

Univerzální dálkový ovladač The Universal Remote Handler

Josef Novák

Bakalářská práce
2009



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
Ústav elektrotechniky a měření
akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Josef NOVÁK**
Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**

Téma práce: **Univerzální dálkový ovladač**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární rešerši zaměřenou na dálkové ovladače.
2. V rešerši se zaměřte na konstrukci dálkových ovladačů, principy přenosu dat a využití v bezpečnostních technologiích.
3. Navrhněte způsob dálkového ovládání elektrického zařízení.
4. Provedte praktickou realizaci včetně ověření činnosti.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. BASTIAN, P.: Praktická elektrotechnika. Europa Sobotáles, Brno, 2004, ISBN 808670615X.
2. KLAUS, T.: Příručka pro elektrotechnika. Europa Sobotáles, 2005, ISBN:80-86706-13-3.
3. HORST, J.: Informační a telekomunikační technika. Praha, BEN, 2004, ISBN 80-86706-08-7.
4. HRABOVSKÝ, M.: Eagle pro začátečníky. Praha, BEN, 2007, ISBN 8073001772.
5. ĎADO, S., KREIDL, M.: Senzory a měřicí obvody. ČVUT, Praha, 1999., ISBN 80-214-2247-5.
6. <http://www.regulacni-pohony.cz>

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.

Ústav elektrotechniky a měření

Datum zadání bakalářské práce:

20. února 2009

Termín odevzdání bakalářské práce:

20. května 2009

Ve Zlíně dne 20. února 2009

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.

děkan



doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.

ředitel ústavu

ABSTRAKT

Bakalářská práce pojednává o konstrukcích dálkových ovladačů a principech dálkového přenosu informací, především v infračerveném spektru. Dále se zabývá popisem funkce a výrobou dvou typů ovladačů pro spínání elektrických spotřebičů. Popisuje jejich vlastnosti a možnosti využití.

Klíčová slova: infračervený přenos, modulace, protokoly, nekódované ovládání, kódované ovládání, přenosová vzdálenost

ABSTRACT

Bachelor's thesis describes the design principles of long-distance drivers and long-range transmission of information, especially in the infra-red spectrum. It follows from the description of the function and production of two types of drivers for switching electrical appliances. It describes their characteristics and possibilities of use.

Keywords: infrared transmission, modulation, protocols, control of uncoded, coded control, the transmission distance

Poděkování:

Touto cestou chci vyjádřit poděkování vedoucímu bakalářské práce doc. Mgr. Milanu Adámkovi, Ph.D. za jeho odborné vedení, rady, informace a čas, který mi věnoval při vypracování mé bakalářské práce.

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.

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 HISTORIE DÁLKOVÝCH OVLADAČŮ	11
2 ELEKTROMAGNETICKÉ ZÁŘENÍ	12
2.1 CHARAKTER ELEKTROMAGNETICKÉHO ZÁŘENÍ.....	12
2.2 INFRAČERVENÉ ZÁŘENÍ	13
2.3 RÁDIOVÉ VLNY	13
3 BEZDRÁTOVÝ PŘENOS INFORMACÍ	14
3.1 INFRAČERVENÝ PŘENOS DAT	14
3.1.1 Normy pro IR přenos	14
3.1.2 Druhy modulace IR záření	15
3.1.2.1 Pulzní modulace – Pulse Keying	16
3.1.2.2 FSK modulace - Frequency Shift Keying.....	16
3.1.2.3 Klíčování reverzací – Binary Phase Shift Keying	17
3.1.2.4 Pulzně - šířková modulace - Pulse-Width Keying.....	17
3.1.3 Shrnutí jednotlivých modulací	17
3.2 PŘENOSOVÉ PROTOKOLY	17
3.2.1 Protokol RC – 5.....	18
3.2.1.1 Význam bitů protokolu RC - 5	18
3.2.2 NEC protokol	19
3.3 STANDART IRDA.....	19
3.4 FYZICKÁ VRSTVA	20
3.4.1 IrDA 1.0	21
3.4.2 IrDA 1.1	22
3.5 LINKOVÉ VRSTVY	23
3.5.1 IrLAP.....	23
3.5.2 IrLMP	23
3.5.3 IrDA Transport Protocols.....	24
3.5.4 Volitelné protokoly	24
3.6 VYSÍLAČ A PŘIJÍMAČ V INFRAČERVENÉ TECHNICE.....	24
3.6.1 Interference	25
3.6.2 Optické zdroje rušení	25
3.7 RÁDIOVÝ PŘENOS.....	25
3.7.1 Druhy modulace rádiových vln.....	26
II PRAKTICKÁ ČÁST	27
4 NEKÓDOVANÝ UNIVERZÁLNÍ INFRA PŘIJÍMAČ S DÁLKOVÝM OVLADAČEM	28
4.1 POPIS ZAŘÍZENÍ	28
4.2 INFRA VYSÍLAČ IR33K1	28
4.2.1 Technické údaje vysílače	29
4.3 NEKÓDOVANÝ INFRA PŘIJÍMAČ	29
4.3.1 Napájecí obvody.....	30

4.3.2	Přijímací část	30
4.3.3	Spínací část.....	31
4.4	ELEKTRICKÁ SCHÉMATA NEKÓDOVANÉHO IR PŘIJÍMAČE	31
4.4.1	Elektrické schéma napájecích obvodů	32
4.4.2	Elektrické schéma spínacích obvodů	33
4.5	OŽIVENÍ ZAŘÍZENÍ	34
5	KÓDOVANÉ DÁLKOVÉ OVLÁDÁNÍ	35
5.1	POPIS ZAŘÍZENÍ	35
5.2	KÓDOVANÝ VYSÍLAČ	35
5.3	KÓDOVANÝ PŘIJÍMAČ.....	35
5.4	TESTOVÁNÍ ZAŘÍZENÍ	36
5.5	ELEKTRICKÁ SCHÉMATA KÓDOVANÉHO VYSÍLAČE A PŘIJÍMAČE	37
5.5.1	Elektrické schéma vysílače	37
5.5.2	Elektrické schéma přijímače	38
5.6	OSAZENÍ DPS.....	39
5.6.1	Vysílač.....	39
5.6.2	Přijímač	39
6	DOSAHI IR PŘENOSU	40
6.1	TEORETICKÝ DOSAH.....	40
6.2	VYPOČÍTANÝ A ZMĚŘENÝ DOSAH.....	40
6.3	VÝPOČET PRO DALŠÍ IR LED	41
6.4	VYHODNOCENÍ.....	42
7	VYUŽITÍ DO V BEZPEČNOSTNÍCH SYSTEMECH.....	43
7.1	OVLÁDÁNÍ CENTRÁLNÍHO ZAMYKÁNÍ	43
7.2	OVLÁDÁNÍ VRAT A ZÁVOR	43
	ZÁVĚR	44
	ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ.....	45
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	46
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	47
	SEZNAM OBRÁZKŮ	51
	SEZNAM TABULEK.....	52
	SEZNAM PŘÍLOH.....	53

ÚVOD

V dnešní době je na trhu obrovské množství spotřební elektroniky, kterou je potřeba nějakým způsobem ovládat či řídit. Jelikož člověk s technickým pokrokem zlenivěl, dělá vše proto, aby se musel co nejméně pohybovat. Vedle přímého manuálního ovládání se pro zvýšení pohodlí ve stále větší míře používá dálkového ovládání. Elektrickými spotřebiči přitom nejsou pouze televizory nebo různá audiovizuální zařízení, kde se bezdrátové ovládání stalo jakýmsi standardem, ale také pevně instalovaná zařízení ovládaná elektroinstalačními přístroji (svítidla, žaluzie, ventilace apod.)

Bezdrátový dálkový systém ovládání se všeobecně skládá ze dvou částí – vysílače a přijímače, které nejsou navzájem propojeny vodiči. Přijímač reaguje na zmáčknutí tlačítka u vysílače, kterým jsou zadávány ovládací povely. Reakce spotřebiče na ovládací povel je jednoznačně dána nastavením přijímače, které je buď neměnné, nebo volitelné uživatelem.

Z pohledu konstrukce a přenosu informace mezi vysílačem a přijímačem, se v domovních instalacích uplatňují v podstatě dva druhy dálkového ovládání – rádiové a infračervené.

Rádiový systém pracuje v odlišném frekvenčním pásmu a k přenosu informace se využívá jiný fyzikální princip, jak u přenosu informace světlem. Jeho největší výhoda je v přenosových vzdálenostech větších než u IR a možnost ovládání bez přímé viditelnosti. Naopak nevýhodou je především spotřeba těchto systémů.

Infračervené DO využívá osvědčený princip emitovaného IR záření, známé především z audiovizuální techniky. Uvedená technologie se používá především pro ovládání na krátkou vzdálenost s dosahem několik metrů při přímé viditelnosti. Nutnost přímé viditelnosti je i jeho největší nevýhodou. Mezi výhody patří především jednoduchost konstrukce, malý proudový odběr a především cena. Právě proto bylo IR ovládání zvoleno jako nejvhodnější.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 HISTORIE DÁLKOVÝCH OVLADAČŮ

Jeden z prvních příkladů dálkového ovládání vyvinul v roce 1893 Nikola Tesla. První myšlenka dálkového ovladače pro televizory vznikla ve firmě Zenith v roce 1948. Bezdrátové dálkové ovládání nazvané Flashmatic bylo představeno v roce 1955. Pracovalo na principu přenosu světla. V roce 1956 Robert Adler vyvinul Zenith Space Command. K změně programu a hlasitosti se využívalo mechanické zařízení na bázi ultrazvuku. Stisknutím tlačítka na dálkovém ovladači, se udeřilo na dlouhé hliníkové tyčinky a ty vydaly zvuk. Každá tyčinka vydávala jinou frekvenci a obvody v televizoru tak rozpoznaly tento rozdíl. [1]

S objevem tranzistoru, došlo ke zlevnění elektronických ovládačů. Obsahovaly piezoelektrický krystal napájený kmitavým elektrickým proudem. Frekvence se pohybovala nad horním prahem lidského slyšení. Uvnitř přijímače byl mikrofon spojený s obvodem, který byl naladěný na stejnou frekvenci. Problémem u této metody byl šum, který se mohl v přijímači vyskytnout.

Počátkem 70. let byl vynalezen teletext. K zobrazení požadované strany, potřebovaly ovladače tlačítka každé číslo od nuly až po devítku. Později přibyla další specializovaná tlačítka, jako přepínání mezi teletextem a normálním obrazem, jasnost, intenzita barev a další. Ze začátku se používaly drátové ovladače, ale brzy se ukázalo, že je potřeba bezdrátového zařízení. Vývojáři z BBC začali jednat s televizními výrobci, což vedlo k prvním prototypům kolem let 1977-78 pracujícím na principu infračerveného záření. [1]



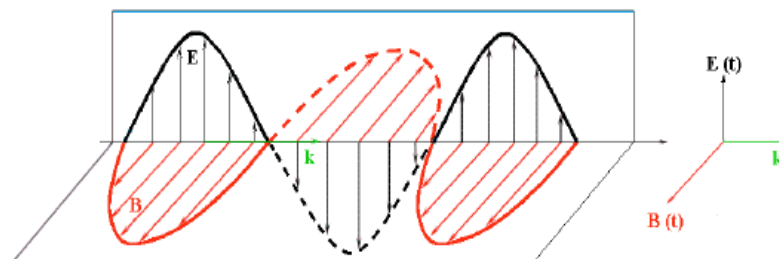
Obr. 1. Zenith Space Command

2 ELEKTROMAGNETICKÉ ZÁŘENÍ

Záření můžeme všeobecně popsat jako šíření energie prostorem tedy i vakuem. Vzniká např. při urychlování nabitých elementárních částic a spočívá v periodických změnách elektrického a magnetického pole.

2.1 Charakter elektromagnetického záření

Mají dvě navzájem neoddělitelné složky. Elektrickou charakterizuje vektor intenzity elektrického pole E , magnetickou vektor magnetické indukce B . Tyto vektory jsou navzájem kolmé, mají souhlasnou fázi a jejich kmity probíhají kolmo ke směru, kterým se vlna šíří.



Obr. 2. Elektromagnetická vlna

Elektromagnetické vlny jsou ve fyzice charakterizovány vlastnostmi vlnovými a částicovými. Za vlnové vlastnosti pokládáme odraz, lom, ohyb, interferenci a polarizaci vln.

„Částicový charakter si lze představit jako proud jednotlivých částic fotonů. Zářící těleso neemituje světelnou energii spojitě, ale nespojitě po malých dávkách, kvantech. Říkáme, že světelná energie je kvantovaná. Nejmenší možné množství energie je elementární kvantum. Kvantum světelné energie se nazývá foton. Je to prostorově velmi soustředěné množství energie elektromagnetického záření, které se pohybuje stejnou rychlostí jako světlo v uvažovaném prostředí.“ [2]

Elektromagnetické záření je možno vyjádřit frekvencí f [Hz] a vlnovou délkou λ [m]. Vlnová délka periodických elektromagnetických kmitů se rovná rychlosti jejich šíření c [m/s] v prostoru, vydělené frekvencí.

2.2 Infračervené záření

Infračervené záření je elektromagnetické vlnění, které má stejné vlastnosti jako záření viditelné. Toto záření je tvořeno příčnými elektromagnetickými vlnami, které se šíří ve směru záření přímočaře.

IR zářením rozumíme záření větších vlnových délek, které jsou ve spektru elektromagnetických vln od vlnové délky 750 nm až po 10^6 nm. Podle mezinárodního doporučení, se v tomto spektrálním rozsahu dělí infračervené záření do následujících oblastí zobrazených v tabulce (Tab. 1)

Tab. 1. Oblasti infračerveného záření

Oblasti infračerveného záření	Vlnová délka λ [μm]
IR – A (blízké infračervené záření)	0,76 – 1,4
IR – B (krátké vlnové délky)	1,4 – 3
IR – C (střední vlnové délky)	3 – 8
IR – C (dlouhé vlnové délky)	8 – 15
Dlouhé infračervené záření	15 – 1000

2.3 Rádiové vlny

Za radiové vlny pokládáme vlny od délky 1000 m do délky 0,1 m (od DV do UKV), na kterých se šíří, kromě jiných služeb i pozemní rozhlas a televize. Pásmo mikrovln 3 ÷ 300 GHz jsou rovněž používána pro veřejnou rozhlasovou službu, avšak jen ve velmi úzce vymezených kmitočtových pásmech. Rádiové vlny jsou generovány v radiových vysílačích, které v elektronických obvodech vytvoří signál potřebné frekvence, namodulují na tento signál přenášenou informaci a signál s potřebným výkonem vyšlou pomocí vysílací antény.

3 BEZDRÁTOVÝ PŘENOS INFORMACÍ

Zásadní nevýhodou všech drátových přenosových cest je jejich stacionární povaha a neschopnost vyjít vstříc uživateli, který potřebuje být se svým počítačem, nebo jiným elektronickým zařízením mobilní v rámci jedné místnosti nebo celé budovy. Řešením jsou nejrůznější bezdrátové přenosové technologie, založené na principu elektromagnetického vlnění. Vlastnosti použité technologie potom závisí na frekvenci vlnění, navíc mohou využívat všesměrového charakteru vysílání, kde jsou data přenášena z jednoho vysílače na více přístrojů současně.

Základní otázkou při volbě bezdrátové technologie je dosah a rychlost přenášených dat. Vyšší části spektra (UV, rentgenové záření či gama záření) by teoreticky měly být k přenosům dat nejvýhodnější, protože mají největší šířku přenosového pásma, a měly by tudíž dosahovat nejvyšších přenosových rychlostí. Tento druh záření není z praktického hlediska použitelný. Nejen že je lze jen velmi obtížně modulovat, ale hlavně jsou lidskému zdraví škodlivé. Proto se v dnešních přenosových technologiích využívají jiná frekvenční pásma, především rádiových vln, mikrovln a optických spojů.

3.1 Infračervený přenos dat

Přenosy v infračervené části spektra jsou používány na velmi krátké vzdálenosti – nejběžnější aplikací je dálkové ovládání televizorů. Tento způsob komunikace se uplatňuje i pro komunikaci mezi přenosnými počítači a periferiemi. Výhodou je nenáročná implementace a nízká cena. Protože má IR přenos poměrně malý dosah, není zapotřebí žádná licence či povolení od spojů. Naopak velkou nevýhodou je nutnost přímé viditelnosti mezi vysílačem a přijímačem. Další nevýhodou je nemožnost používat tento způsob komunikace mimo budovy, na denním světle – slunce silně září i v infračervené části spektra. IrDA je komunikační standart vytvořený IrDA konsorciem v roce 1993. Tento standart využívá vlastností infračerveného záření pro bezdrátový přenos dat. IrDA stanovuje a definuje standardy, podle kterých dochází ke komunikaci mezi IrDA zařízeními.

3.1.1 Normy pro IR přenos

V roce 1993 bylo založeno Infra Data Association. Hlavním cílem skupiny bylo navrhnout standart pro bezdrátový přenos dat na velmi krátkou vzdálenost pomocí infračervených paprsků. První verze IrDA byla představena v roce 1994. Tento standart popisuje fyzickou

vrstvu a protokoly potřebné pro vzájemnou komunikaci dvou zařízení. Verze IrDA 1.0 popisuje přenos dat rychlostí maximálně 11,5 Kbit/s, novější verze IrDA 1.1 dokázala přenášet data rychlostmi přibližně 4 Mbit/s. V dnešní době IrDA sdružuje více než 150 společností, mimo jiné například IBM, Sony, Hewlett – Packard, Canon a další, které vydaná doporučení aplikují na své výrobky. [3]

Přenos s využitím infračerveného záření se vyskytuje u stále většího počtu různých aplikací. Z toho důvodu bylo potřeba rozlišit jednotlivé standardy, které popisují metody měření a specifikace společných technických parametrů systémů používajících difúzní, či přímé infračervené záření jako nosič informace. Tato norma se nazývá IEC. Hlavní normou pro IR přenos je IEC 61603-1 a IEC 1147. [4]

„IEC 61603-1 představuje normu pro přenos audio a / nebo video signálu použitím infračerveného záření. IEC 1147 (dodatek IEC 61603): Použití infračerveného přenosu a prevence, nebo kontrola interference mezi systémy. Tato norma byla přijata v roce 1992 a nahrazuje starou normu IEC 764, publikovanou v roce 1983. IEC 61603-1 se stává z 6 částí.“ [4]

Tab. 2. Normy přenosu

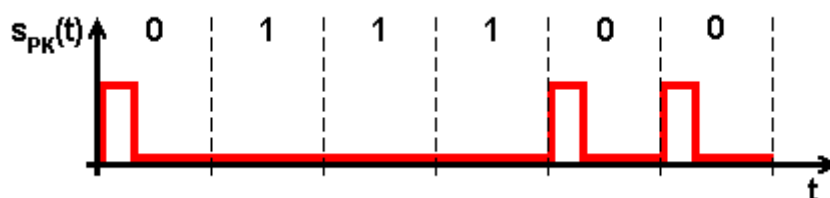
1. Obecná část, předmět normy
2. Přenosové systémy pro audio pásmo a podobné signály
3. Přenosové systémy pro audio signály pro konference a podobné aplikace
4. Přenosové systémy pro nízko rychlostní dálková ovládání
5. Přenosové systémy pro vysokorychlostní datové přenosy a dálková ovládání
6. Přenosové systémy pro video a audiovizuální signály vysoké kvality

3.1.2 Druhy modulace IR záření

Infra červený přenos se využívá pro dálkové ovládání spotřební elektroniky. K zajištění spolehlivosti bylo navrženo několik druhů modulace IR záření. Zajištění bezpečnosti přenosu je základním požadavkem přenášených dat. Data se vysílají kódováním nosného optického záření. Pro vysílání se využívá výhradně digitální přenos, délka přenášených rámců se liší v závislosti na použité aplikaci. V současné době se využívají čtyři nejčastější způsoby modulace - pulzní, frekvenční, fázová a pulzně - šířková. [4]

3.1.2.1 Pulzní modulace – Pulse Keying

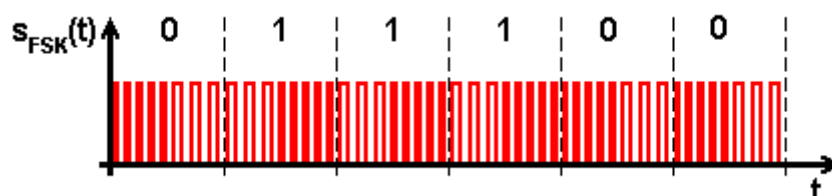
Využitím toho typu klíčování získáme signál typu **RZI**. Pulzní modulace je jedním z nejjednodušších způsobů kódování dat přenášejících infračerveným zářením. Principem této modulace je rozdělení signálu na stejně velká tzv. časová okna. V tomto okně se buď vyskytne, nebo nevyskytne impuls konstantní délky, zpravidla podstatně menší, než je délka časového okna. Výskyt IR impulsu je považován za logickou nulu a naopak jeho absence za logickou jedničku. Hodinové impulsy na přijímací straně se synchronizují s hranou přijímaného signálu. Při přenosu většího bloku jedničkových bitů, kdy nejsou vysílány žádné impulsy, by mohl přijímač vypadnout ze synchronismu. Proto se po určitém počtu po sobě jdoucích jedničkových bitů vysílá navíc jeden nulový. [5]



Obr. 3. Pulzní modulace

3.1.2.2 FSK modulace - Frequency Shift Keying

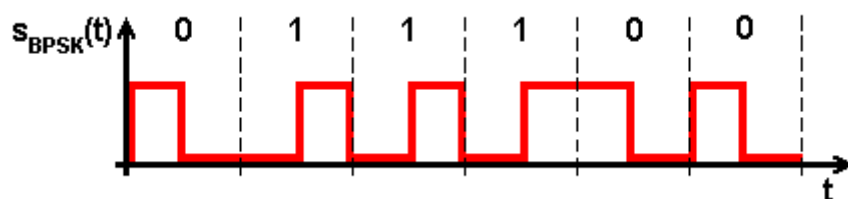
Modulace je založena na řízení nosného kmitočtu binárním signálem. Střední nosná frekvence je o malý kmitočtový rozdíl zvýšena pro jeden logický stav a pro druhý logický stav snížena. Tento způsob přenosu je velice spolehlivý, ale má vyšší energetickou náročnost, proto se používá pouze výjimečně v systémech s požadavky na vysokou bezpečnost přenosu. [5]



Obr. 4. FSK modulace

3.1.2.3 Klíčování reverzací – Binary Phase Shift Keying

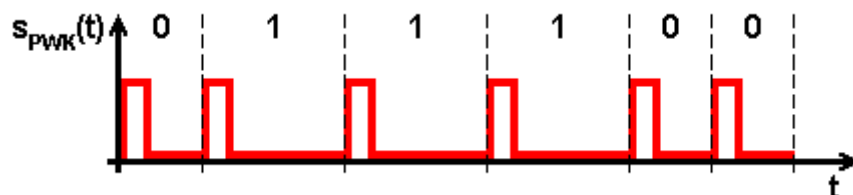
Binární signál svými logickými stavy zavádí do nosné vlny skokové fázové posuny. Pokud je změna kladná, to je z log. nuly na log. jedničku, je bit vyhodnocen jako 1, v opačném případě jako 0. Tento typ modulace se používá poměrně často. Jako příklad je možné uvést RC-5 kód, používaný v dálkových ovladačích spotřební elektroniky evropské produkce. [5]



Obr. 5. Klíčování reverzací

3.1.2.4 Pulzně - šířková modulace - Pulse-Width Keying

Délkou časové prodlevy, mezi dvěma optickými pulzy, vyjadřuje bity. Delší doba znamená logickou jedničku a kratší době odpovídá logické nule. [5]



Obr. 6. Pulzně - šířková modulace

3.1.3 Shrnutí jednotlivých modulací

Všechny druhy modulací mohou pracovat ve dvou režimech s výjimkou FSK modulace. První možností je modulace kódovaného signálu na nosnou frekvenci, druhou pak pulzní přenos. V praxi se modulace na nosnou frekvenci používá u klíčování reverzací, pulzní přenos se využívá u pulzně - šířkové modulace. [4]

3.2 Přenosové protokoly

Mnoho firem, zabývajících se spotřební elektronikou, si pro infračervené dálkové ovládání svých výrobků vyvinulo vlastní specifické přenosové standardy, přičemž téměř všechny vycházejí ze společného základu. Mezi nejčastěji používané patří standard RC – 5 a NEC.

3.2.1 Protokol RC – 5

Přenosový standard RC-5 byl vyvinut pro dálkové ovladače spotřební elektroniky. Používá délku dat 6 bitů. Moduluje pomocí klíčování reverzací, navíc používá dodatečnou modulaci na nosnou s kmitočtem 36 kHz. Každý bit má 32 impulsů a stejnou frekvenci jako nosná. Rámec se skládá ze dvou start bitů, za nimiž následuje toggle bit¹. S každým rámcem se mění hodnota toggle bit, tak dochází k identifikaci nedoručení předchozího rámce. Informační část obsahuje pětibitovou adresu určující konkrétní ovládané zařízení a netypická šestibitová data, představující vlastní příkaz. Rámce se opakují po celou dobu, stisku tlačítka. [5]

3.2.1.1 Význam bitů protokolu RC - 5

- 2 start bity: mají vždy hodnotu jedna.
- 1 toggle bit: tento bit mění svoji hodnotu vždy po uvolnění tlačítka ovladače. Když je tlačítko stlačené delší dobu, všechny vysílané povely mají toggle bit stejný. Po uvolnění a dalším stlačení stejného tlačítka je hodnota toggle bitu opačná. To nám umožňuje správně ošetřit např. funkci přepnutí TV programu o jeden napřed, kdy se při libovolně dlouhém držení tlačítka přepne program právě jednou.
- 5 adresových bitů: přítomnost adresy dovoluje ovládat až 32 různých přístrojů současně zapnutých v jedné místnosti bez vzájemného ovlivňování se.
- 6 bitů kódu příkazu: každé tlačítko má přiděleno svůj kód. Vždy ale nemusí platit, že tlačítka se stejnou funkcí na rozdílných ovladačích mají tentýž kód. Dodrženy bývají zpravidla pouze ty nejzákladnější a to číslice 0 – 9 a tlačítko vypnutí do standby režimu.

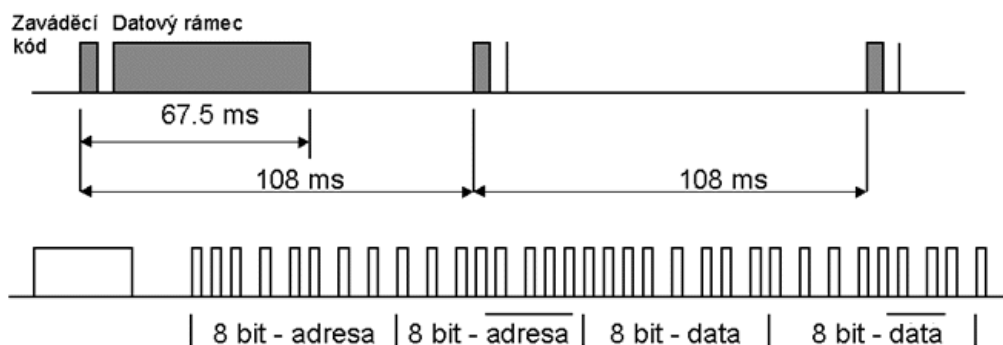
¹ **Toggle bit** – identifikuje se jím držení tlačítka na ovladači.



Obr. 7. Protokol RC – 5

3.2.2 NEC protokol

Využívá taktéž dodatečnou modulaci na nosnou frekvenci 36 kHz, data jsou však kódována pulzně - šířkovou modulací. Přenášáním dat v přímé a invertované podobě je dosaženo konstantní délky rámeček, toho využíváme k zabezpečení přenosu proti chybám. Rámeček protokolu začíná zaváděcím kódem délky 9 ms a pauzou 4,5ms. Zaváděcím kódem se nastavuje citlivost přijímacího modulu. Dále následuje osmibitová adresa a příslušný příkaz, taktéž osmibitový. Jestliže je tlačítko ovladače stisknuto delší dobu, pak se za prvním kompletním rámečkem vysílají už pouze jen zaváděcí impulsy a jen jeden bit. [5]

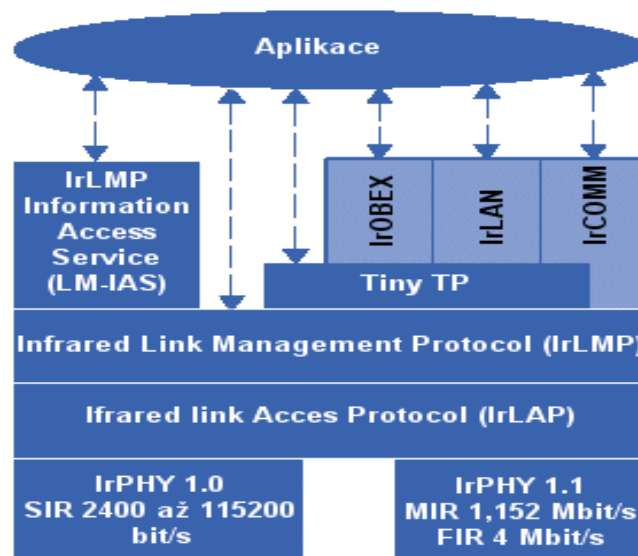


Obr. 8. NEC protokol

3.3 Standart IrDA

IrDA standard má vrstvou strukturu podle základního modelu OSI, přijatý mezinárodním normalizačním úřadem ISO, rozděluje komunikační systém do sedmi tzv. vrstev, z nichž každá se stará pouze o určitou část komunikace. Jednotlivé vrstvy na sebe hierarchicky navazují, to znamená, že vyšší vrstva využívá služeb vrstvy nižší. V praxi se všech sedm vrstev nevyužívá, protože je jejich počet redukován.

Umožňuje infračervené sériové poloduplexní (přenos v obou směrech, ale ne současně) spojení v omezeném prostorovém úhlu (30° kužel) do vzdálenosti 1 m s rychlostmi až do 4 Mbit/s. Podle vrstvy lze protokoly rozdělit na povinné a volitelné. Povinné protokoly zajišťují fyzické spojení zařízení (PHY), přístup ke spojení (IrLAP) a management spojení (IrLMP). Volitelné protokoly se používají v závislosti na použité aplikaci. [5]



Obr. 9. Vrstvová struktura OSI

3.4 Fyzická vrstva

IrDA zařízení komunikují pomocí infračervených LED diod s vlnovými délkami vyzařovaného světla 875 nm. Fotodiody PIN pracují jako přijímač v generačním režimu, ve kterém se při dopadu světla uvolní elektrony, které se odvádí do elektronického filtru. Tento filtr propustí jen ty frekvence, jež jsou povoleny pro daný typ IR modulace. IrDA zařízení dle normy IrDA 1.0 a 1.1 pracují do vzdálenosti 1 m. Hodnoty jsou definovány pro nesouosost vysílače a přijímače 15°, pro jednotlivé optické prvky se měří výkon do 30°. [3]

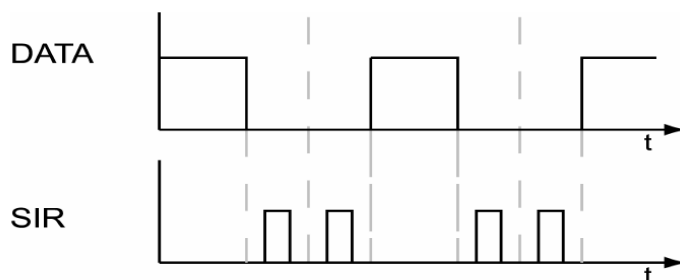
Specifikace fyzické vrstvy, týkající se pracovního dosahu, optického úhlu, optického výkonu, přenosové rychlosti a šumové imunity, umožňují fyzické propojení zařízení různých značek a typů. Existují dvě rozdílné sady těchto specifikací. První, uváděná pod názvem Standard, je určena pro spojení pracující od 0 m až do nejméně 1 m. Druhá se nazývá Low Power Option a má kratší dosah. Je možné vytvořit tři různá spojení tak, jak je to uvedeno v tabulce (Tab. 3). [5]

Tab. 3. Specifikace standardů fyzické vrstvy

Spojení	Vzdálenost [m]
Low Power - Low Power	0 až 0,2
Standard - Low Power	0 až 0,3
Standard - Standard	0 až 1

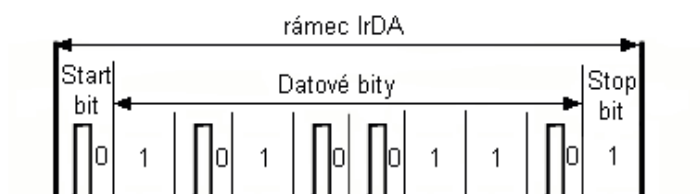
3.4.1 IrDA 1.0

Rychlosti přenosu použité pro IrDA 1.0 jsou od 2,4 kbit/s do 115,2 kbit/s. Prvotní komunikace probíhá vždy rychlostí 9600 bit/s, a proto je podpora této rychlosti oproti ostatním povinná. Používá se pulzní modulace, doba vyzařování světelné energie odpovídá 3/16 délky původní doby trvání bitu a pulsy odpovídají bitům s nulovou hodnotou. Tato metoda se nazývá SIR. [3]



Obr. 10. Doba trvání IR impulzu

Formát dat je asynchronně² vysílané slovo uvozené startovacím prvkem. [6]

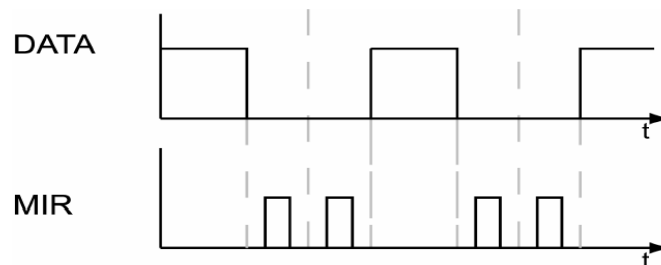


Obr. 11. Formát vysílaných dat při IR přenosu

² **Asynchronní přenos dat** - přenáší data v určitých sekvencích. Data jsou přenášena přesně danou rychlostí a uvozena startovací sekvencí, na kterou se synchronizují všechna přijímací zařízení.

3.4.2 IrDA 1.1

IrDA 1.1 umožňuje přenosové rychlosti 0,576 Mbit/s a 1,152 Mbit/s, využívá pulzní modulaci 1/4 délky doby trvání původního bitu. Metoda se označuje jako MIR.



Obr. 12. Doba trvání IR impulzu

Při těchto rychlostech je paket vyslán synchronně a je uvozen startovací sekvencí (2 x 8 bitů). Následuje cílová adresa (8 bitů), data ukončená 16 bity ochranného kódu CRC³ a koncová sekvence (8 bitů). Startovací a koncová sekvence se nikde jinde v toku dat nemůže vyskytnout. [3]

Pro rychlost 4 Mbit/s se používá impulsová polohová modulace 4PPM, v níž se dva bity informace zakódují do pulsu v jedné ze čtyř možných časových pozic. Nositelem informace je zde pozice pulsu v čase namísto existence pulsu jako v předchozích modulacích. Příkladem může být vyslání bitu 00 jako sekvence 1000, bity 01 jako 0100, bity 11 jako 0001. Tato metoda se nazývá FIR. Důvodem použití 4PPM modulace je, že je zapotřebí 2x méně bliknutí LED diody než u předcházejících modulací. Data se tedy přenáší dvounásobnou rychlostí. Výhodou je také možnost přijímače lépe udržet úroveň ostatního osvětlení. Při 4PPM modulaci dopadá na přijímač konstantní počet optických pulsů za danou dobu. Při bitové rychlosti 4 Mbps bliká vysílač frekvencí 2 Mhz. Pakety při této modulaci mají na rozdíl od rychlosti 0,576 Mbps a 1,152 Mbps použit kontrolní součet CRC – 32. [3]

³ CRC - Cyklický redundantní součet, používaný k detekci chyb během přenosu či ukládání dat.

3.5 Linkové vrstvy

3.5.1 IrLAP

Ve struktuře protokolů je IrLAP zařazen nad fyzickou vrstvou, využívá tedy její služby. Sám osobě poskytuje služby dalším protokolům zařazených výše. Služby, které provádí:

- **Detekce zařízení** – prozkoumává se nejbližší okolí a zjišťuje se, zdali se v dosahu nenacházejí zařízení, připravené ke spojení.
- **Vytvoření spojení** – volí se příslušný partner, dohodnou se nejlepší možné komunikační parametry (např. přenosová rychlost) a vytvoří se spojení.
- **Datové služby** – používané vyššími vrstevnými protokoly k přenosu příslušných dat.
- **Ukončení spojení** – ukončí spojení a zařízení se nastaví pro nové spojení.

Zařízení účastníci se IrLAP spojení, jsou ve vztahu master - slave a podle IrDA se nazývají primární a sekundární stanice.

Primární stanice má na starosti nastavení počátečních hodnot spojení a přenosu, posílá příkazy a řídí datový tok. Typickou primární stanicí je PC, fotoaparát, elektronický diář. [5]

Sekundární stanice vysílá odpovědi, příkladem jsou tiskárny nebo jiné periferie. Každá ze stanic může nepřetržitě vysílat maximálně po dobu 500 ms a poté musí nechat vysílat druhou stanicí. [5]

Vrstva IrLAP pracuje ve dvou módech, na kterých závisí existence spojení. NMD je mód odpojené stanice. V tomto stavu provádí několik úkolů pro přístup k médiu. Před zahájením vysílání, musí stanice sledovat infračervenou aktivitu. Pokud není detekována po dobu delší než 0,5s je medium považováno za neobsazené. Stanice s sestaveným spojením pracují v NRM módu. Obě strany si spolu vyměňují data pomocí rámců, příkazů a odpovědí s nejlepšími parametry spojení, které byly dohodnuty v průběhu NMD. [5]

3.5.2 IrLMP

Umožňuje softwarovým aplikacím nezávisle a souběžně pracovat prostřednictvím sdílení jednoho spojení mezi primární a sekundární stanicí, které poskytuje Link Access Protokol. IrLMP je nejvyšší vrstva protokolu IrDA a skládá se ze dvou částí.

První se nazývá *LM-IAS* a spravuje informace o vlastních službách a také umožňuje vzdálený přístup k informacím partnerského zařízení. Informace jsou obsaženy v objektech informační báze, to je jednoduchý a především jednotný způsob, jak umožnit službám oznámit svou přítomnost a potřebné informace pro jejich přístupnost. Druhá část *LM – MUX* umožňuje více násobné datové spojení přes IrLAP. [5]

3.5.3 IrDA Transport Protocols

Vrstva udržuje spojení mezi zařízeními a sama opravuje chyby na lince (např. ztráta paketu), provádí rozčlenění dat do paketu a jejich opětovné sestavení. [5]

3.5.4 Volitelné protokoly

Volitelnými protokoly jsou *IrOBEX*, který se stará o snadný přenos souborů. *IrCOMM* umožňuje aplikacím využívající seriovou a paralelní komunikaci, použít IR přenos bez nutnosti modifikace. *IrTran-P* je protokol přenosu obrazu u zařízení s digitálním zpracováním. [5]

3.6 Vysílač a přijímač v infračervené technice

K přenosu informace infračerveným přenosovým kanálem je zapotřebí vysílač a přijímač infračerveného záření převádějící elektrický signál na optické záření a naopak. Doposud se k přenosu dat využívala oblast s vlnovou délkou v rozmezí 840 – 960nm. Nyní se přechází na nový standard, pokrývající pásmo 700 – 1600nm.

Kritickými místy přenosového systému jsou vysílací a přijímací části. Záření je vysíláno v určitém úhlu a vyzářený výkon na jednotku plochy se vzdáleností rychle klesá. Proto jsou kladeny nejvyšší nároky na vysílací a přijímací diodu. Intenzita záření I_E by měla být co největší z hlediska bezpečnosti přenosu na velké vzdálenosti. Tento požadavek je v rozporu s maximálním proudem protékajícím infra - diodou a také se skutečností, že většina zařízení je přenosná a napájena z baterií o nízké kapacitě. Na přijímací infra – diodu se kladou nároky z hlediska citlivosti příjmu záření daného vysílače. První možností je zvětšení aktivní plochy přijímací IR diody a druhou selekce přijímaného záření před vstupem na přijímací diodu, tak se omezí vliv ostatních zdrojů mimo přijímané pásmo. První způsob naráží na technologická a ekonomická omezení, kompromisem jsou dnes často používané čipy s aktivní plochou $S = 8 \text{ mm}^2$. Druhý způsob je umístění diody do správně tvarovaného pouzdra zalitého pryskyřicí, která má funkci kmitočtového filtru. [6]

3.6.1 Interference

Vysoké nároky na odolnost přístroje vůči rušení jsou požadovány zejména při přenosu dat ve volném prostoru. Přijímač, čekající na přijímaný signál, bývá obklopen nejrušnějšími rušeními optického a elektromagnetického charakteru, které se vyskytují v daném prostředí, nebo jsou vytvářeny vlastním elektronickým zařízením. Zdrojem elektromagnetického rušení jsou signály v okolí pracovní frekvence přijímače. Toto rušení se vyskytuje především v blízkosti vysílačů, frekvenčních generátorů, zářivkových svítidel a podobně. [6]

3.6.2 Optické zdroje rušení

Některé přijímací IR diody pracují i v části viditelného spektra, proto bývají diody v infračervené technice vybaveny speciálními optickými filtry na určité vlnové délce. V oblasti viditelného spektra nejsou tolik citlivé. Přijímací diodou může být detekováno pouze záření s vlnovou délkou větší, než odpovídá danému filtru. [6]

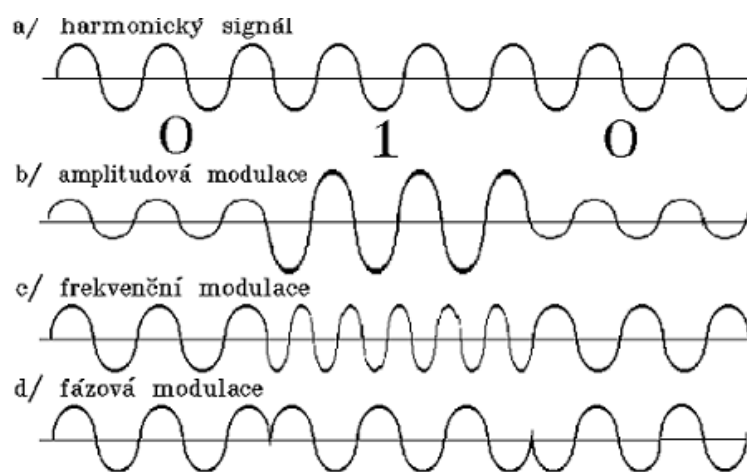
3.7 Rádiový přenos

Elektromagnetické vlny v rádiové části spektra lze poměrně snadno generovat i přijímat, jejich dosah může být relativně velký, a mohou prostupovat budovami. Jejich výhodou je tedy použitelnost jak uvnitř budov tak mimo ně na otevřených prostranstvích. Rádiové vlny se šíří všemi směry, proto nemusí být vysílací a přijímací antény speciálně směřovány. Další vlastnosti rádiových vln jsou již více závislé na konkrétní frekvenci. Na nižších frekvencích vlny snáze prochází skrz překážky, ale dosah s narůstající vzdáleností rychle slábne. Naopak rádiové vlny vyšších frekvencí mají tendenci šířit se více přímočaře, a odrážet se od nejrušnějších překážek. Mnohem více jsou také závislé na povětrnostních vlivech, například na dešti a mlze.

Aby nedocházelo k nežádoucímu vzájemnému ovlivňování jednotlivých přenosů, je velmi důležitá koordinace konkrétních frekvencí a dílčích frekvenčních pásem. Pro potřeby datových přenosů jsou rádiové vlny poněkud handicapovány svou nepříliš velkou šířkou přenosového pásma.

3.7.1 Druhy modulace rádiových vln

- *Amplitudová modulace* - při které jsou jednotlivé logické hodnoty vyjádřeny různými hodnotami amplitudy harmonického signálu.
- *Frekvenční modulace* - při které jsou jednotlivé logické hodnoty vyjádřeny různými frekvencemi harmonického signálu
- *Fázová modulace* - při které jsou jednotlivé logické hodnoty vyjádřeny různou fází harmonického signálu



Obr. 13. Modulace rádiových vln

II. PRAKTICKÁ ČÁST

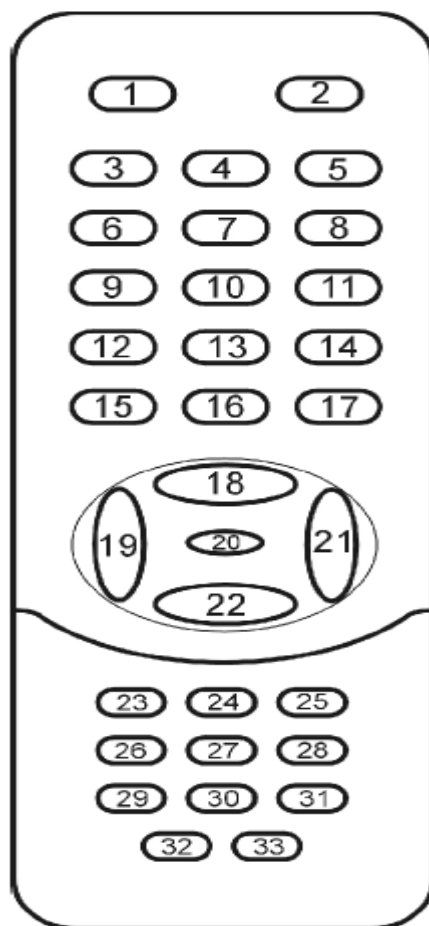
4 NEKÓDOVANÝ UNIVERZÁLNÍ INFRA PŘIJÍMAČ S DÁLKOVÝM OVLADAČEM

Použitý infra přijímač ovládání, nevyužívá kódovaného vysílání, a proto může být ovládán téměř libovolným infra vysílačem např. od televize, videa, hifi věže apod.

4.1 Popis zařízení

Celé zařízení se skládá ze dvou částí. První část tvoří vysílač IR33K1 a druhou částí je infra přijímač s mikroprocesorem PIC.

4.2 Infra vysílač IR33K1



Obr. 14. Infra vysílač IR33K1

4.2.1 Technické údaje vysílače

Tab. 4. Technické parametry vysílače

Napájení	3V / 2x mikrotužka AAA
Provozní napětí	2,2V – 3,6V
Klidový odběr proudu	20 μ A
Odběr proudu při vysílání	40mA (impulsní)
Počet tlačítek	33
Nosná frekvence	38kHz
Rozměry	144 x 47 x 20mm
Pracovní teplota	-10°C až + 40°C

4.3 Nekódovaný infra přijímač

Toto zařízení má za úkol přijímat infračervené záření vysílané z dálkového ovladače, přeměnit ho na elektrický signál a pomocí spínacích obvodů ovládat připojená zařízení na výstupních svorkách. Celé zařízení lze rozdělit do tří částí znázorněných na Obr. 15.



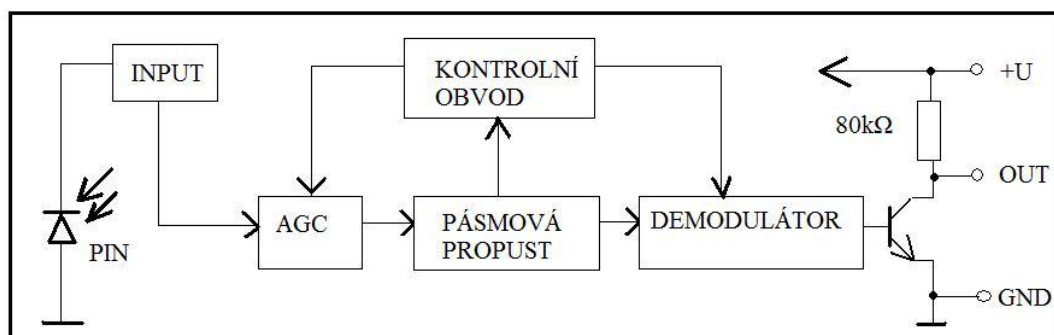
Obr. 15. Blokové schéma nekódovaného infra přijímače

4.3.1 Napájecí obvody

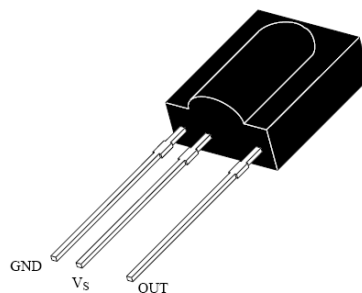
Celé zařízení je napájeno síťovým napětím. K přeměně napětí je využit dodávaný transformátor TR1, který síťové napětí 230V/50Hz přetransformuje na 9V střídavého napětí, to je dále upraveno v můstkovém usměrňovači USM1. Elektrolytický kondenzátor C1 spolu s kondenzátorem C2 filtrují nežádoucí kmity napětí z výstupu usměrňovače. Stabilizátor napětí STAB1 78L05 mění 12V na 5V, kondenzátory C3 a C4 jsou filtry kmitů z výstupu stabilizátoru. Infra přijímač je možno napájet také 12V, potom je transformátor vynechán.

4.3.2 Přijímací část

Je tvořena integrovaným infra přijímačem IR1, který tvoří obvod SFH506 – 36. Obvod obsahuje PIN diodu, předzesilovač, demodulátor PCM. Podporuje všechny dnes běžné formáty přenosových kódů, má nízkou spotřebu energie, vysokou odolnost proti okolnímu osvětlení, je kompatibilní s TTL a CMOS a umožňuje spojitý přenos dat až 2400bps. Vnitřní zapojení obvodu SFH506 – 36 je na Obr. 16.



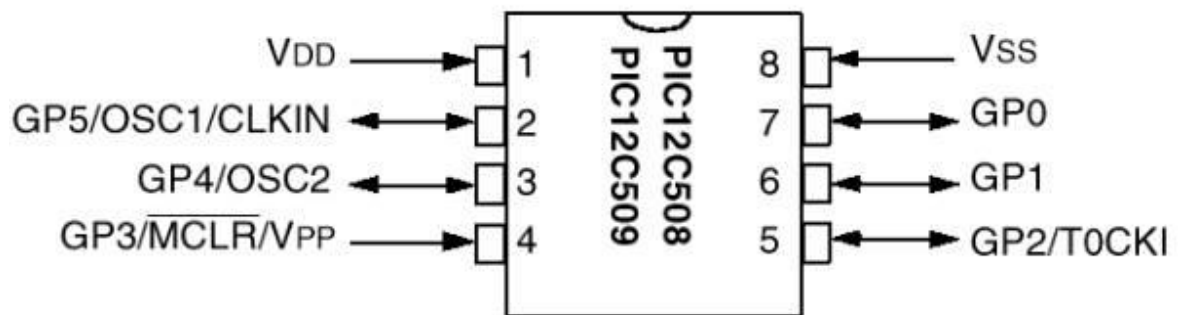
Obr. 16. Blokové schéma vnitřního zapojení obvodu SFH506 – 36



Obr. 17. Obvod SFH506 – 36

4.3.3 Spínací část

Základem spínacího obvodu je mikroprocesor PIC 12C508A, který vyhodnocuje impulsy přicházející z integrovaného infra přijímače IR1. Impulsy jsou počítány v závislosti na čase. Tím to je docíleno odfiltrování nežádoucích rušení. Po vyhodnocení je ovládn logický výstup z procesoru, který přes tranzistor T1 spíná relé. Přijímač může pracovat ve dvou režimech. Jeli propojka J1 neosazená, relé sepne na 0,5s a potom se rozezne – impulsní režim. V druhém režimu, kdy je propojka J1 osazena, relé střídavě zapíná a vypíná. Stlačením tlačítka na ovladači relé sepne, po dalším stlačení rozezne atd. Kontakt relé může spínat zátěž až do 230V/3A. Stav výstupu signalizuje LED dioda. Cívka relé je napájena z 12V vyvedených před stabilizátorem STAB1. Procesor má aktivován vnitřní watchdog, tj. časovač hlídající jeho chod. Procesory PIC z řady 12C5xx jsou 8 – bitové založeny na technologii RISC. Obsahují vnitřní 4 MHz RC oscilátor s programovatelnou kalibrací, automatický resetovací obvod při zapnutí napájení POWER ON RESET a nízko příkonový SLEEP mode.

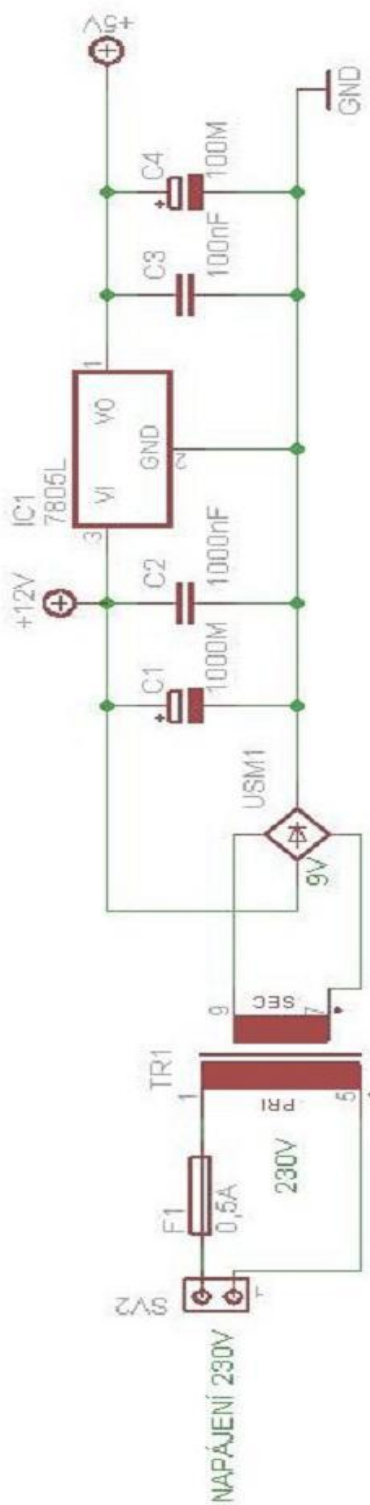


Obr. 18. PIN diagram PIC12C508/509

4.4 Elektrická schémata nekódovaného IR přijímače

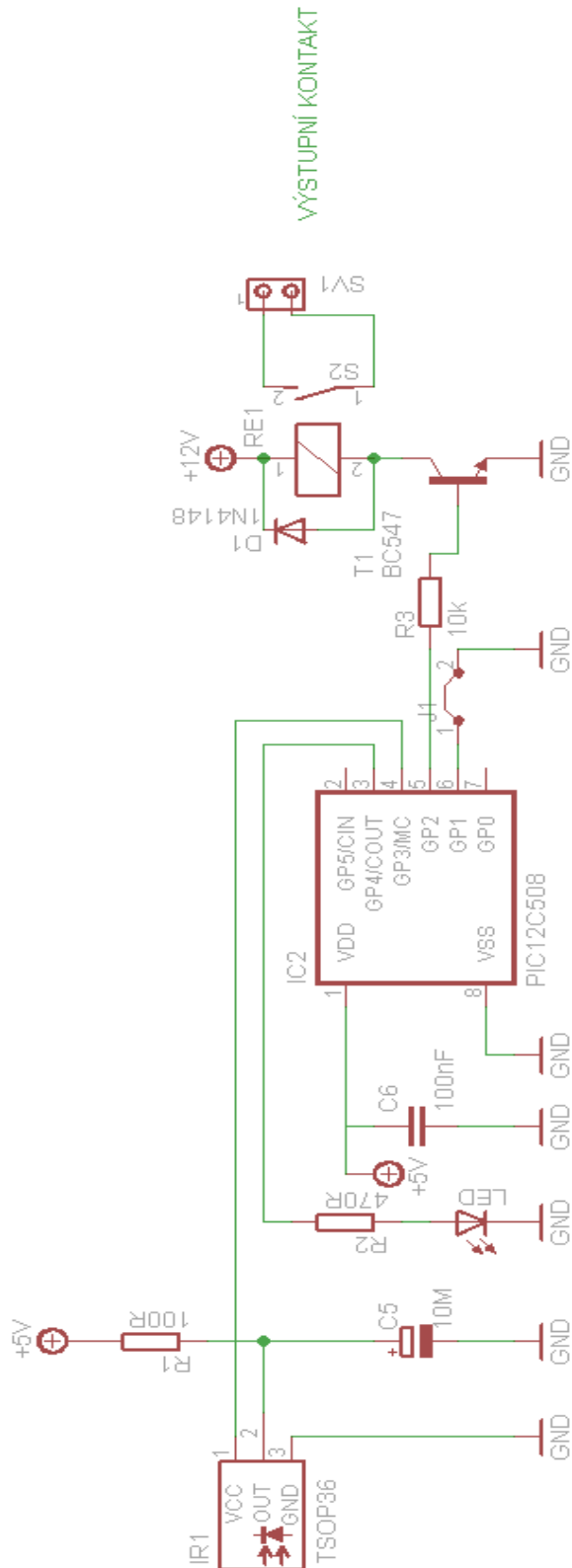
K překreslení elektrických spojů jednotlivých součástek do PC jsem využíval freeware program Eagle verze 5.4.0. [8]

4.4.1 Elektrické schéma napájecích obvodů



Obr. 19. Schéma napájení nekódovaného přijímače

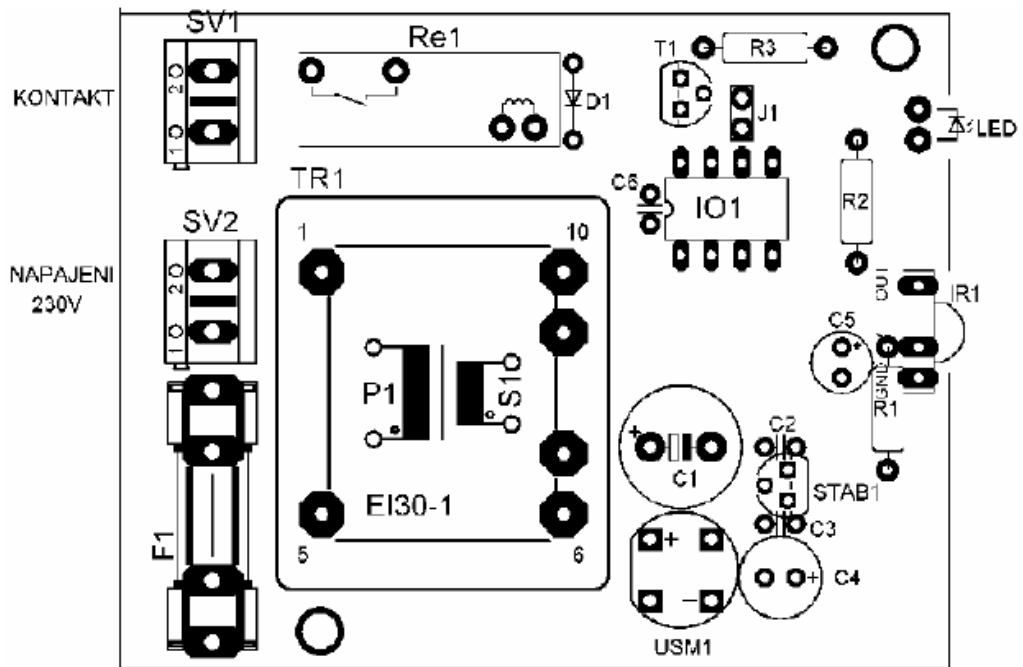
4.4.2 Elektrické schéma spínacích obvodů



Obr. 20. Schéma nekódovaného přijímače

4.5 Oživení zařízení

Výrobce použil jednostranný plošný spoj. K letování spojů jsem použil mikropáječku. K prvnímu oživení zařízení jsem nejprve využil 12V zdroj, který je lepší z hlediska bezpečnosti, následně jsem vyzkoušel síťové napětí 230V. Při zmáčknutí tlačítka na vysílači došlo k přenosu signálu na přijímač a následně se seplo relé. Na indikaci sepnutí upozorňovala červená LED. Jelikož přijímač reaguje na jakýkoliv stisk tlačítka na vysílači, je třeba zajistit určitou směrovost. Nejjednodušším řešením je umístění do plastové krabičky s otvorem pro infra přijímač. Tak bude docházet ke spínání pouze při přímém namíření na přijímač.



Obr. 21. Osazení plošného spoje nekódovaného přijímače

5 KÓDOVANÉ DÁLKOVÉ OVLÁDÁNÍ

Využívá speciálních kódovaných integrovaných obvodů, které nedovolují použití běžných dálkových ovladačů. Vysílač i přijímač musí být naladěny na stejný typ kódování. U toho konkrétního zařízení se může jednat až o kombinaci 3^9 kódů. Z toho hlediska můžeme považovat přístroj za bezpečný proti případnému odkódování.

5.1 Popis zařízení

Dálkové ovládání se skládá ze dvou částí. První část tvoří vysílač s integrovaným obvodem MC 145026, který slouží jako kodér signálu a druhou částí je infra přijímač s obvodem MC 145028. Tento obvod porovnává nastavený signál s přijatým signálem.

5.2 Kódovaný vysílač

Hlavními prvky vysílače jsou obvod kodéru MC145026 a obvod generátoru nosného kmitočtu tvořený integrovaným obvodem 4011. Sekvence impulsů z kodérů jsou přiváděny do vstupu hradla US2A. Do jeho druhého vstupu se přivádí průběh s frekvencí 36kHz z generátoru vytvořeného pomocí hradel US2B a US2C. Na výstupu hradla US2A se objevuje signál generátoru klíčovaný průběhem z obvodu US1 a ovládá tranzistor T1, v jehož obvodu je zapojena vysílací dioda D1. Průběh klíčovacích impulsů na výstupu je závislý na nastavení adresovacích vstupů A1 až A9. Po stisknutí tlačítka SW1 dálkového ovladače se na výstupu obvodu MC145026 objeví opakující se sled impulsů, představující kódované slovo. I při mžikovém stisknutí je zajištěno minimálně dvojnásobné opakování, které je nutné pro potvrzení správně přijatého kódu na straně přijímače. LED dioda D2 podává informace o stavu zařízení a o stavu baterie. Při poklesu napětí pod 8V dioda při vysílání nesignalizuje. Při velkých odchylkách napájecího napětí dochází ke snížení dosahu vysílače, z toho vyplývá, že kmitočet generátoru je závislý na napětí. Použitá infračervená vysílací dioda LD271 vyniká poměrně velkou účinností. Její vyzářený výkon na vlnové délce 950 nm při proudu $I_f = 100$ mA je typicky 35 mW / sr. Pro napájení vysílače byl použit dvanácti-voltový zdroj, podle typu krabičky KM14 výrobce doporučuje použít 12V baterií do autoalarmů.

5.3 Kódovaný přijímač

Vstupní část přijímače je tvořena integrovaným obvodem TFMS5360. Tento obvod představuje kompletní prvek pro příjem, zesílení, automatické řízení zesílení, filtraci a

nezbytnou detekci vysokofrekvenčně modulovaného infračerveného signálu. Pouzdro obvodu obsahuje účinný filtr proti dennímu světlu, čímž je dosaženo vysoké odolnosti proti rušení okolním osvětlením při zachování velké citlivosti. Jeho výstup je v provedení se spínacím tranzistorem a výstupní úroveň je přímo kompatibilní s navazující logikou TTL nebo CMOS při napájecím napětí 5V. Obvod TFMS5360 má největší citlivost na oblast infračerveného světla s vlnovou délkou 950 nm. Proto je vhodné při požadavku na co největší účinnost a dosah dálkového ovládání použít na straně vysílače infračervenou vysílací diodu vyzařující největší výkon právě v této oblasti.

Z výstupu US1 je přes tranzistor T1, zapojený jako invertor, přiveden již demodulovaný signál na vstup dekodéru MC145028. Pokud dekodované slovo odpovídá hodnotě nastavené na vstupech A1 až A9 a pokud je dvakrát za sebou přijato správně, objeví se na výstupu VT krátký impuls, který překlopí monostabilní multivibrátor, generující impuls s časem závislým na hodnotě součástek C6 a R7. Výstupní impuls klopného obvodu je přiveden na svorky, označené jako ABC. Jestliže chceme, aby po stisknutí tlačítka pilotu se relé překlopilo na dobu asi 1s, spojíme navzájem body A a B. Jestliže spojíme navzájem body A a C, každé stisknutí tlačítka pilotu změní stav pozice relé na opačný. Paralelně s cívkou relé je ještě zapojena červená dioda LED, která tak svým svitem indikuje provozní stav zařízení. Dioda D1, zapojená paralelně k cívce relé plní ochrannou funkci a zabraňuje vzniku napěťových špiček na indukčnosti, kterou cívka relé představuje.

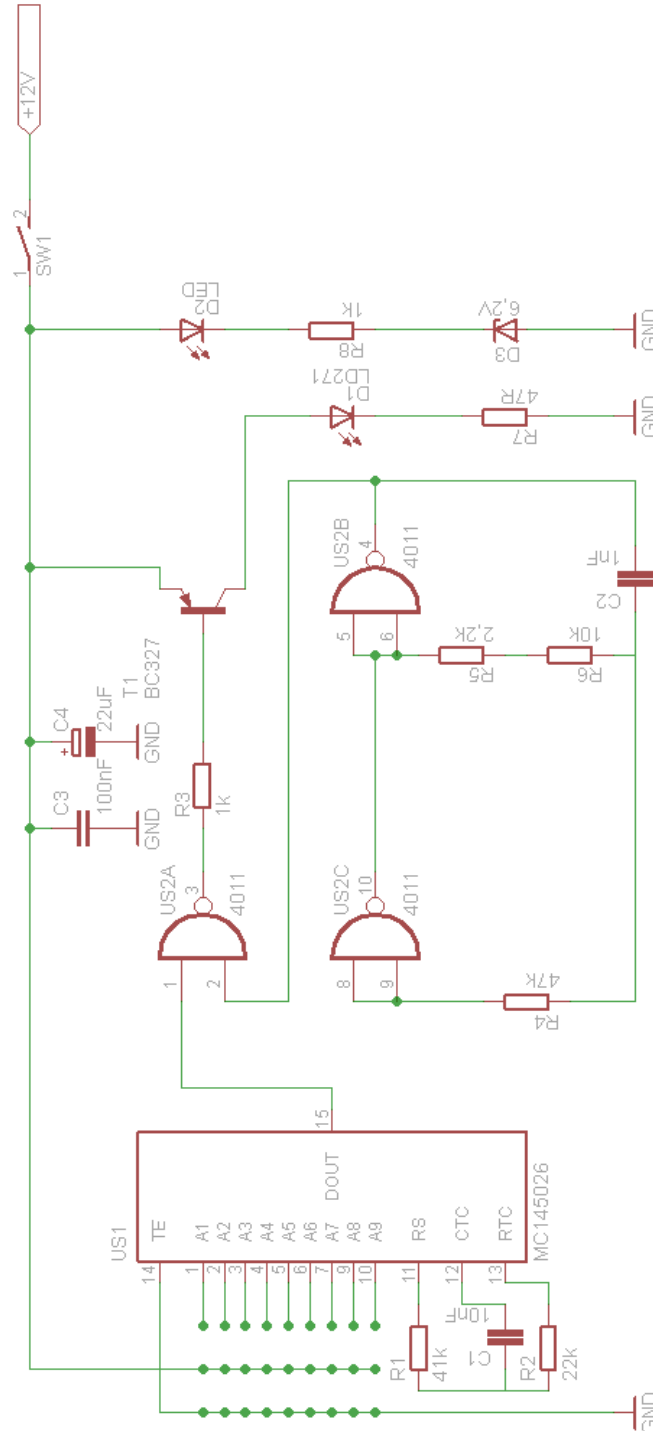
5.4 Testování zařízení

První zkouška byla provedena z blízké vzdálenosti, tak jak doporučuje výrobce zařízení. Po zmáčknutí tlačítka došlo k sepnutí relé v přijímači a signalizaci červené LED diody. Výrobce uváděného dosahu 10m se mi podařilo dosáhnout bez problémů. Při kmitočtu 36kHz má přijímač TFMS největší citlivost. Frekvenci bylo možné zkontrolovat na 4. nožce obvodu US2 4011.

Citlivost zařízení nastavujeme zapojením trimru s hodnotou 10k Ω na místo odporu R5 ve vysílači. S postupným zvětšováním vzdálenosti nastavujeme hodnotu, kdy je zařízení nejcitlivější. Tyto zkoušky jsou prováděny při rozpojených programovacích vstupech A1 – A9. Každý z nich může být uzemněn, připojen na + napájení nebo zůstat nezapojen. Vstupy na vysílači a přijímači musí být ve stejné pozici. Nastavení kódu se provádí propojením vývodů integrovaných obvodů kapkou cínu s jedním nebo druhým polem nebo jejich nezapojením. Změny kódu musí být provedeny současně na obou zařízeních.

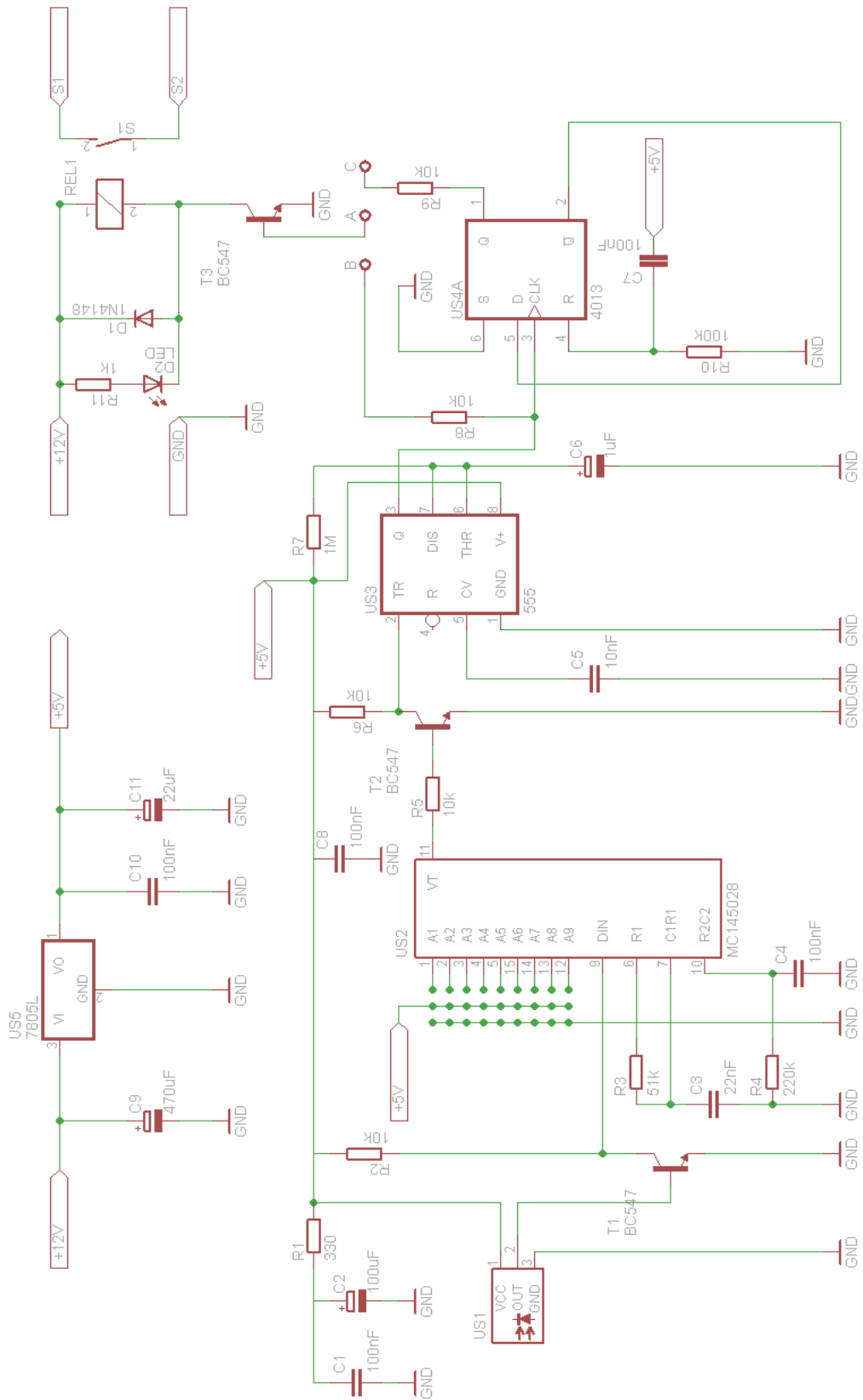
5.5 Elektrická schémata kódovaného vysílače a přijímače

5.5.1 Elektrické schéma vysílače



Obr. 22. Schéma kódovaného vysílače

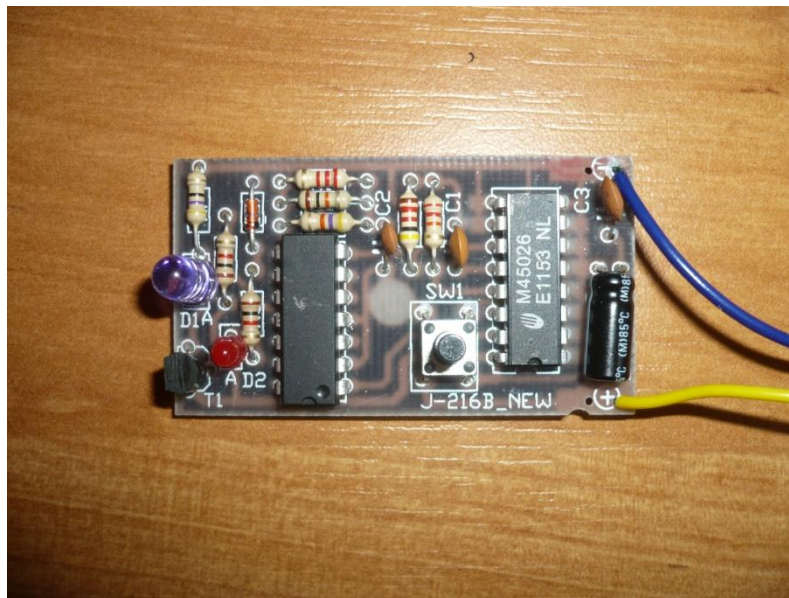
5.5.2 Elektrické schéma přijímače



Obr. 23. Schéma kódovaného přijímače

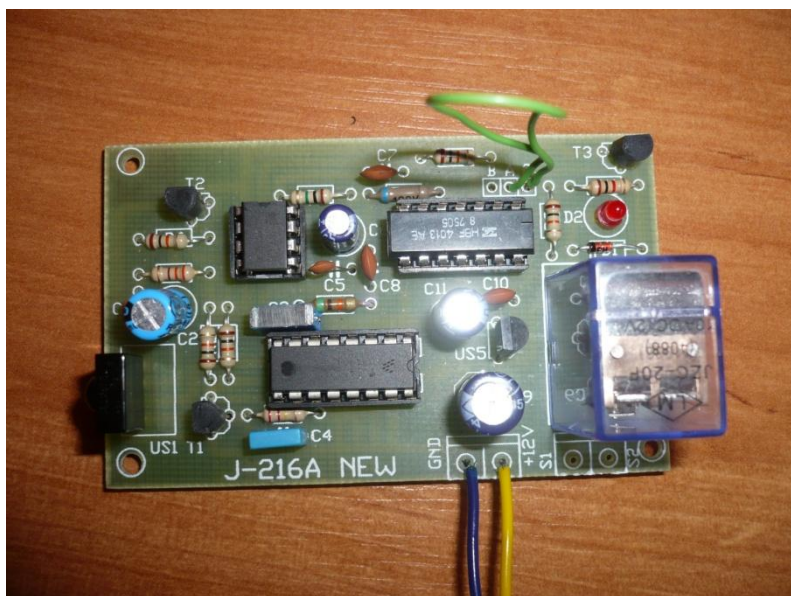
5.6 Osazení DPS

5.6.1 Vysílač



Obr. 24. Osazení kódovaného vysílače

5.6.2 Přijímač



Obr. 25. Osazení kódovaného přijímače

6 DOSAH IR PŘENOSU

6.1 Teoretický dosah

Dosah infračerveného přenosu závisí zejména na parametrech vysílací a přijímací diody. K vysílání emitovaného infračerveného záření o vlnové délce v rozmezí 840 nm - 960 nm se využívá IR LED diod. Hlavními parametry těchto diod jsou špičková vlnová délka λ_p [nm] a jejich zářivost I_E [W/sr], která udává výkon vyzařovaný v optické ose. Pro danou špičkovou vlnovou délku, je citlivost přijímací diody vyjádřena minimální hodnotou intenzity ozáření EI_{min} [W/m²], kterou je schopna detekovat. IR záření je vysíláno z LED se zářivostí I_E v určitém úhlovém rozsahu, který bývá výrobcem uveden a výkon dopadající na jednotku plochy (intenzita ozáření EI) klesá s druhou mocninou vzdálenosti od zdroje r [m]. Mezi intenzitou ozáření a zářivostí platí tedy vztah [5].

$$EI = \frac{I_E}{r^2} \quad [W/m^2]$$

Z uvedených parametrů přijímací a vysílací diody je možné vypočítat teoretickou maximální přenosovou vzdálenost podle následujícího vztahu [5].

$$r_t = \sqrt{\frac{I_E}{EI_{min}}} \quad [m]$$

Se zvětšováním zářivosti vysílací LED, roste přenosová vzdálenost, tu lze také zvětšit použitím přijímací fotodiody s nižší hodnotou detekovatelného ozáření, které závisí na velikosti efektivní plochy polovodičového přechodu. Zářivost je omezena maximálním proudem LED v propustném směru. Z tohoto hlediska je nutné brát v úvahu také kapacitu bateriových zdrojů, které jsou umístěny ve většině mobilních zařízení. [5]

6.2 Vypočítaný a změřený dosah

Při výpočtu dosahu podle vztahu [5] není brána v úvahu ta část IR záření, která dopadne na efektivní plochu přechodu fotodiody prostřednictvím odrazu. Dioda LD271 použitá v nekódovaném vysílači pracuje na vlnové délce 950 nm a optickým úhlem 25°. Obvod SFH506-36 slouží jako přijímač IR signálu. Rozhodovací úroveň zářivého výkonu přijímače je zvolena hodnota 0,35mW/m², která je uváděna v katalogu výrobcem. V tabulce (Tab. 5) jsou uvedeny vypočítané a naměřené hodnoty.

Tab. 5. Vypočítané a naměřené hodnoty

Parametr	Značka	Jednotka	LD271
Pulzní proud	I_f	A	1
Zářivost	I_E	mW/sr	120
Optický úhel	φ	°	25
Vypočítaná max. přen. vzdálenost	r_t	m	18,5
Naměřená max. přen. vzdálenost	r_t	m	30

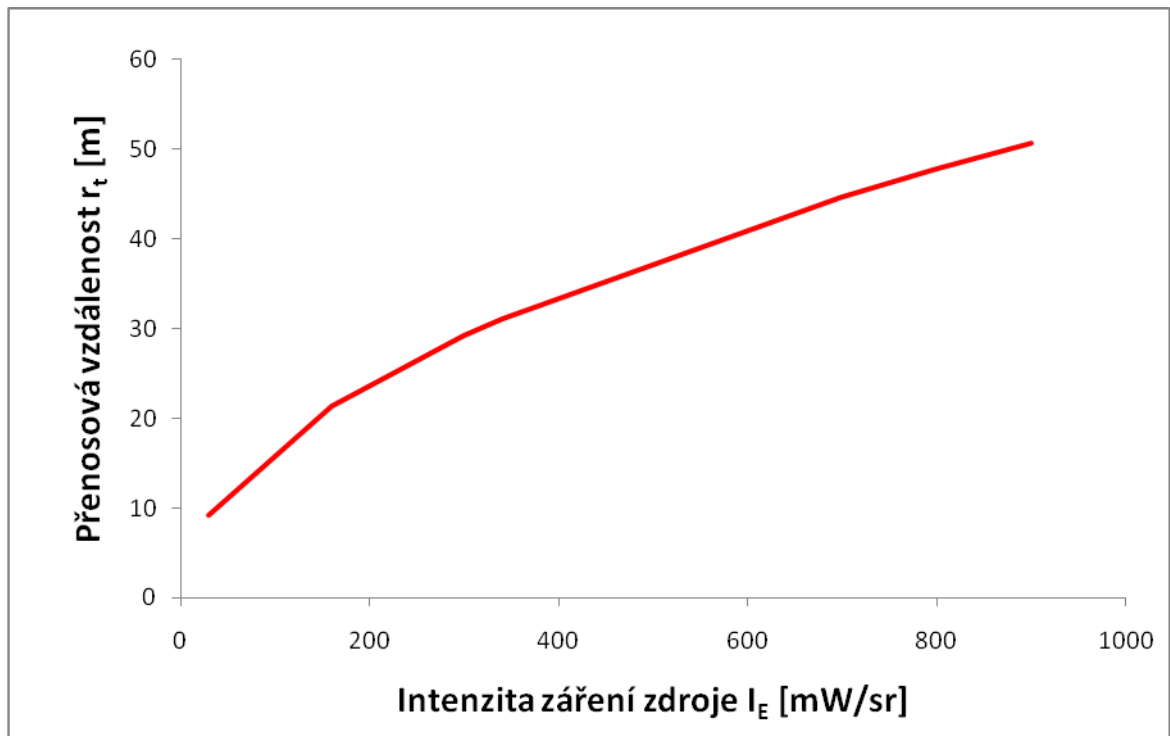
6.3 Výpočet pro další IR LED

Pro teoretický výpočet přenosových vzdáleností IR LED diod jsem zvolil optosoučástky z nabídky firmy GM Elektronik. V Tab. 7 jsou uvedeny hodnoty zářivosti zdroje vysílané pod optickým úhlem, který je typický pro každý druh LED diod. Optosoučástky SFH řady 484 – 485 pracují na vlnových délkách 880 nm, 5mm LED IR850 a IR940 pracují na vlnových délkách 850 nm a 940 nm.

Tab. 6. Parametry použitých LED

Označení LED	Pulzní proud I_f [A]	Zářivost I_E [mW/sr]	Optický úhel Φ [°]	Vyp. max. přenosová vzdálenost r_t [m]
SFH 484	1	800	8	47,8
SFH 485	1	700	8	44,7
SFH 484-2	1	900	8	50,7
SFH 485	1	300	20	29,3
SFH 485-2	1	340	20	31,2
IR 850	0,5	160	10	21,4
IR 940	0,1	30	20	9,2

V Obr. 26. je zobrazen graf závislosti maximální přenosové vzdálenosti na intenzitě záření vysílače pro konkrétní infra modul SFH506-36. Stejně jako v předchozích výpočtech je i zde zvolena minimální hodnota intenzity ozáření přijímače $E_{I_{min}}$ 0,35mW/m².



Obr. 26. Přenosová vzdálenost v závislosti na intenzitě záření zdroje

Pokud použijeme na vysílací straně např. LED diodu SFH 485 buzenou pulzním proudem o velikosti 1A, dostaneme intenzitu záření zdroje 300 mW/sr. Z grafu na Obr. 26 pak získáme teoretickou maximální přenosovou vzdálenost 29 metrů.

6.4 Vyhodnocení

Pokles zářivého výkonu se vzrůstající vzdáleností není příliš velký, to je způsobeno odrazy od země a těles. Příkladem jsou stěny v budovách, nábytek a podobně. Z toho vyplývá, že vypočítané hodnoty jsou brány jako horší případ a ve skutečnosti je dosahováno mnohem větších přenosových vzdáleností. Přenos infračerveného záření může být ovlivněn vlastnostmi prostředí, jako je intenzita okolního optického rušení, nebo jiné druhy elektromagnetického rušení.

7 VYUŽITÍ DO V BEZPEČNOSTNÍCH SYSTÉMECH

Dálkové ovládání v bezpečnostních systémech se využívá především kvůli komfortu, který nabízí svému uživateli. Dálkově ovládat můžeme téměř jakékoli zařízení, které je součástí elektrické zabezpečovací signalizace (EZS), elektronické kontroly vstupů (EKV) nebo jiných systémů. Nejčastější aplikací je dálkové ovládání vrat a závor. Svoje uplatnění našlo DO i jako technický prostředek zabezpečení automobilů a to jako dálkově ovládané centrální zamykání.

7.1 Ovládání centrálního zamykání

Stavebnice nekódovaného DO od firmy Flajzar, není svou konstrukcí vhodná pro aplikaci centrálního zamykání, neboť ji lze ovládat libovolným infra vysílačem používaným v audio – video technice. [9]

Kódované DO, již lze použít jako ovladač k centrálnímu zamykání automobilu. Toto zařízení je možné ovládat pouze jedním vysílačem, na kterém si zvolíme kódování vysílání.

Nevýhodou těchto DO, je v napadnutelnosti pomocí speciálních přístrojů, které generují miliony kombinací kódů a vysílají je směrem k přijímači. V nabídce mnoha firem již dnes najdeme DO a autoalarmy s funkcí Antiscan. Jedná se o ochranu proti pokusům napodobit kód ovladače.

7.2 Ovládání vrat a závor

Protože se jedná o infračervené dálkové ovládání, jeho nevýhodou je nutnost přímé viditelnosti mezi vysílačem a přijímačem. Nekódovaný infra - přijímač dovoluje spínat zátěž do velikosti 230V / 3A. Pro ovládání vrat a závor bych proto raději volil systém s rádiovým přenosem a větším zatížením přepínacího kontaktu relé. Rádiové systémy pracují na frekvenci 433,92 Mhz nebo 868 Mhz. Výhodou je delší dosah vysílače, který se pohybuje podle typu konstrukce kolem 50 m. Nezanedbatelnou výhodou je průchodnost signálu přes překážky. Některé druhy přijímačů umožňují zapamatovat si až 15 klíčenek s vysílači. Většina rádiových DO používá kódování s plovoucím kódem, pro vysoký stupeň zabezpečení.

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo seznámit čtenáře s funkcí a principy dálkových ovladačů, dále nastínit jejich současné využití v bezpečnostním průmyslu a v neposlední řadě také navrhnout dálkové ovládání elektrického zařízení, provést jeho odzkoušení a učinit potřebná měření.

V druhé kapitole teoretické části se zaměřuji na fyzikální principy a vlastnosti elektromagnetického vlnění. Především popisuji infračervené spektrum a rádiové vlny, jakožto nejběžnější fyzikální princip dálkových ovladačů. V kapitole 3 se zabývám problematikou bezdrátových přenosů, modulacemi a kódováním.

V praktické části přistupuji nejprve k popisu nekódovaného ovladače a potom rozebírám kódovaný dálkový ovladač. Důraz je kladen na popis jednotlivých obvodů, ovládání, funkce a ověření činnosti. Součástí praktické části je také měření vzdálenosti dosahu dálkových ovladačů.

Byly provedeny zkoušky jak teoretické tak skutečné. Teoretickou zkouškou se rozumí výpočet maximální přenosové vzdálenosti, které je možno dosáhnout s daným typem použité infra LED diody. Z teoretických výpočtů vyplývá, že přenosová vzdálenost roste s intenzitou záření zdroje. Vypočítaná vzdálenost je pouze odhadnutá, neboť skutečná se odlišuje i dvojnásobně. To je způsobeno odrazy od země a těles. Větších přenosových vzdálenosti je možno dosáhnout větším zářivým výkonem, zde jsme ovšem omezeni maximálním proudem LED v propustném směru. Na přijímací diodu se kladou nároky z hlediska citlivosti příjmu použitého vysílače. Přenosová vzdálenost může být ovlivněna působením optického (sluneční svit, zářivkové a žárovkové světlo) a elektromagnetického (frekvenční generátory, vysílače) charakteru.

V 7 kapitole jsem se zmínil o využití dálkových ovladačů v bezpečnostním průmyslu a jich nejběžnějších aplikacích.

V současné době vývoj dálkových ovladačů postoupil zejména díky technologii Bluetooth, kterou dnes využívá většina výrobců spotřební elektroniky. Pracuje na frekvenci 2,4 Ghz s dosahem přibližně do 100 m. Každá z technologií má své klady i zápory, které se projeví za určité podmínky. Výhoda použitého infra DO tkví hlavně v jednoduchosti a finančních úsporách.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

The aim of bachelor thesis was to acquaint the reader with features and principles of long-haul drivers, and to outline their current use in the security industry and, ultimately, to propose a remote control electrical equipment, to carry out its testing and make the necessary measurements.

In the second chapter of the theoretical part focuses on the physical principles and properties of electromagnetic waves. Above description infrared spectrum and radio waves as a physical principle of the most long-haul drivers. In Chapter 3 deal with the problem of wireless transmissions, modulation and coding.

In the practical part accesses the first to describe the uncoded drivers, and then examine the coded remote control. Emphasis is placed on a description of each circuit, controls, functions and verification activities. Practical components of measurement is the distance range of long-distance drivers.

Tests were conducted both theoretical and actual. Theory test means the calculation of the maximum transmission distance that can be done with that type of infrastructure used LEDs. From theoretical calculations shows that the transmission distance increases with the intensity of radiation sources. Calculated distance is only an estimate because the actual differs even doubled. This is due to reflections from the ground and bodies. Larger transmission distance could be made more vibrant performance, but here we are restricted to a maximum LED current in permeable direction. At the reception LED is put claims in terms of sensitivity of the income of the transmitter. Transmission distance can be affected by optical (sunlight, fluorescent light and bulbs) and electromagnetic (frequency generators, transmitters) character.

In 7 of Chapter I discussed the use of long-haul drivers in the security industry and are the most common applications.

Currently, the development of long-distance drivers in particular thanks to the Bluetooth technology, which today is used most manufacturers of consumer electronics. It works on a frequency of 2.4 GHz with a range of approximately 100 m. Each of the technologies has its positives and negatives, which will translate to certain conditions. The advantage of the RC infrastructure is mainly in the simplicity and financial savings.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *www.univerzalniovladac.cz* [online]. 2008, 3. října 2008 [cit. 2009-04-16]. Dostupný z WWW: <<http://www.univerzalniovladac.cz/z-historie-dalkovych-ovladacu/>>
- [2] MIHÁLKA, Pavel. *Optoelektronika*. 1981. vyd. Bratislava: Alfa, 1981. 464 s. ISBN 63-114-81.
- [3] MYSLIK, Vladimír. *http://hw.cz* [online]. 13. 10. 1998 [cit. 2009-04-01]. Dostupný z WWW:<<http://hw.cz/Teorie-a-praxe/Dokumentace/ART784-IrDa---Kompletni-popis.html>>.
- [4] ŠÁRA, Zdeněk, ŘEHÁK, Jan. *Http://hw.cz* [online]. 1997, 4. 3. 1999 [cit. 2009-04-17]. Dostupný z WWW: <http://hw.cz/docs/ir_prenos/ir_protokoly.html>.
- [5] ING. ČÍŽ, Radim, ING. KOTULÁN, Rudolf. *www.elektrorevue.cz* [online]. 21.12.2002 [cit. 2009-04-17].
Dostupný z WWW: <<http://www.elektrorevue.cz/clanky/02070/index.htm>>.
- [6] ŠÁRA, Zdeněk, ŘEHÁK, Jan. *http://hw.cz* [online]. 1997, 17. 12. 1998 [cit. 2009-04-17]. Dostupný z WWW: <http://hw.cz/docs/ir_prenos/ir_prenos.html>.
- [7] HRABOVSKÝ, M.: *Eagle pro začátečníky*. Praha, BEN, 2007, ISBN 8073001772.
- [8] *http://www.eagle.cz/* [online]. 2008, 5. 5. 2008 [cit. 2009-05-08]. Dostupný z WWW: <<http://www.eagle.cz/index.htm>>.
- [9] *www.flajzar.cz* [online]. 2005 [cit. 2009-05-08].
Dostupný z WWW: <<http://www.flajzar.cz/inshop.php>>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

IR Infra

R Red

DO Dálkové

O Ovládání

BBC British

B Broadcasting

C Corporation

DV Dlouhé

V Vlny

UKV Ultra

K Krátké

V Vlny

UV Ultra

V Violet

IrDA Infrared

D Data

A Association

IEC	International
E	Electrotechnical
C	Commission
RZI	Return
Z	Zero
I	Inverted
RC	Rivest
C	Cipher
ISO	International
O	Organization
S	Standardization
OSI	Open
S	Systems
I	Interconnection
SIR	Seriál
IR	Infrared
FIR	Far
IR	Infrared
MIR	Medium

IR Infrared

LED Light

E Emitting

D Diode

LAP Link

A Access

P Protocol

NMD Normal

D Disconnect

M Mode

NRM Normal

R Response

M Mode

LMP LINK

M Management

P Protocol

IAS Information

A Access

S Service

MUX Multiplexer

OBEX Object

E Exchange

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Zenith Space Command (http://www.univerzalniovladac.cz/z-historie-dalkovych-ovladacu).....	11
Obr. 2. Elektromagnetická vlna (mfweb.wz.cz/fyzika/162.htm).....	12
Obr. 3. Pulzní modulace (http://www.elektrorevue.cz/clanky/02070/index.htm).....	16
Obr. 4. FSK modulace (http://www.elektrorevue.cz/clanky/02070/index.htm).....	16
Obr. 5. Klíčování reverzací (http://www.elektrorevue.cz/clanky/02070/index.htm)	17
Obr. 6. Pulzně - šířková modulace (http://www.elektrorevue.cz/clanky/02070/index.htm).....	17
Obr. 7. Protokol RC – 5 (http://hw.cz/docs/ir_prenos/ir_protokoly.html)	19
Obr. 8. NEC protokol (http://hw.cz/docs/ir_prenos/ir_protokoly.html)	19
Obr. 9. Vrstvová struktura OSI (www.google.com).....	20
Obr. 10. Doba trvání IR impulsu	21
Obr. 11. Formát vysílaných dat při IR přenosu (http://hw.cz/Teorie-a-praxe/Dokumentace/ART784-IrDa---Kompletni-popis.html)	21
Obr. 12. Doba trvání IR impulsu	22
Obr. 13. Modulace rádiových vln (www.earchiv.cz)	26
Obr. 14. Infra vysílač IR33K1 (www.flajzar.cz)	28
Obr. 15. Blokové schéma nekódovaného infra přijímače.....	29
Obr. 16. Blokové schéma vnitřního zapojení obvodu SFH506 – 36	30
Obr. 17. Obvod SFH506 – 36 (www.gme.cz)	30
Obr. 18. PIN diagram PIC12C508/509 (www.gme.cz).....	31
Obr. 19. Schéma napájení nekódovaného přijímače.....	32
Obr. 20. Schéma nekódovaného přijímače	33
Obr. 21. Osazení plošného spoje nekódovaného přijímače (www.flajzar.cz).....	34
Obr. 22. Schéma kódovaného vysílače	37
Obr. 23. Schéma kódovaného přijímače	38
Obr. 24. Osazení kódovaného vysílače.....	39
Obr. 25. Osazení kódovaného přijímače.....	39
Obr. 26. Přenosová vzdálenost v závislosti na intenzitě záření zdroje	42

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Oblasti infračerveného záření	13
Tab. 2. Normy přenosu (http://hw.cz/Teorie-a-praxe/Dokumentace/ART753-Normy-pro-IR-datovyprenos.html)	15
Tab. 3. Specifikace standardů fyzické vrstvy	21
Tab. 4. Technické parametry vysílače	29
Tab. 5. Vypočítané a naměřené hodnoty	41
Tab. 6. Parametry použitých LED	41

SEZNAM PŘÍLOH

- P I SEZNAM SOUČÁSTEK PRO NEKÓDOVANÝ PŘIJÍMAČ
- P II SEZNAM SOUČÁSTEK PRO KÓDOVANÝ VYSÍLAČ
- P III SEZNAM SOUČÁSTEK PRO KÓDOVANÝ PŘIJÍMAČ

PŘÍLOHA P I: SEZNAM SOUČÁSTEK PRO NEKÓDOVANÝ PŘIJÍMAČ

Položka	Množství	Název	Typ	Hodnota
R1	1	Rezistor	Uhlíkový	100 Ω
R2	1	Rezistor	Uhlíkový	470 Ω – 1k
R3	1	Rezistor	Uhlíkový	10 k Ω
C1	1	Kondenzátor	Elektrolytický	1000 M/16V
C2	1	Kondenzátor	Keramický	100 nF
C3	1	Kondenzátor	Keramický	100 nF
C4	1	Kondenzátor	Elektrolytický	100 M/10V
C5	1	Kondenzátor	Elektrolytický	10 M/10V
C6	1	Kondenzátor	Keramický	100 nF
IO1	1	Integrovaný obvod	PIC12C508A 04/P s patičí	
TR1	1	Transformátor	HAHN BV EI 303 2031	
F1	1	Pojistka		0,5A+držák
D1	1	Dioda	1N4148	
T1	1	Tranzistor	BC547	
USM1	1	Můstkový usměr.	AM154	
IR1	1	Infra přijímač	SFH506 - 36	
STAB1	1	Stabilizátor napětí	78L05	
J1	1	Zkratovací propoj.		
SV1	1	Svorkovnice	ARK 500/2	
Rel	1	Relé	F3AA012E	
IDO1	1	Plošný spoj		
KM36B	1	Plastová krabička		
LED	1	LED dioda		LED 3mm

PŘÍLOHA P II: SEZNAM SOUČÁSTEK PRO KÓDOVANÝ VYSÍLAČ

Položka	Množství	Název	Typ	Hodnota
US1	1	Integrovaný obvod	MC145026	
US2	1	Integrovaný obvod	4011	
T1	1	Tranzistor	BC327	
D1	1	Dioda	LD271	
D3	1	Dioda		6,2 V
D2	1	Dioda	LED 5mm,červená	
C1	1	Kondenzátor	Keramický	10 nF
C2	1	Kondenzátor	Keramický	1 nF
C3	1	Kondenzátor	Keramický	100 nF
C4	1	Kondenzátor	Elektrolytický	22 uF
R1	1	Rezistor	Uhlíkový	41 kΩ
R2	1	Rezistor	Uhlíkový	22 kΩ
R3	1	Rezistor	Uhlíkový	1 kΩ
R8	1	Rezistor	Uhlíkový	1 kΩ
R4	1	Rezistor	Uhlíkový	47 kΩ
R5	1	Rezistor	Uhlíkový	2,2 kΩ
R6	1	Rezistor	Uhlíkový	10 kΩ
R7	1	Rezistor	Uhlíkový	47 Ω
SW1	1	Tlačítko		10 mm
Krabička	1	Plastová krabička	KM14	
Kontakty baterií	2			
DPS	1	Plošný spoj		

PŘÍLOHA P III: SEZNAM SOUČÁSTEK PRO KÓDOVANÝ PŘIJÍMAČ

Položka	Množství	Název	Typ	Hodnota
US1	1	Integrovaný obvod	TFMS5360	
US2	1	Integrovaný obvod	MC145028	
US3	1	Integrovaný obvod	NE555	
US4	1	Integrovaný obvod	4013	
US5	1	Stabilizátor napětí	78L05	
T1,T2,T3	3	Tranzistor	BC547	
C1,C7,C8,C10	4	Kondenzátor	Keramický	100 nF
C4	1	Kondenzátor	MKSE	100 nF
C5	1	Kondenzátor	Keramický	10 nF
C6	1	Kondenzátor	Keramický	1 uF
C9	1	Kondenzátor	Elektrolytický	470 uF
C11	1	Kondenzátor	Elektrolytický	220 uF
D2	1	Dioda	LED 5 mm, červená	
D1	1	Dioda	1N4148	
R1	1	Rezistor	Uhlíkový	330 Ω
R2, R5, R6, R8, R9	5	Rezistor	Uhlíkový	10 kΩ
R3	1	Rezistor	Uhlíkový	51 kΩ
R4	1	Rezistor	Uhlíkový	220 kΩ
R7	1	Rezistor	Uhlíkový	1 MΩ
R10	1	Rezistor	Uhlíkový	100 kΩ
R11	1	Rezistor	Uhlíkový	1 kΩ
RELÉ	1	Relé		12V
DPS		Plošný spoj		