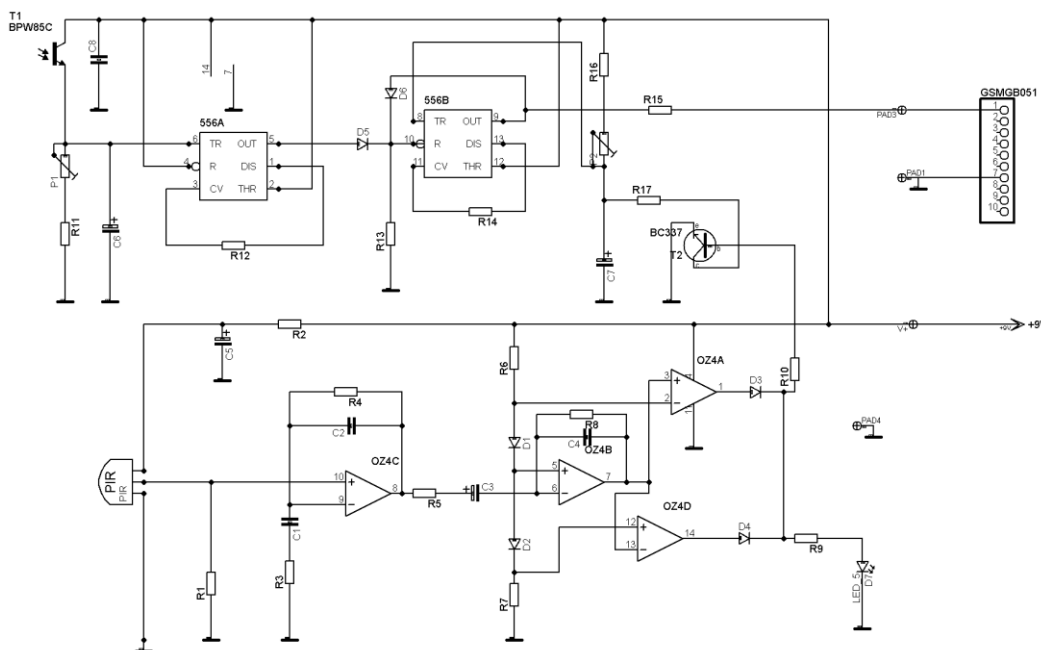
PŘÍLOHA P I: ZAPOJENÍ GSM MODULU GB 051

Zapojení vytvořené autorem umožňuje připojení výstupu snímače k GSM modulu GB 051.

Snímací část je ponechána ve stejném zapojení tedy V+ a PAD4 se připojí na napájení 9 V ke zdroji ovšem vývody PAD 3 a PAD 1 se nepřipojí na přívod k optotriaku, ale místo toho ke vstupu 1 a 7. Napájení GSM modulu by probíhalo z akumulátoru mobilu (až 12 hodin) nebo pomocí nabíječky připojené ke vstupům 7 a 10.



Orb.24. zapojení vstupů



Obr. 25. propojení se snímací částí plošného spoje