

Využití kódovaných IČ ovladačů v bezpečnostních technologiích

Use of Coded Infrared Drivers in Security Technologies

Daniel Štěpáník

Bakalářská práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

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

Téma práce: **Využití kódovaných IČ ovladačů v bezpečnostních technologiích**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární rešerši zaměřenou na využití infračerveného záření v ovladačích.
2. V rámci rešerše se zaměřte na princip konstrukce kódovaných ovladačů.
3. Realizujte kódovaný dálkový ovladač využívající infračervené záření.
4. Navrhněte možnosti využití zkonstruovaného ovladače v bezpečnostních technologiích.
5. Porovnejte konstrukci ovladače s jinými konstrukčními variantami dostupnými na trhu.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. HORST, J.: Informační a telekomunikační technika. Praha, BEN, 2004, ISBN 80-86706-08-7.
2. ŠTĚPÁN, B.: Elektrotechnická schémata a zapojení. Praha, BEN, 2008, ISBN 978-80-7300-239-8.
3. VLČEK, J.: Modulace a přenos signálu. Praha, BEN, EAN 8594011421487.
4. KLAUS, T.: Příručka pro elektrotechnika. Europa Sobotáles, 2005, ISBN:80-86706-13-3.
5. KINDL, J.: Projektování bezpečnostních systémů I. 1. vydání, UTB ve Zlíně, Zlín, 2004, ISBN 80-7318-165-7.

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

19. února 2010

Termín odevzdání bakalářské práce:

19. května 2010

Ve Zlíně dne 19. února 2010

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



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

ABSTRAKT

V rámci práce jsou řešeny principy dálkového přenosu kódovaných IČ ovladačů. V praktické části je popsána funkce a konstrukce kódovaného IČ dálkového ovládání. Následně je rozebrán výpočet vzdálenosti IČ přenosu s ohledem na rušivé vlivy okolí. Pak jsou přiblížena možná využití kódovaného DO v bezpečnostních technologiích a nakonec je srovnán kódovaný IČ ovladač s jiným dálkovým ovládáním na stejném principu kódování.

Cílem práce je seznámit se s funkcí obvodů kódovaného IČ dálkového ovládání, jeho kódováním, dosahem přenosu a ověření funkčních stavů.

Klíčová slova: infračervený přenos, modulace, přenosové protokoly, kódované ovládání, dosah IČ přenosu.

ABSTRACT

In terms of my bachelor thesis the principles of long-range coded infrared drivers are solved. The practical part describes the structure and function of the coded infrared remote control. Subsequently there is analyzed infrared transmission distance calculations with regard to environmental disturbances. Then it describe the potential use of coded infrared driver in security technologies and eventually coded infrared driver is compared with another driver coding on the same principle.

The aim of this work is to clear up with function of circuit of the coded infrared drivers, its encoding, transmission range and verify of functional status.

Keywords: infrared transmission, modulation, transmission protocols, coded driver, infrared transmission range.

Rád bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce panu doc. Mgr. Milanu Adámkovi, Ph.D. za jeho ochotu a odborný přístup během přípravy mé bakalářské práce, stejně tak za jeho rady a připomínky při psaní této práce.

V neposlední řadě bych rád poděkoval své rodině za lásku, důvěru a pevné zázemí, které mi během mého studia poskytla.

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 ELEKTROMAGNETICKÉ ZÁŘENÍ | 11 |
| 2 IČ DATOVÝ PŘENOS | 13 |
| 2.1 VÝHODY A NEVÝHODY IČ DATOVÉHO PŘENOSU..... | 13 |
| 2.2 NORMY PRO IČ DATOVÝ PŘENOS | 14 |
| 2.3 DRUHY MODULACE IČ ZÁŘENÍ..... | 14 |
| 2.3.1 Pulsní modulace | 15 |
| 2.3.2 FSK modulace | 15 |
| 2.3.3 Bi-phase modulace..... | 16 |
| 2.3.4 Pulsně šířková modulace | 16 |
| 2.3.5 Shrnutí jednotlivých modulací | 17 |
| 2.4 PŘENOSOVÉ PROTOKOLY | 17 |
| 2.4.1 Protokol RC-5 | 17 |
| 2.4.2 NEC protokol..... | 18 |
| 2.4.3 IrDA protokol..... | 19 |
| 2.4.3.1 Fyzická vrstva IrDA (IrPHY)..... | 20 |
| 2.4.3.2 IrLAP vrstva..... | 23 |
| 2.4.3.3 IrLMP vrstva | 24 |
| 2.4.3.4 Volitelné protokoly..... | 24 |
| 2.5 VYSÍLAČ, PŘIJÍMAČ | 24 |
| 2.6 INTERFERENCE..... | 25 |
| 2.6.1 Optické zdroje rušení | 25 |
| 2.6.2 Ostatní zdroje rušení | 26 |
| II PRAKTICKÁ ČÁST | 28 |
| 3 KÓDOVANÉ IČ DÁLKOVÉ OVLÁDÁNÍ | 29 |
| 3.1 KÓDOVANÝ VYSÍLAČ | 29 |
| 3.2 KÓDOVANÝ PŘIJÍMAČ..... | 30 |
| 3.3 ZPROVOZNĚNÍ OVLADAČE | 30 |
| 3.4 VZHLED A OSAZENÍ DESKY PLOŠNÝCH SPOJŮ..... | 31 |
| 3.4.1 Vysílač..... | 31 |
| 3.4.2 Přijímač..... | 31 |
| 3.5 ELEKTRONICKÉ SCHÉMA KÓDOVANÉHO VYSÍLAČE A PŘIJÍMAČE..... | 32 |
| 3.5.1 Elektronické schéma kódovaného vysílače..... | 32 |
| 3.5.2 Elektronické schéma kódovaného přijímače..... | 33 |
| 4 DOSAH IČ PŘENOSU | 34 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 4.1 | VÝPOČET PŘENOSOVÉ VZDÁLENOSTI | 34 |
| 4.2 | VÝPOČET DOSAHU PRO RŮZNÉ IR LED | 35 |
| 4.3 | ZHODNOCENÍ | 36 |
| 5 | VYUŽITÍ KÓDOVANÉHO IČ DÁLKOVÉHO OVLÁDAČE V BEZPEČNOSTNÍCH TECHNOLOGIÍCH | 37 |
| 6 | SROVNÁNÍ KÓDOVANÉHO DÁLKOVÉHO OVLÁDÁNÍ | 38 |
| 6.1 | DÁLKOVÉ OVLÁDÁNÍ 433,99MHZ | 38 |
| 6.2 | VYSÍLAČ | 38 |
| 6.3 | PŘIJÍMAČ | 38 |
| 6.4 | VZHLED DESKY PLOŠNÝCH SPOJŮ | 39 |
| 6.4.1 | Vysílač | 39 |
| 6.4.2 | Přijímač | 39 |
| 6.5 | ELEKTRONICKÁ SCHÉMATA ZAPOJENÍ | 40 |
| 6.5.1 | Vysílač | 40 |
| 6.5.2 | Přijímač | 41 |
| | ZÁVĚR | 42 |
| | ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ | 43 |
| | SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY | 43 |
| | SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK | 46 |
| | SEZNAM OBRÁZKŮ | 47 |
| | SEZNAM GRAFŮ | 48 |
| | SEZNAM TABULEK | 49 |
| | SEZNAM PŘÍLOH | 50 |

ÚVOD

Současná doba je etapou vývoje techniky, kdy se prioritou stává zdokonalování systému pro co nejjednodušší a nejpohodlnější systém obsluhy jednotlivých zařízení. Proto se v tomto období, kdy je člověk značně zpohodlněný, využívá především dálkového ovládání pro řízení buďto jednoduchých zařízení či daleko složitějších systémů. U dálkových ovládání je pak upřednostňována jednoduchost ovládání a hlavně je kladen důraz na bezpečnost přenosu mezi ovladačem a zařízením. To byl důvod, proč jsem si zvolil jako téma své práce dálkové ovládání zařízení pomocí kódovaného IČ ovladače.

Jedná se o aktuální téma, kdy se výrobci různých zařízení snaží o co největší komfortnost různých zařízení pro konečného spotřebitele.

Z dostupné literatury jsem vybral zdroje, které se tímto tématem zabývají. Jedná se zejména o historické objevy v oblasti elektromagnetického záření, do kterého spadá i IČ záření. V oblasti IČ záření byl v 90. letech 20. století zaznamenán rychlý rozvoj především IrDA, který se používal u tehdejší výpočetní techniky. Poté došlo ke stagnaci IrDA, kterou vyvolal vznik nových bezdrátových technologií jako Wifi, či Bluetooth. Nyní se opět IČ záření částečně navrátilo na trh s novými rychlejšími protokoly, které dosahují rychlosti až na hranici 16Mbps a jsou kompatibilní se starším standardem.

V další části práce se zabývám vytyčením základních norem, kterými se přenos IČ dat řídí, druhy modulace, rozbořem jejich výhod, využitím v praxi, kódováním dat a zajištěním bezpečnosti jejich přenosu pomocí protokolů.

V následující teoretické části práce popisují druhy a možnosti přijímačů a vysílačů IČ záření. V závěru teoretické části se zabývám různými možnostmi rušení, které mohou nastat při přenášení dat ve volném prostoru.

Hlavní částí práce je praktická část, ve které jsem se zaměřil na sestavení kódovaného IČ ovladače. V této části práce nejdříve popisují sestavený kódovaný vysílač a přijímač i s jejich technickými parametry, dále se zabývám využitím kódovaného IČ dálkového ovladače v bezpečnostních technologiích a v závěru práce jsem se zaměřil na porovnání ovladače s kódovaným ovladačem, který využívá rádiové komunikace mezi vysílačem a přijímačem.

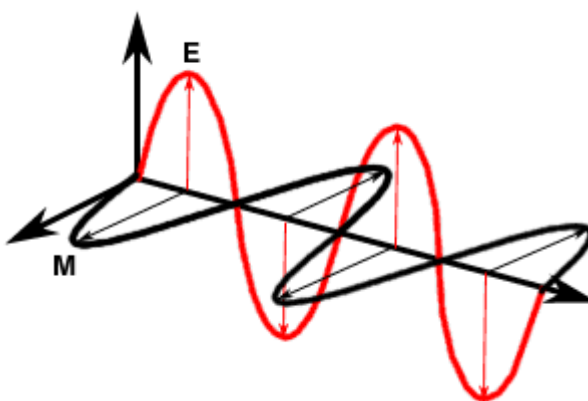
I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ELEKTROMAGNETICKÉ ZÁŘENÍ

Kolem roku 1864 zjistil geniální fyzik J. C. Maxwell, že světelný paprsek je postupná vlna tvořená elektrickým a magnetickým polem, a proto optika studující viditelné světlo je součástí elektromagnetismu. Dokázal také matematickou existenci elektromagnetických vln. Pohybují-li se elektrony, tedy vznikl-li elektrický proud, tvoří se kolem jeho toku magnetické pole. Toto pole se mění podle velikosti a směru elektrického proudu. Změnou magnetického pole se vytváří elektrické pole, což můžeme vidět na Obr. 1. Kdekoli vzniklé elektromagnetické vlny se šíří rychlostí 300.000km/s [3].

Na Obr. 1. můžeme vidět několik skutečností, které jsou vlastní každé elektromagnetické vlně:

- Elektrické pole E i magnetické pole M je vždy kolmé ke směru šíření vlny. Elektromagnetická vlna je tedy příčná.
- Elektrické pole je vždy kolmé k magnetickému poli.
- Vektorový součin $E \times M$ udává vždy směr šíření vlny.
- Je-li vlna harmonická, mají pole E i M stejnou frekvenci a jsou ve fázi.

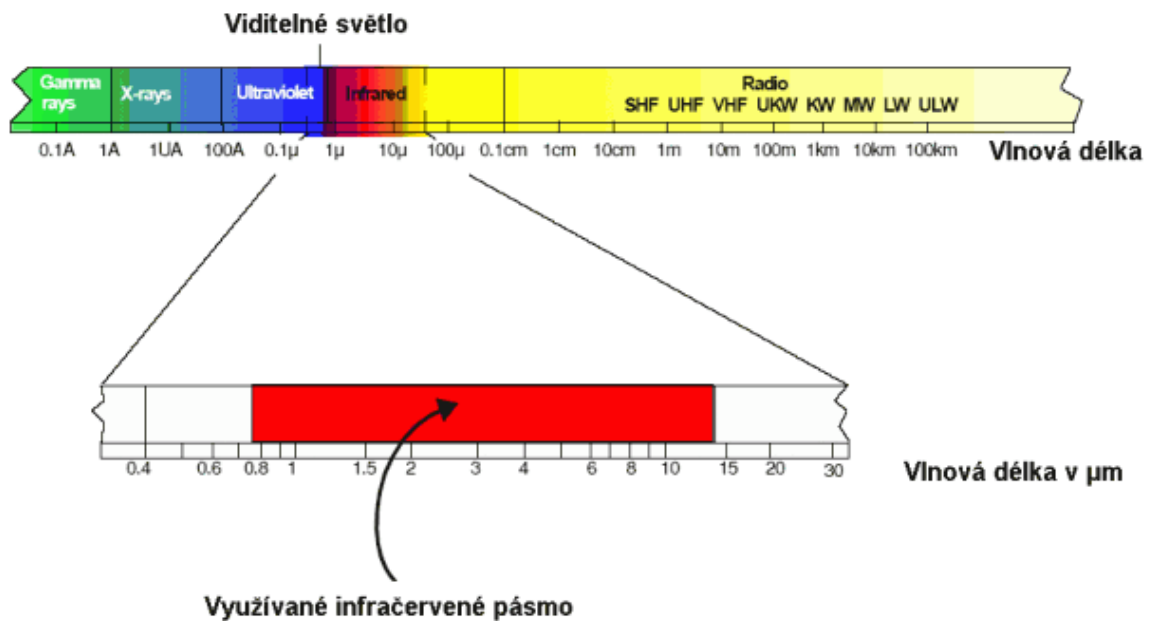


Obr. 1. Elektromagnetická vlna [15].

V Maxwellově době bylo jediným známým druhem elektromagnetických vln viditelné, infračervené a ultrafialové světlo. Avšak Heinrich Hertz, na základě Maxwellova díla objevil

to, co nyní známe jako radiové vlny. Také byl prvním, kdo vyvolal elektromagnetické vlny. Pokusně dokázal, že při elektrickém jiskření vznikají elektromagnetické vlny, šířící se do okolního prostoru [3].

V současné době známe široké spektrum elektromagnetických vln. Na Stupnici těchto vlnových délek (Obr. 2.), (a jí odpovídající stupnici frekvence) je zvětšení či zmenšení o dílek na ose vlnové délky (respektive frekvence) desetkrát [3].



Obr. 2. Spektrum elektromagnetických vln [16].

2 IČ DATOVÝ PŘENOS

IrDA (standard vytvořený Infrared Data Association) byl populární u přenosných počítačů a u některých stolních počítačů během pozdních 90. let 20. století. Nicméně tento přenos dat byl nahrazen jinými bezdrátovými technologiemi, jako je WiFi a Bluetooth, které se začaly používat, protože nepotřebují přímou viditelnost, a proto mohou podpořit hardware, jako jsou myši a klávesnice. IrDA je ještě používán v některých prostředích, kde jsou kvůli rádiovému rušení bezdrátové technologie nepoužitelné.

Popularita IrDA se znovu vrací na scénu s vysoce účinnými IrSimple protokoly, které by měly dosahovat rychlosti na hranici 16Mbps. Výhodou je kromě vysoké rychlosti i to, že je kompatibilní se starším standardem. Také doba párování přijímače s vysílačem se zkrátila. Ir Simple může být využíván např. při promítání fotografií z mobilů rovnou na televizi, popřípadě pro přenos fotografií u stále oblíbenějších fotokiosků¹. Díky pětinasobně rychlejší komunikaci, než jakou může nabídnout nejnovější specifikace Bluetooth 2.0 s EDR, by mohl IrSimple plně nahradit Bluetooth tam, kde je využíváno krátké vzdálenosti pro přenos velkého objemu dat. IrDA hardware je stále levnější a nesdílí stejné bezpečnostní problémy s bezdrátovou technologií, jako Bluetooth [8], [10].

2.1 Výhody a nevýhody IČ datového přenosu

Mezi hlavní nevýhody IČ komunikace patří nutnost přímé viditelnosti mezi přijímačem a vysílačem a jeho vysoká směrovost, s čímž souvisí chybovost přenosu, která je nulová pouze při ideálním nasměrování a s vyosením vysílače a přijímače velmi rychle vzrůstá. K dalším nevýhodám patří krátký dosah komunikace, nutnost vyššího vysílacího výkonu a taky je přenos náchylný na rušení různými změnami světelných podmínek [11].

Hlavní výhodou IČ komunikace je dostupnost kmitočtového spektra. Kapacita IČ záření není omezena výkonností transceiveru ani vlastnostmi kanálu. Technologie je bezpečná, protože IČ záření neopouští zamýšlený dosah sítě. Kmitočtové pásmo může být

¹**Fotokiosek** - je nástroj pro samostatnou úpravu a vyvolávání fotografií. Uživatel si nahraje do kiosku své fotky, upraví je a nechá vytisknout.

znovupoužito, nemusí se sdílet jako v rádiových sítích. Výhodou je také to, že IČ sítě nejsou regulovány [11].

2.2 Normy pro IČ datový přenos

Jelikož se u stále většího počtu různých aplikací začal vyskytovat přenos pomocí infračerveného záření, bylo zapotřebí rozčlenit tento přenos do jednotlivých standardů. K tomu byly vytvořeny určité standardy IEC, které se zabývají popisem metod měření a specifikací společných technických parametrů systémů využívajících jako nosiče informace difuzní vyzařování, nebo vyzařování širokého svazku infračervených paprsků. Jako nosič informace jsou myšleny zejména zvukové, anebo obrazové signály, ale také řídicí data vztahující se ke zvukovým a obrazovým přístrojům [1], [4].

Hlavní normou pro IČ přenos je IEC 61603-1:1997 a její dodatek IEC 1147, které nahrazují starou normu IEC 764, publikovanou roku 1985. IEC 61603-1:1997 je normou pro přenos audio anebo video a podobných signálů použitím infračerveného záření. IEC 1147 (dodatek IEC 61603) : Použití infračerveného přenosu a prevence, nebo kontrola interference mezi systémy [4].

V ČR je norma IEC 61603-1:1997 používána jako ČSN EN 61603-1:1999. Tato norma ve spojení s ČSN EN 61603-2 a ČSN EN 61603-3 nahrazuje ČSN IEC 764 z října 1997 [4].

IEC 61603-1 sestává z 6 částí:

- Obecná část, předmět normy
- Přenosové systémy pro audio pásmo a podobné signály
- Přenosové systémy pro audio signály pro konference a podobné aplikace
- Přenosové systémy pro nízkorychlostní dálková ovládání
- Přenosové systémy pro vysokorychlostní datové přenosy a dálková ovládání
- Přenosové systémy pro video a audiovizuální signály vysoké kvality

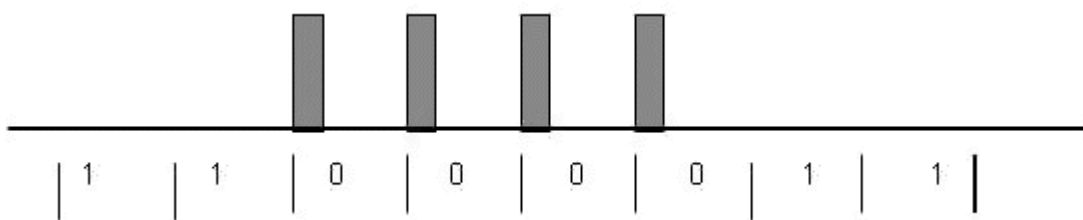
2.3 Druhy modulace IČ záření

Při přenosu dat mezi dálkovým ovládáním a elektrickým zařízením spotřební elektroniky je kladen základní požadavek na zajištění dostatečné bezpečnosti přenosu. Vysílání dat může být provedeno mnoha způsoby kódování nosného optického záření. Dnes je používán

výhradně digitální přenos dat, kdy délka přenášených rámců je rozdílná v závislosti na použitém přenosovém protokolu. Pro modulaci IČ záření se nejčastěji používají čtyři reprezentace bitů přenášeného rámce a to pulsní, frekvenční, fázová a pulsně šířková [1].

2.3.1 Pulsní modulace

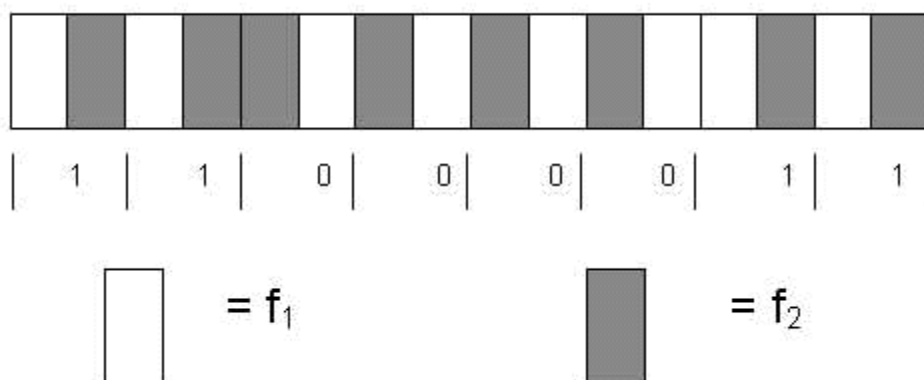
Jednou z nejjednodušších metod jak kódovat data přenášená infračerveným zářením je pulsní modulace. Její princip spočívá v rozdělení signálu na stejně velká časová okna. V tomto okně se buď vyskytne, nebo nevyskytne impuls konstantní délky, podstatně menší než je délka časového okna. Pokud se v tomto časovém okně nevyskytne žádný impuls, je tento časový úsek považován za logickou jedničku, jeho výskyt pak za logickou nulu. Hodinové impulsy na straně příjmu jsou synchronizovány s hranou přijímaného signálu. Přenosem většího bloku jedničkových bitů, kdy nejsou vyslány žádné impulsy, by mohl přijímač vypadnout ze synchronismu. K zabránění toho se využívá tzv. bit- stuffing, kdy je vyslán po určitém počtu jedničkových bitů navíc jeden nulový. Na přijímací straně je pak potřeba tento bit odstranit [1].



Obr. 3. Pulsní modulace [1].

2.3.2 FSK modulace

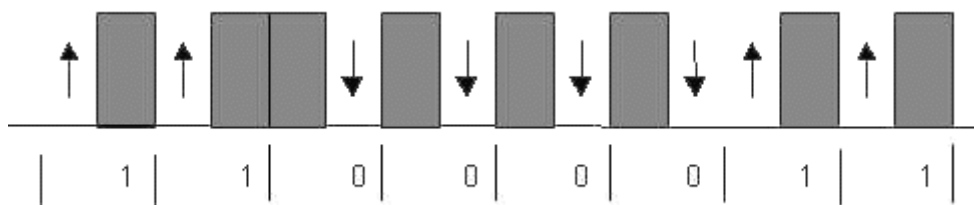
FSK je používána pro přenos informací díky její bezpečnosti. Jednotlivé bity jsou modulovány pomocí dvou frekvencí. Nevýhodou zařízení využívajících FSK modulaci je vyšší cena, vyšší energetická náročnost a pomalejší datový přenos. Proto je FSK modulace používána pouze výjimečně u systémů s vyššími požadavky na bezpečnost přenosu [1].



Obr. 4. FSK modulace [1].

2.3.3 Bi-phase modulace

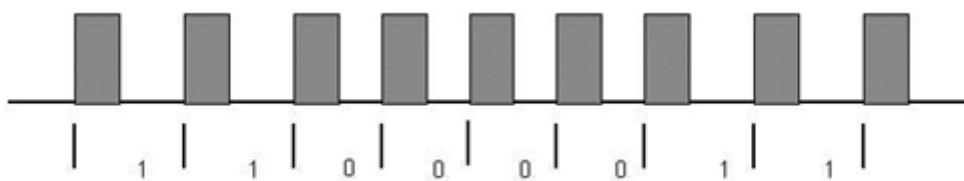
Při bi-phase modulaci je opět signál rozdělen na tzv. časová okna, která mají stejnou velikost. Bity jsou detekovány podle změny úrovně signálu uvnitř tohoto okna. Jestliže je změna kladná, tj. z log. 0 na log. 1, je bit vyhodnocen jako jedna, v opačném případě jako nula. Tento typ modulace se používá poměrně často, jako příklad lze uvést RFID, nebo RC-5 protokol, který je využíván v dálkových ovládacích spotřební elektroniky evropské produkce [1].



Obr. 5. Bi-phase modulace [1].

2.3.4 Pulsně šířková modulace

Je opět založena na rozdělení signálu do tzv. časových oken, která však nejsou stejně dlouhá (viz Obr. 6.). Tato časová okna jsou synchronizována náběžnou hranou signálu. Jednotlivé bity jsou detekovány podle délky časového okna, kdy kratšímu oknu odpovídá logická nula, a delšímu pak logická jednička [1].



Obr. 6. Pulsně šířková modulace [1].

2.3.5 Shrnutí jednotlivých modulací

Všechny modulace, s výjimkou FSK, je možno provozovat ve dvou módech. První možností je modulace kódovaného signálu na nosnou frekvenci, druhou pak pulsní přenos. V praktickém užití je využívána modulace na nosnou frekvenci u bi-phase kódování a pulsní přenos je častěji aplikován u pulsně šířkové modulace [1].

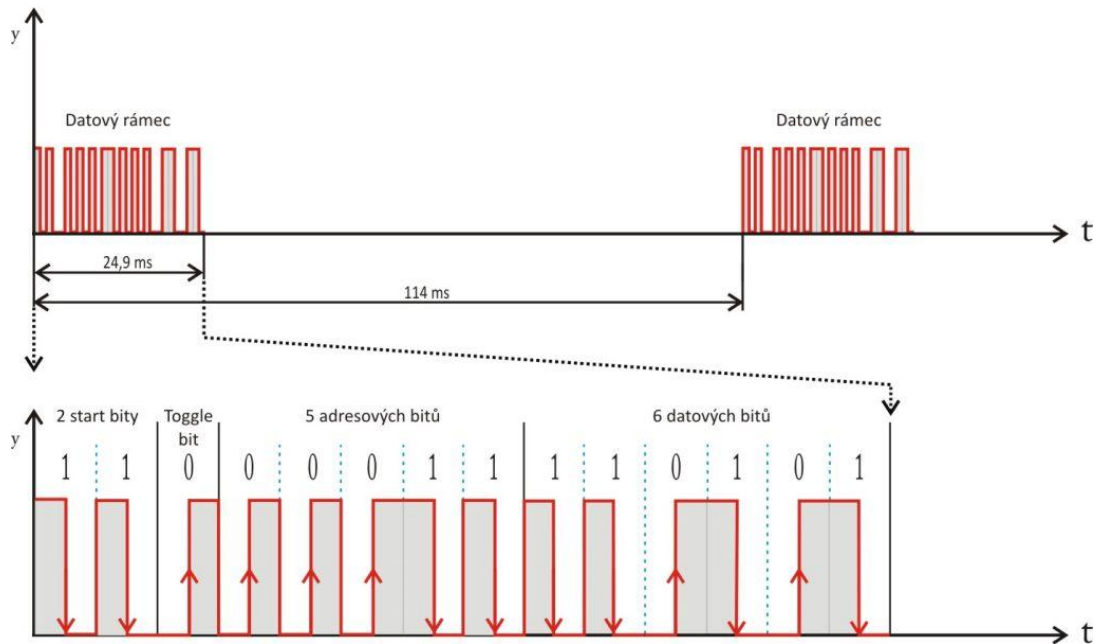
2.4 Přenosové protokoly

2.4.1 Protokol RC-5

Je jedním ze standardů pro IČ datový přenos. Hlavním požadavkem kódování přenášených dat je zajištění dostatečné bezpečnosti přenosu. Kód RC-5 využívá digitálního přenosu dat, k čemuž je použito bi-phase kódování s modulací na nosný kmitočet $f_0 = 36\text{kHz}$. RC-5 byl vyvinut pro přenos dat z dálkových ovladačů spotřební elektroniky [1], [11].

Každý stisk tlačítka DO, je přenesen bitovým rámcem o délce 114ms, takže za sekundu je teoreticky možné přenést necelých 9 příkazů z dálkového ovládání. Avšak vlastní informace o stisknutém tlačítku je přenášena pouze v rámci 24,9ms [11].

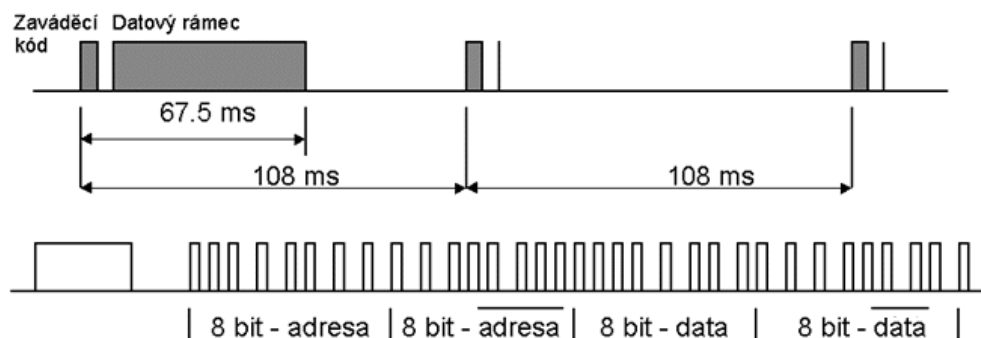
Přenos rámce začíná dvěma start bity, které mají vždy hodnotu log. 1. Za nimi následuje toggle bit jenž vždy po uvolnění tlačítka a následném stisku i stejného tlačítka mění svoji hodnotu na opačnou. To umožňuje správně ošetřit např. přepínání programu o jeden napřed, kdy při jakkoliv dlouhém stisknutí tlačítka je přepnut program pouze jednou. Pokud držíme stisknuté tlačítko po delší dobu, mají všechny povely stejný toggle bit. Informační část rámce je tvořena 5 adresovými bity, určujícími konkrétní ovládané zařízení a 6 datovými bity, které představují vlastní příkaz [1], [11].



Obr. 7. Protokol RC-5 s příkladem datového rámce [11].

2.4.2 NEC protokol

NEC protokol je taktéž určen pro dálkové ovladače, a je opět použita modulace na nosnou frekvenci 36kHz jako u RC-5. Kódování dat se provádí pulsně-šířkovou modulací. Zvláštností tohoto protokolu je konstantní délka i přes použití pulsně-šířkové modulace. Konstantní délka je dána tím, že jsou data vysílána dvakrát, nejprve v normální a pak v invertované podobě. Touto redundancí kódu je přenos zabezpečen proti chybám. Přenášený rámec NEC protokolu začíná tzv. zaváděcím kódem (burstem) délky 9ms, po kterém následuje pauza 4,5ms. Zaváděcí kód má za úkol nastavit citlivost přijímacího modulu. Pak následují 4 byte, které představují adresu zařízení a konkrétní příkaz s výše uvedenou redundancí. V případě, že je daný rámec vyslán vícekrát, což nastane, když je tlačítko na ovladači stisknuto delší dobu, pak je vyslán po prvním rámci jen zaváděcí kód následovaný jedním bitem [1].



Obr. 8. NEC protokol s příkladem datového rámce [1].

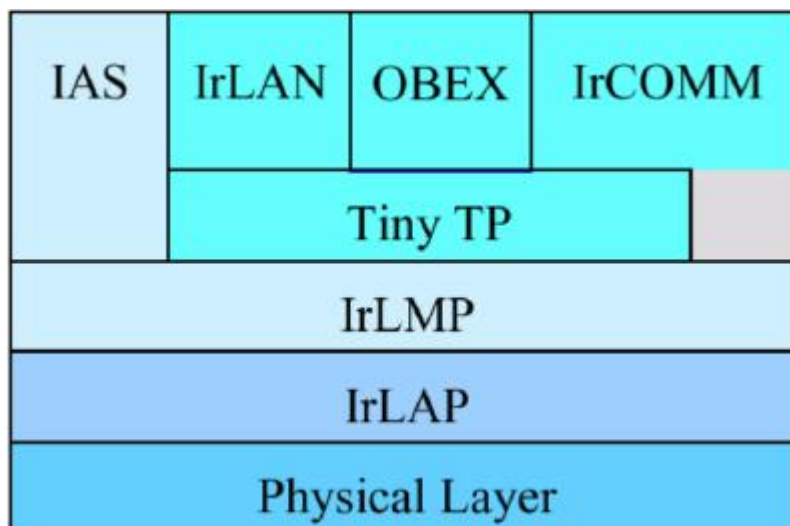
2.4.3 IrDA protokol

IČ záření se používá jako přenosové médium pro počítače, tiskárny, či DO již poměrně dlouho. Neexistoval však žádný standard, který by popisoval jak fyzickou, tak i vyšší vrstvy. Až roku 1993 bylo za přispění několika světových výrobců založeno IrDA, jejímž úkolem bylo navrhnout standard pro IČ přenos dat na krátkou vzdálenost [1].

IrDA konsorciem byl vytvořen standard IrDA, který definuje, jak za pomoci IČ záření přenášet bezdrátově digitální data. IrDA definuje ve svých specifikacích standardy jak fyzických koncových zařízení, tak i protokolů, pomocí kterých komunikují IrDA zařízení. Standard IrDA byl vytvořen z potřeby mobilně propojit různá zařízení mezi sebou [5].

Pro komunikaci pomocí IrDA se využívá IČ LED diod s vlnovými délkami vyzařovaného světla 875nm + - tolerance výroby (asi 15nm). Jako přijímač jsou používány PIN fotodiody, pracující v generačním režimu (dopadem záření na přijímač jsou uvolňovány elektrony, čímž vzniká elektrický impulz, který je následně odváděn do elektrického filtru, kde jsou propuštěny jen frekvence povolené pro daný typ IrDA modulace) [5].

Ke strukturovanému popisu komunikačního systému se nejčastěji používá OSI model, přijatý mezinárodním normalizačním úřadem ISO. OSI model dělí komunikační systém na sedm tzv. vrstev, z nichž každá obstarává pouze určitou část komunikace. Jednotlivé vrstvy na sebe postupně navazují, takže vyšší vrstva využívá služeb nižší vrstvy. V praxi nevyužíváme všech sedmi vrstev, ale jejich počet je u IrDA redukován na tři základní vrstvy fyzickou, IrLAP, IrLMP [1], [12].



Obr. 9. OSI model [7].

2.4.3.1 Fyzická vrstva IrDA (*IrPHY*)

Specifikace fyzické vrstvy IrDA je stanovena standardem pro IR vysílač, modulaci, metody kódování / dekódování, stejně jako pro další fyzické parametry. IrDA zařízení pracují dle normy IrDA1.0 a 1.1 do vzdálenosti 1m při bitové chybovosti BER(Bit Error Ratio, poměr chybně přenesených bitů ku správně přeneseným) 10^{-9} a maximálním okolním osvětlením 10klux (denní svit slunce). Dané hodnoty jsou pro nesouosost vysílače a přijímače 15 stupňů. U jednotlivých prvků se měří výkon do 30 stupňů. Existují i směrové vysílače (IR LEDky) pro větší vzdálenosti [5].

IrDA 1.0 pracuje v rozmezí rychlostí od 2400 do 115200bps. Ke kódování je používána pulsní modulace, kdy puls délky 3/16 délky doby původního bitu, nebo fixní délka optického impulzu $1,63\mu\text{s}$ je dekódován jako logická nula. Tato fixní délka spolu s rychlostí 38400bps by odpovídala rychlosti 115kbps a na 1 vyslaný bit by vyšli 3 světelné impulzy. Data jsou přenášena ve formátu asynchronně vyslaného slova uvedeného start a stop bitem. Jde o stejný formát, jako se používá v klasickém UART. K detekování chyb se používá 16-ti bitový CRC² [2].

² CRC- **Cyklický redundantní součet** využívaný k detekování chyb během přenosu či ukládání dat.

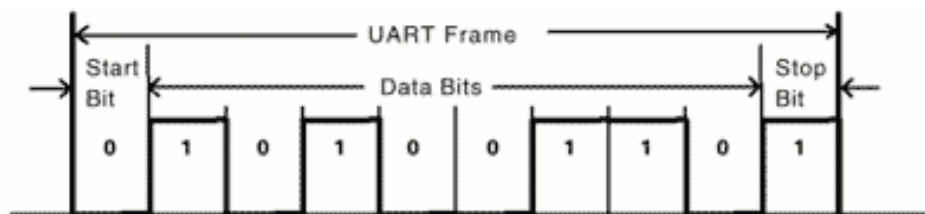


Figure 11a. UART Frame

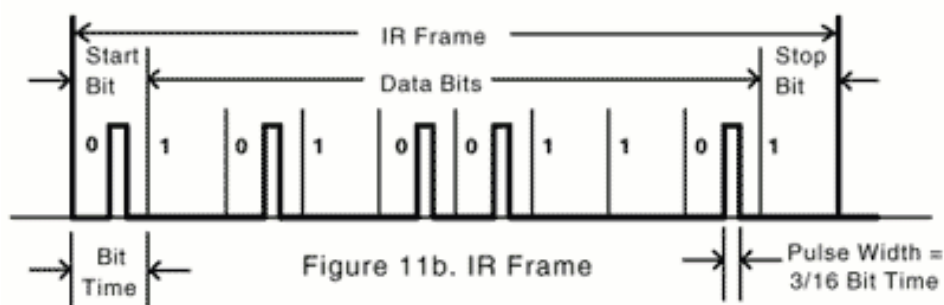
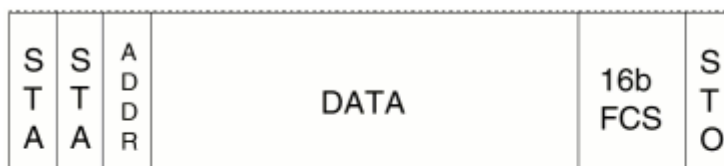


Figure 11b. IR Frame

Obr. 10. Formát IrDA přenosu [2].

Norma IrDA 1.1 definuje rychlosti 0.576 a 1.152Mbps. Pro tuto rychlost je použito pulzní kódování o jedné čtvrtině délky původního impulzu. Základní jednotka (paket) je vysílána synchronně a je uvozena startovní sekvencí. Je používán tzv. bit stuffing, pomocí něhož je na straně přijímače při přenosu většího počtu jedničkových pulsů zajištěna synchronizace hodinových impulsů. Bit stuffing je použit tak, že po určitém počtu jedničkových bitů je vložen jeden nulový [1], [2], [6].

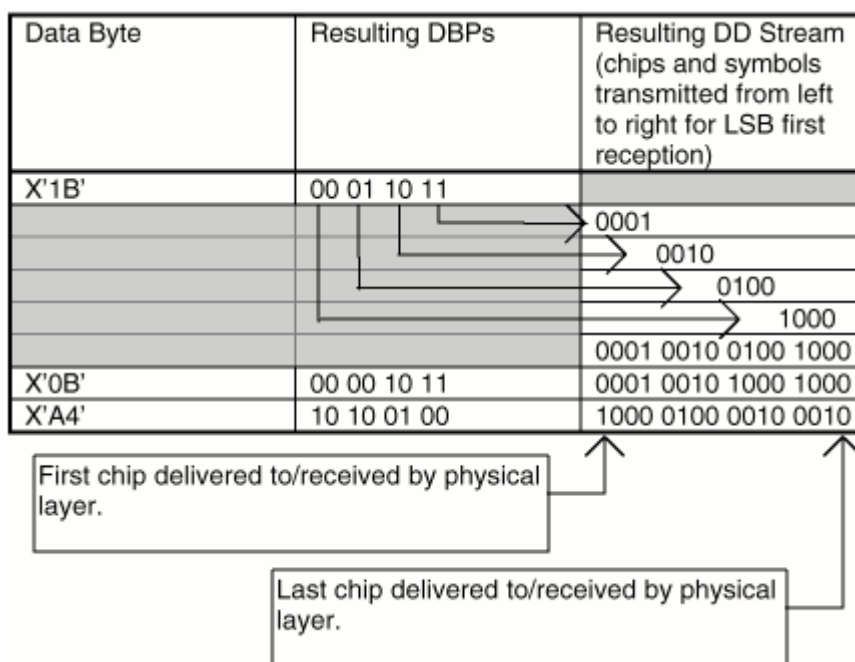
Přenášený paket se skládá ze dvou startovních slov, na které navazuje adresa cílového zařízení (IrDA zařízení jsou přiřazována čísla v rámci protokolu, tak aby se zařízení poznaly), následují datové bity a nakonec je použit CRC-16 a stop slovo. Celý přenášený rámec včetně CRC-16 je generován IrDA komp. chipsetem. Je podmínkou že start a stop slovo se nesmí nikde v toku dat vyskytnout. Jejich délka je 1,5 násobek doby trvání bytu (6* delší bliknutí jak obvykle) [2].



STA: Startovací slovo, 01111110 binární
ADDR: 8bitů adresovacího pole
DATA: 8 bitů řídicího pole plus navýšení o 2045 = (2048-3) byty informačního pole
FCS: 16 bitový CRC Cyklický redundantní součet
STO: Ukončující slovo, 01111110 binární

Obr. 11. Složení paketu IrDA s popisem [2].

Pro rychlost okolo 4Mbps je používána tzv., 4PPM modulace se střídou $\frac{1}{4}$ ve které jsou 2 bity informace zakódovány do jednoho pulsu v jednom ze čtyř možných časových pozic. Nosičem informace je zde pozice pulsu v čase. Např. bity 01 jsou vylány jako sekvence 0100 (nic-blik-nic-nic), bity 00 jako 1000 a bity 11 jako 0001 [2].



Obr. 12. Příklad 4PPM modulace [2].

4PPM modulace je používána proto, že je třeba 2 krát méně bliknutí než u předchozích modulací. Proto můžeme data přenášet 2 krát rychleji a přijímači se také lépe udržuje úroveň ostatního osvětlení, protože na něj dopadá konstantní počet optických pulsů za určitou dobu. Při rychlosti 4Mbps je frekvence blikání vysílače 2MHz. Na rozdíl od rychlostí 0,576 a 1,152Mbps je při této modulaci použit kontrolní kód CRC-32, pomocí

něhož jsou na straně přijímače kontrolovány jednotlivé rámce. Většina chipsetů, špatně přijaté rámce zahazuje [2].

V dnešní době se občas používá i verze IrDA 1.4 (nebo VFIR), jejíž maximální rychlost dosahuje až 16Mbps. S touto verzí se však můžeme setkat jen ve výjimečných případech. Je také připravován projekt UFIR, jenž by používal rychlost až 100Mbps [6].

2.4.3.2 *IrLAP vrstva*

Povinný **IrLAP** je druhá vrstva IrDA specifikace, která leží nad IrPHY vrstvou a pod IrLMP vrstvou. Jejím úkolem je řízení přístupu k přenosovému médiumu, nacházení potencionálních komunikačních partnerů, nastavení parametrů přenosu, založení spolehlivého oboustranného spojení. Pro stanici neúčastníci se spojení probíhá řízení přístupu k médiumu tak, že předtím než stanice začne vysílat, musí sledovat kanál po dobu minimálně 500ms, aby bylo zjištěno, jestli zde neprobíhá jiná komunikace. Pokud komunikace probíhá, tak zařízení, které se jí účastní, musí být schopno vyslat data během 500ms. Řízení přístupu stanic, které se účastní spojení, je uskutečňováno tzv. Poll/Final bitem v každém rámci. Při navazování spojení mezi stanicemi je hlavním úkolem procedury, která se o to stará, výměna ID obou stanic. Zařízení, které má zájem o navázání spojení, vyšle opakovaně broadcast, ve kterém je obsaženo vlastní ID. Mezi vysílanými broadcasty je sledován stanicí přenosový kanál. Při výskytu kolize, je možnost opakování procedury. Procedura pro nastavení parametrů se stará o zjištění a nastavení parametrů komunikace, kterým se mohou přizpůsobit obě strany přenosu. Například rychlost přenosu musí být stejná u obou stran přenosu. Další parametry jako maximální délka dat, je omezujícím faktorem pro jednu stranu a druhá strana je musí respektovat. Před zjištěním parametrů zařízení je prováděna komunikace asynchronně, s rychlostí 9,6kbps a s maximální délkou dat 64bytů. Po uskutečnění spojení je možné navýšit přenosovou rychlost na 115,2kbps (IrDA 1.0), nebo až na 4Mbps (IrDA 1.1), s maximální délkou dat 2048 bytů. Při spojení je vždy jedna ze stanic primární a ostatní stanice jsou pak sekundární. Úkolem primární stanice je jak správná funkce spojení, tak i znovuoobnovení v průběhu 500ms, v případě kolize [1], [8].

2.4.3.3 IrLMP vrstva

Povinná IrLMP (Link Management Protocol) je nejvyšší vrstvou IrDA protokolu. Můžeme ji rozdělit do dvou částí. Nejprve je to LM-MUX, který leží nad IrLAP vrstvou. Umožňuje vícenásobné spojení oproti jednonásobnému, zprostředkovaným vrstvou IrLAP. Druhou částí je vrstva LM-IAS které se jednotlivá zařízení dotazují, zdali je v dosahu požadované zařízení [1], [8].

2.4.3.4 Volitelné protokoly

Mezi nepovinné protokoly patří Tiny Tp ležící nad IrLMP vrstvou. Slouží k řízení toku na základě kreditu. Dalším je Ir COMM, který umožňuje komunikaci buď po paralelním, nebo sériovém portu. IrOBEX poskytuje snadnou výměnu libovolných datových objektů. Leží nad Tiny TP a tak je Tiny TP pro IrOBEX povinný k práci. Posledním volitelným protokolem pro komunikaci je IrLAN (IČ místní oblastní síť), která umožňuje připojit IČ zařízení k místní síti. Leží také nad Tiny TP a tak musí být použit pro IrLAN k práci [7], [8].

2.5 Vysílač, přijímač

K IČ přenosu dat je potřeba vysílač a přijímač IČ záření, který převede elektrický signál na optické záření a naopak. Doposud se pro IČ přenos používala pouze oblast IČ záření s vlnovou délkou v rozsahu 840-960nm. V dnešní době jej však vytlačuje nový standard, pracující v pásmu 700-1600nm [9].

Nejpodstatnějšími místy pro IČ přenosový systém je vysílací a přijímací část. Přenášené záření je vysíláno v určitém úhlu a jeho intenzita na jednotku plochy se vzdáleností rychle klesá. Proto, abychom mohli přenášet informace bezpečně i na větší vzdálenosti, by měla mít vysílací dioda co největší intenzitu záření I_e . To však nemůžeme splnit z důvodu omezení maximálního proudu, který může protékat IČ diodou a také proto, že většina IČ vysílačů je mobilních a jsou napájeny z baterií, nebo akumulátorů s malou kapacitou. U přijímací části je třeba docílit toho, aby dioda dosahovala největší citlivosti v přijímaném pásmu záření, čehož můžeme docílit dvěma způsoby. První možností je zvětšení aktivní plochy přijímací IČ diody, které naráží na technická a ekonomická omezení. V dnešní době jsou jako kompromis používány čipy s aktivní plochou $S=8\text{mm}^2$. Jako druhou možnost lze

použít selekci přijímaného pásma, před dopadem na přijímací diodu, pomocí čehož můžeme snížit vlivy ostatních rušivých zdrojů mimo přijímané pásmo. To lze prakticky realizovat speciální pryskyřicí, kterou zalijeme přijímací diodu do vhodně tvarovaného pouzdra, které slouží jako filtr. Pro zvýšení bezpečnosti a vzdálenosti přenosu se v praxi využívá kombinace obou způsobů [9].

2.6 Interference

Při přenášení dat ve volném prostoru působí na přijímač čekající na vyslaný signál mnoho nejrůznějších rušení, a proto jsou kladeny nejvyšší požadavky na odolnost přijímače proti těmto vlivům. Rušení může být optického, či elektromagnetického charakteru a jsou buď přítomny v daném prostředí, anebo mohou být generovány elektronickým zařízením. Za zdroje rušení můžeme považovat jakékoliv optické zdroje v pásmu, které je přijímáno detektorem (830-110nm). Veškeré modulované výkonové signály blízké pracovní frekvenci přijímače můžeme považovat za zdroje rušení elektromagnetického charakteru. S tímto rušením se můžeme setkat v okolí frekvenčních generátorů, vysílačů, vychylovacích cívek TV přijímačů, zářivkových svítidel a podobně [9].

2.6.1 Optické zdroje rušení

Jelikož přijímací IČ diody zabírají poměrně široké pásmo příjmu i v oblasti viditelného spektra, bylo nutné je doplnit speciálním filtrem na určité vlnové délce a tak mají v oblasti viditelného světla velmi malou citlivost. Přijímající dioda detekuje jen záření o vlnové délce větší, než odpovídá danému filtru. V případě že bychom nedoplnili přijímací diodu o filtr, byl by IČ přenos velice obtížný a silně závislý na osvětlení okolního prostředí [9].

Při použití přijímací diody vybavené filtrem na vlnové délce 830nm by přijímala část spektra z pásma vyslaného „bílý“ světelným zdrojem. Záření vyskytující se v oblasti viditelného spektra bývá posuzováno veličinou množství osvětlení (jednotkou je Lux = Lumen/m²). Takto vyjádřená velikost osvětlení je však naprosto nevhodná k popisu IČ záření, protože část záření s vlnovou délkou delší než 780nm (hranice oblasti viditelného spektra), není brána v úvahu [9].

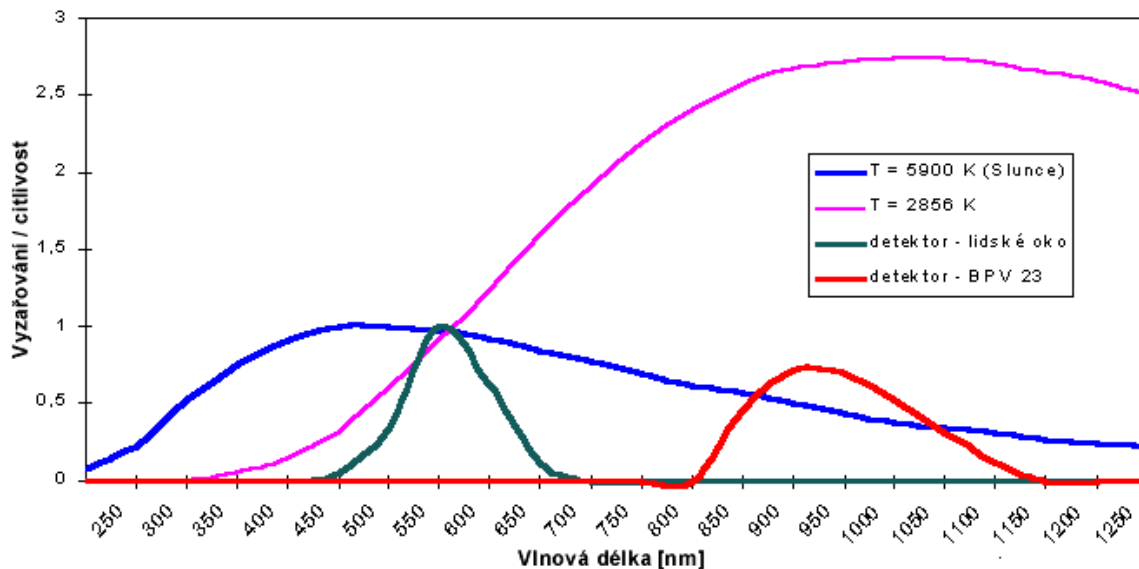
2.6.2 Ostatní zdroje rušení

Zdroje IČ záření se velice liší ve složení spektra záření, což je závislé na mechanismu vzniku záření. Klasický světlo-tepelný zdroj jako je např. žárovka má velice široké spektrum vyzařování a můžeme ho popsat Planckovým rozdělením. Na emisní spektrum Slunce se můžeme dívat jako na tepelný zdroj s ekvivalentní teplotou $T = 5900 \text{ K}$, který je ovlivněn spektrální absorpcí atmosféry [9].

Zářivkovými tělesy je emitováno spektrum záření, které je poměrně komplikované. Je v něm emitováno jen velmi malé množství IČ záření. Spektrum záření je složeno hlavně z širšího spektra luminiscence, spektrálních čar rtuti a čar, které jsou vyzařovány plynem v trubici. Při zjišťování rušivých vlivů působení těchto zdrojů by, jsme měli vzít v potaz rozdíly časových konstant aktivovaných luminiscenčních materiálů a přímého vyzařování modulovaného procházejícím proudem se všemi jeho harmonickými. A tak považujeme jednu část vyzařovaného spektra za nízkofrekvenční zdroj, avšak na druhou část můžeme pohlížet jako na širokopásmový zdroj rušení obsahující vysokofrekvenční složky [9].

U zařízení používajících IČ datový přenos využívají výhradně křemíkové fotodiody a to buď s integrovaným, nebo externím filtrem. Tyto diody jsou v přijímaném pásmu převážně na vlnové délce 950nm téměř 100% citlivé na záření, které dopadá na filtr této diody. Podle vlnové délky používané vysílacím zdrojem jsou kratší vlnové délky silně omezovány filtrem na 820-900nm. Pro omezení záření a snížení citlivosti diody pro větší vlnovou délkou než je přijímané pásmo je využíváno spektrální absorpce křemíku a tloušťky aktivní vrstvy. Pro tento druh detektoru můžeme numericky vypočítat citlivost na různé zdroje záření [9].

Na grafu 1 můžeme vidět spektra tepelných zdrojů s ekvivalentní teplotou $T=5900\text{K}$ a $T=2856\text{K}$, z nichž první patří slunečnímu záření a druhá záření emitovanému běžnou žárovkou. Graf také zobrazuje spektrální citlivosti dvou přijímačů a to křemíkové PIN diody BPV 23NF a jako druhý je použito lidské oko. Z grafu můžeme vyčíst, že záření zdroje ekvivalentního ke slunečnímu záření obsahuje mnohem méně záření v pásmu citlivosti infračerveného přijímače BPV 23NF než záření zdroje ekvivalentního k běžné žárovce [9].



Graf 1. Spektrum vyzařování různých zdrojů a spektrální citlivost detektorů [9].

Z výše uvedených údajů je možné numericky vypočítat proud generovaný přijímací fotodiodou. Tabulka převzatá z dokumentace firmy TEMIC ukazuje hodnoty záření a osvětlení nutné pro vznik proudu $I_{ra} = 100 \text{ uA}$ ve fotodiodě BPV 23NF s plochou čipu $S = 8 \text{ mm}^2$ [9].

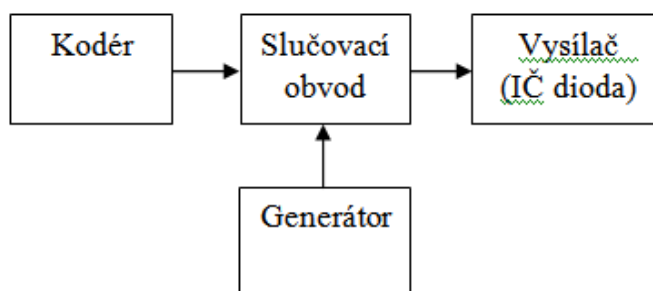
II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 KÓDOVANÉ IČ DÁLKOVÉ OVLÁDÁNÍ

Kódování přenášeného signálu je realizováno pomocí speciálních integrovaných obvodů, díky kterým není možno používat běžná dálková ovládání. Celé kódované zařízení je složeno ze dvou částí, a to vysílače a přijímače. Vysílač je vložen do krabičky o velikosti klíčenky a má v sobě zabudovaný integrovaný obvod MC145026, který umožňuje vytvořit až 3^9 kombinací kódů. Na přijímací straně je signál dekódován pomocí obvodu MC145028. Kód musí být nastaven na vysílači i přijímači stejně.

3.1 Kódovaný vysílač

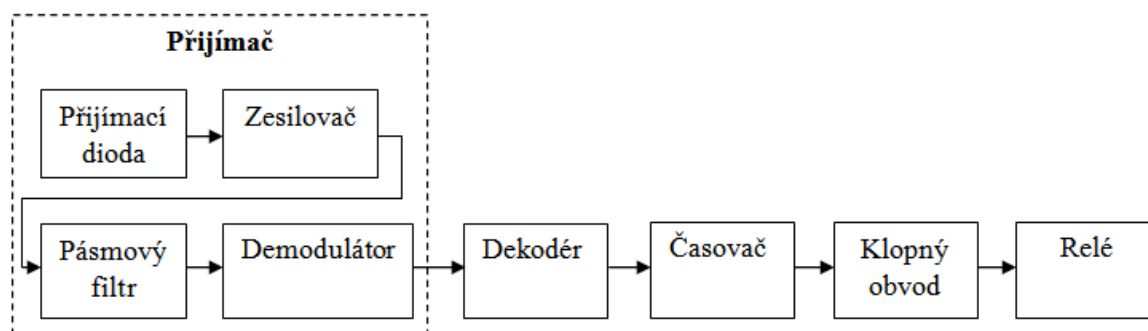
Nejdůležitějšími řídicími částmi vysílače je obvod kodéru MC145026 a obvod generátoru nosného kmitočtu sestaveného pomocí hradel obvodu 4011. Po stisku tlačítka SW1 na DO se na výstupu obvodu US1 objeví sekvence impulsů, která představuje kódované slovo. Kódované slovo je závislé na zapojení vstupů A1 až A9. Výstupní data z obvodu US1 jsou přiváděny do vstupu hradla US2A. Na jeho druhý vstup je přiváděn průběh z generátoru, sestaveného pomocí hradel US2B a US2C, o kmitočtu 36kHz. Kmitočet generátoru lze nastavovat výběrem rezistorů R5 a R6. Na výstupu hradla US2A získáme signál generátoru klíčovaný průběhem z výstupu obvodu US1. Tento výstupní signál ovládá tranzistor T1, na němž je zapojena vysílací infračervená dioda D1. Tato vysílací dioda LD271 vyniká poměrně velkou účinností. Její vyzářený výkon na vlnové délce 950 nm při proudu $I_F = 100$ mA je 35 mW/sr. Dioda D2 pouze informuje o činnosti zařízení a stavu baterie. Pokud napětí klesne pod 8V, tak dioda při vysílání nesvítí, což je nutné sledovat proto, že kmitočet generátoru je závislý na napájecím napětí a jeho příliš velká odchylka je příčinou snížení dosahu vysílače. K napájení jsem použil 12V baterii do ovladačů autoalarmů.



Obr. 13. Blokové schéma kódovaného vysílače.

3.2 Kódovaný přijímač

Vyslané infračervené záření je přijímáno integrovaným obvodem US1 TFMS5360, který je složen z přijímací diody, zesilovače, pásmového filtru a demodulátoru. Přijímaný signál z obvodu US1 je veden přes negující tranzistor na vstup integrovaného obvodu US2, který představuje dekodér MC145028. Je-li vyslaný kód totožný s kódem nastaveným na vstupech dekodéru US2, objeví se na jeho výstupu VT vysoký stav, překlopí se monostabilní multivibrátor, který generuje impuls s časem závislým na hodnotě C6 a R7. Impuls vycházející z klopného obvodu je vyveden na svorky, označené ABC. Podle toho jestli chceme, aby se relé po stisknutí tlačítka vysílače překlopilo na dobu přibližně jedné sekundy, spojíme navzájem A a B (dobu sepnutí lze nastavit výměnou hodnot R7 a C6). Při spojení A a C, je každým stiskem tlačítka změněn stav pozice spínaného kontaktu relé na opačný.



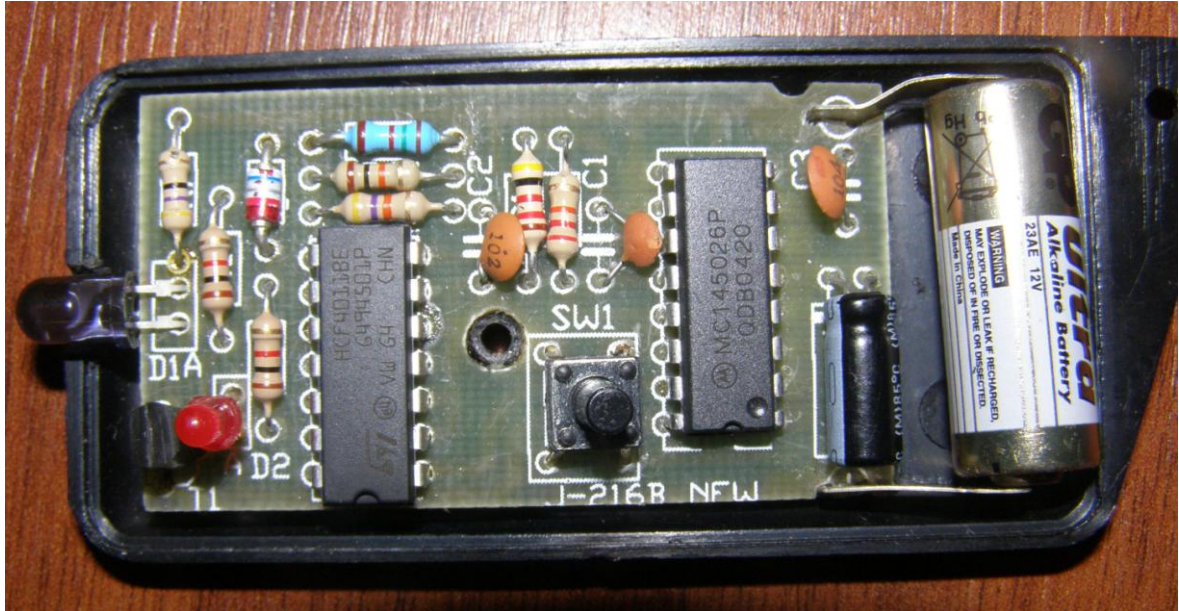
Obr. 14. Blokové schéma kódovaného přijímače.

3.3 Zprovoznění ovladače

Nejprve sem provedl zkoušku na malou vzdálenost kdy po zmáčknutí tlačítka na vysílači se na přijímací straně rozsvítila dioda D2 a sepnulo se relé. Poté jsem nahradil rezistor R5 na vysílači potenciometrem a nastavoval hodnotu frekvence generátoru na 36kHz. Velikost frekvence generátoru lze naměřit na 4. nožce integrovaného obvodu 4011. Následně jsem změřil hodnotu na potenciometru a nahradil jej pevným rezistorem. Všechny zkoušky byly provedeny při rozpojených programovacích vstupech na desce plošných spojů. Kterýkoliv ze vstupů A1 až A9 můžeme propojit buď se zemí, nebo + napájením popřípadě jej nechat nezapojen. Propojení se provádí na desce plošných spojů pod integrovanými obvody MC145026 a MC145028, kdy k propojení využijeme kapku cínu. Každou změnu kódu musíme provést současně ve vysílači i přijímači.

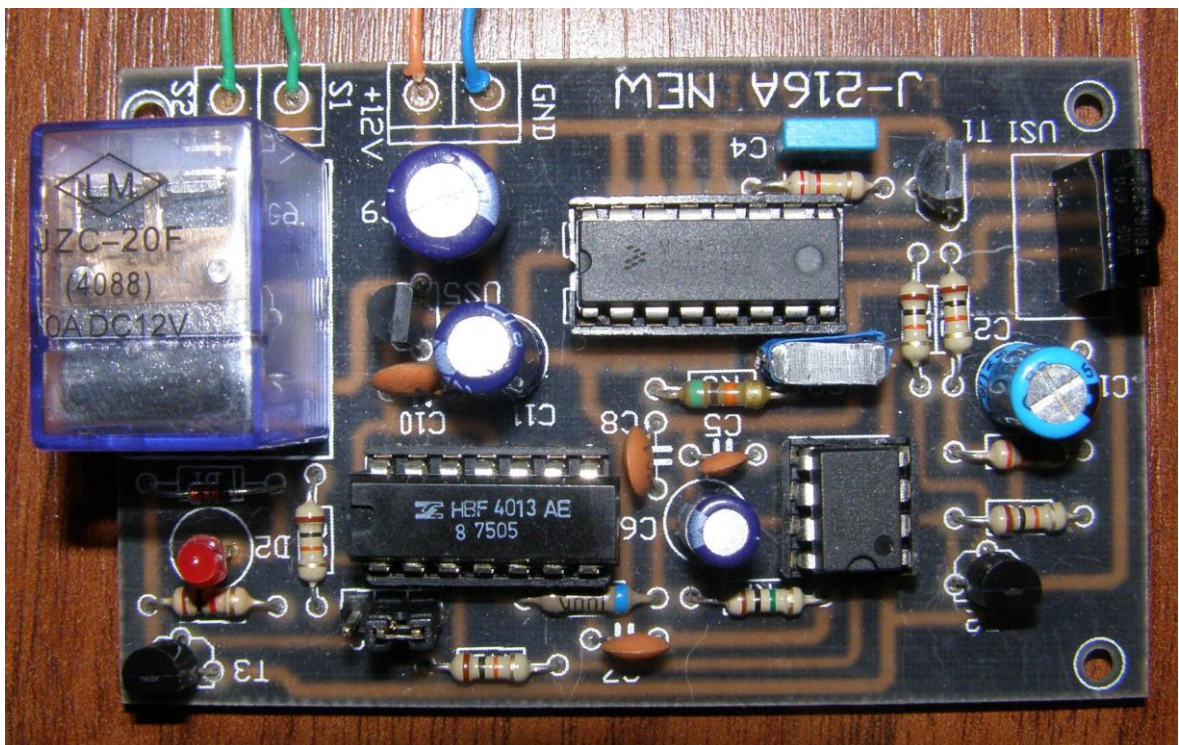
3.4 Vzhled a osazení desky plošných spojů

3.4.1 Vysílač



Obr. 15. Osazení kódovaného vysílače.

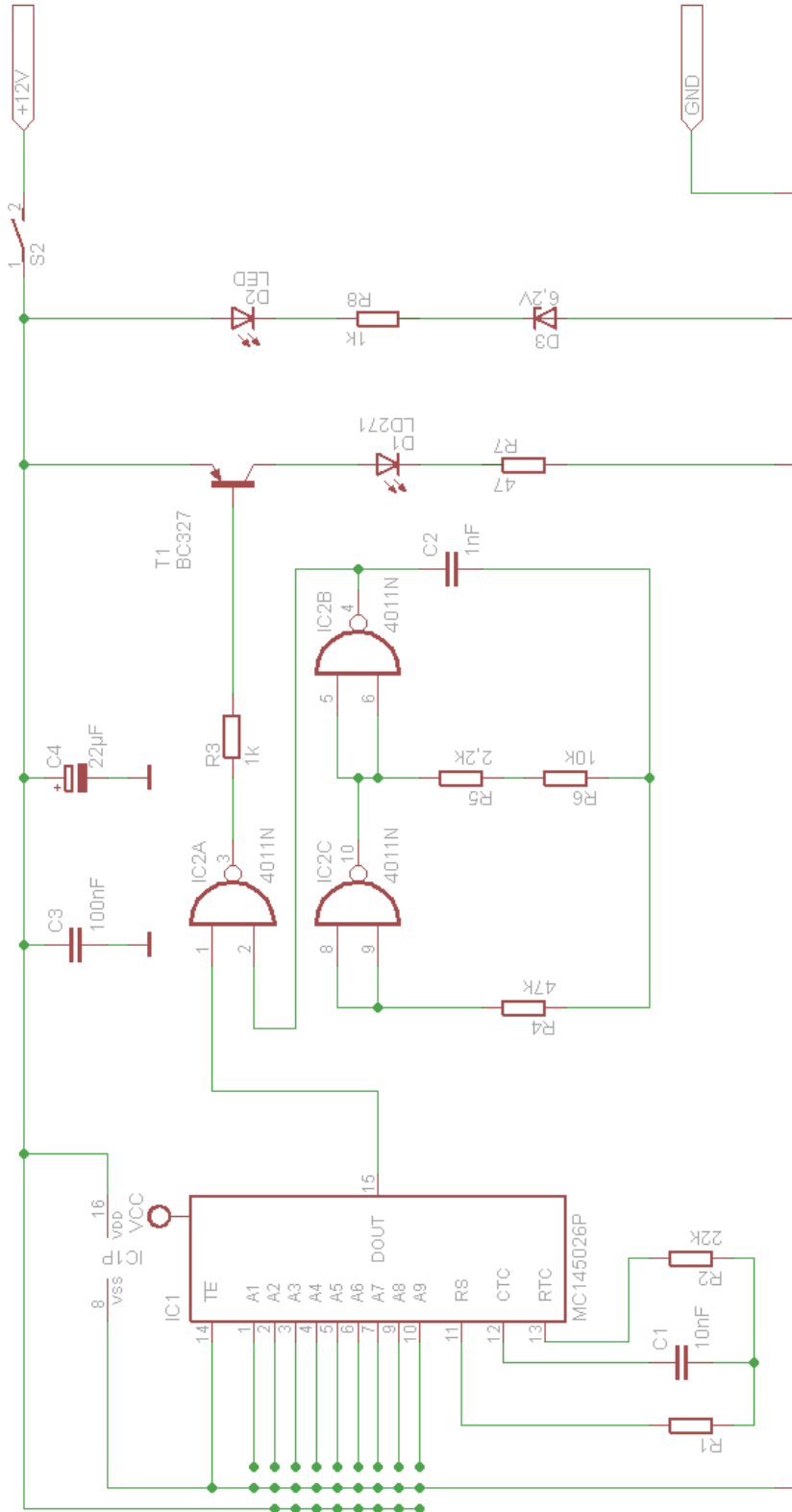
3.4.2 Přijímač



Obr. 16. Osazení kódovaného přijímače.

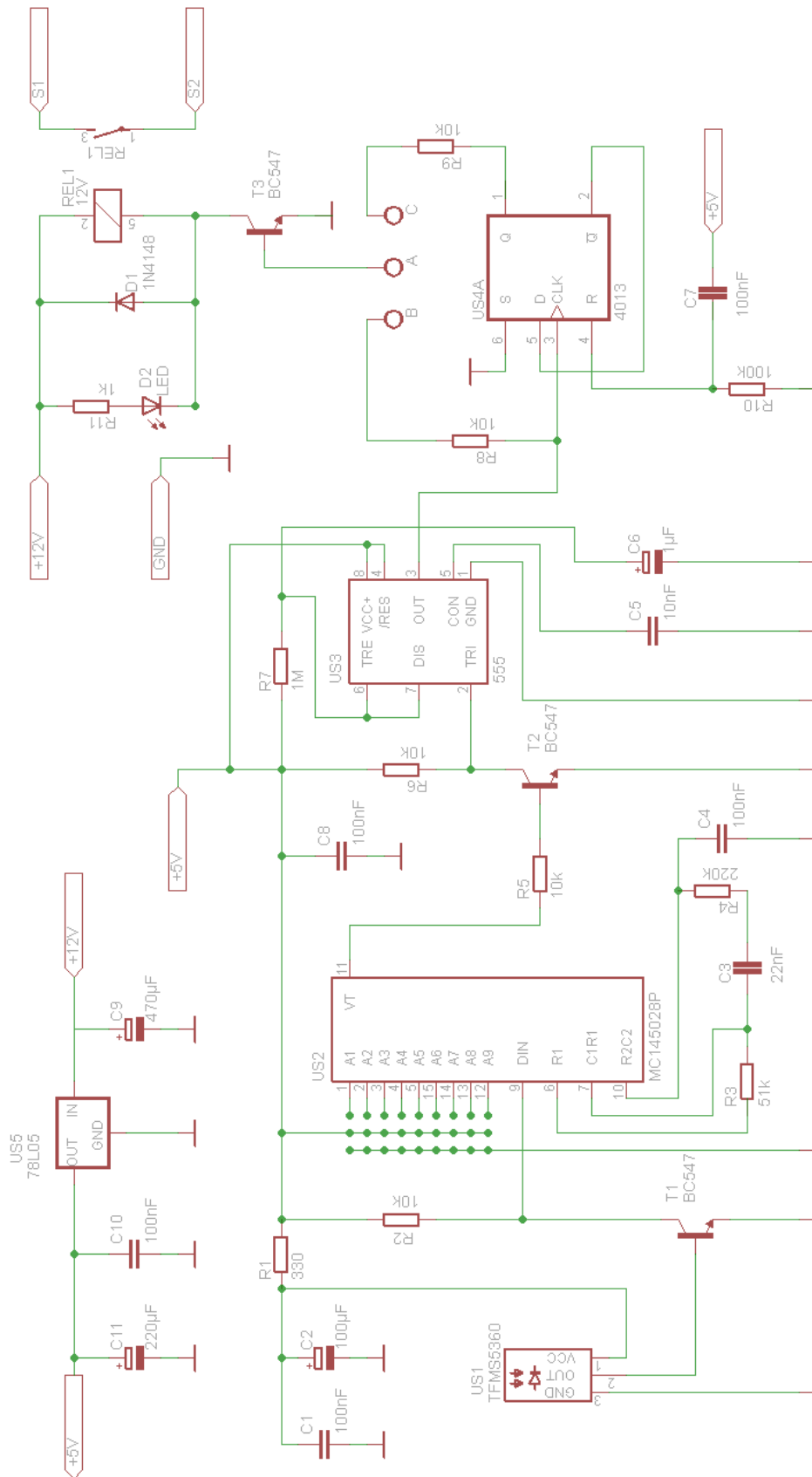
3.5 Elektronické schéma kódovaného vysílače a přijímače

3.5.1 Elektronické schéma kódovaného vysílače



Obr. 17. Schéma kódovaného vysílače [13].

3.5.2 Elektronické schéma kódovaného přijímače



Obr. 18. Schéma kódovaného přijímače [13].

4 DOSAH IČ PŘENOSU

Dosah IČ přenosových systémů ve volném prostoru je závislý na mnoha parametrech. Hlavními určujícími body jsou vlastnosti vysílací a přijímací jednotky. Vzdálenost přenosu je také ovlivněna více parametry, jako například intenzita okolního optického, nebo elektromagnetického rušení [9].

4.1 Výpočet přenosové vzdálenosti

Přenosovou vzdálenost lze v nejjednodušším případě vypočítat podle vztahu:

$$E_e = \frac{I_e}{d^2} \quad (1)$$

E_e je zářivý výkon,

I_e intenzita záření zdroje a

d přenosová vzdálenost

Pro výpočet potřebné intenzity záření zdroje v uzavřeném prostoru lze využít rovnici (2). Je nutné předpokládat, že jsou všechna místa v místnosti pokryta zářením zdroje. Ke správné funkci přenosu v kterékoliv části místnosti je nutné zajistit, aby všechna místa pokrývala alespoň minimální hodnota vyzářeného výkonu E_e potřebného pro použitý přijímač. Pro příkladový výpočet můžeme použít místnost čtvercového půdorysu o ploše 25m^2 a výšce $2,5\text{m}$. Jako přijímač použijeme TFMS 5360 s minimálním vyzařovacím výkonem uvedeným v rovnici (3).

$$S = 2 * S_p + 4 * a * v = 2 * 25 + 4 * \sqrt{25} * 2,5 = 100[\text{m}^2] \quad (2)$$

$$E_{e\min} = 0,35[\text{mW} / \text{m}^2] \quad (3)$$

$$I_{e\min} = E_{e\min} * S = 0,35 * 100 = 35[\text{mW}] \quad (4)$$

S-povrch tělesa

S_p- plocha místnosti

a-délka strany místnosti

v- výška místnosti

Ee- minimální hodnota vyzářeného výkonu pro TFMS5360

Ie- minimální potřebná intenzita záření zdroje

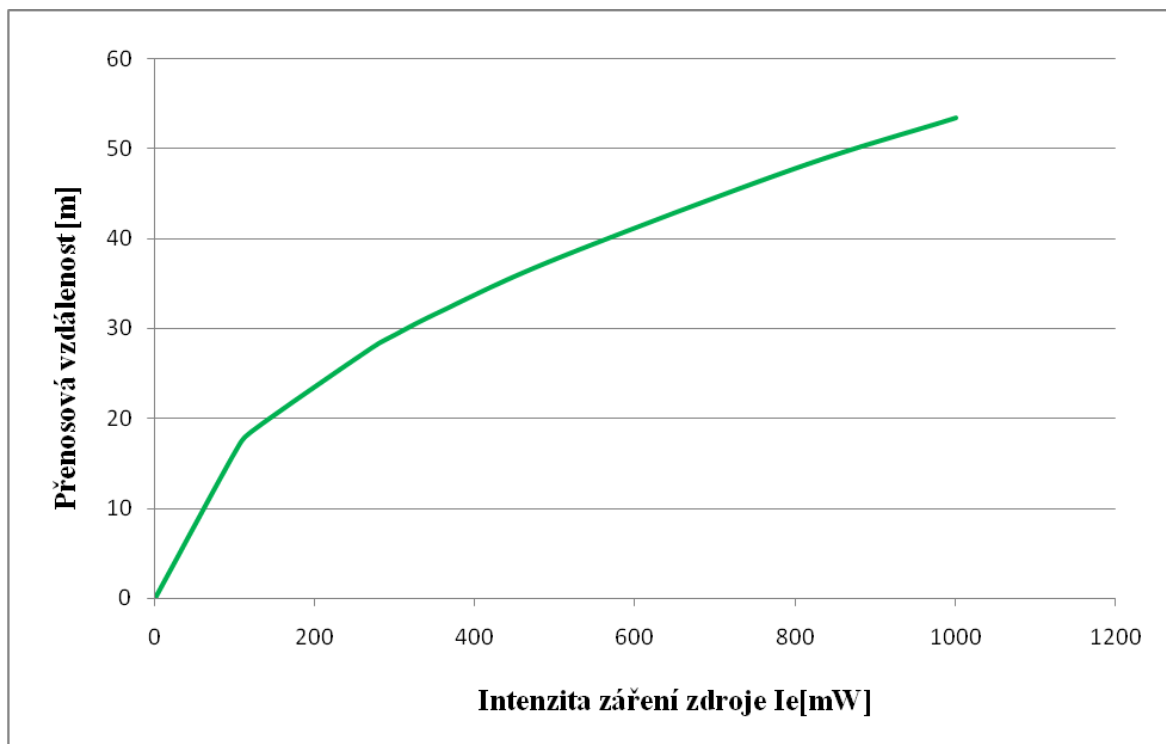
Hodnota této vypočtené intenzity záření zdroje v rovnici (4) platí pro přímou cestu z vysílače na přijímač. Pro nepřímou cestu musíme vzít v úvahu hodnotu odrazivosti záření od různých ploch jako například stěny místnosti, a taky musíme předpokládat, že na přenosové cestě dojde pouze k jednomu odrazu. Vypočtenou hodnotu intenzity záření zdroje v rovnici (4) je potřeba vydělit poměrnou hodnotou odrazivosti dané plochy.

4.2 Výpočet dosahu pro různé IR LED

| Zdroj IČ záření | Technologie výroby | Intenzita záření I_e [mW/sr] | | Vyzařovaný úhel φ [°] | Max. přenosová vzdálenost d [m] |
|-----------------|--------------------|--------------------------------|---------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| | | $I_f = 100$ [mA] | $I_f = 1$ [A] | | |
| LD 271 | GaAs | 15 | 100 | 25 | 16,3 |
| LD 274 | GaAs | 50 | 350 | 10 | 31,6 |
| TSAL 6100 | GaAs | 130 | 1000 | 10 | 53,4 |
| TSAL 6200 | GaAs | 60 | 500 | 17 | 37,7 |
| SFH 484 | GaAlAs | 50 | 800 | 8 | 47,8 |
| SFH 485 | GaAsAl | 160 | 300 | 20 | 29,3 |
| SFH 487 | GaAsAl | 12,5 | 270 | 20 | 27,8 |
| SFH 409-2 | GaAs | 10 | 120 | 20 | 18,5 |

Tab. 1. Srovnání vysílacích diod a jejich dosahu.

Následující graf znázorňuje závislost maximální přenosové vzdálenosti na intenzitě záření vysílače pro modul infračerveného přijímače TFMS 5360, který je použit v přijímači kódovaného IČ ovládání. Pro úroveň zářivého výkonu vysílače je zvolena hodnota $0,35\text{mW/m}^2$.



Graf 2. Závislost maximální přenosové vzdálenosti na intenzitě záření zdroje.

Pokud použijeme na vysílací straně například diodu LD274 buzenou pulsním proudem velikosti 1 A , dostaneme intenzitu záření 350mW/sr. Podle grafu 2 pak zjistíme maximální teoretickou přenosovou vzdálenost asi 32m.

4.3 Zhodnocení

Pokud známe intenzitu záření vysílače a citlivost přijímacího modulu, můžeme určit maximální možnou přenosovou vzdálenost. Hodnoty vzdálenosti získané výpočtem se však více či méně liší od naměřených díky rušivým vlivům okolního prostředí.

Měřením přenosové vzdálenosti v reálném prostředí jsme zjistili, že zářivý výkon se vzdáleností zmenšuje jen nepatrně, což je zapříčiněno odrazy od země a těles. Z toho plyne, že hodnoty vypočítané přenosové vzdálenosti jsou brány, jako horší varianta. Ve skutečnosti je dosah přenosu podstatně větší.

5 VYUŽITÍ KÓDOVANÉHO IČ DÁLKOVÉHO OVLÁDAČE V BEZPEČNOSTNÍCH TECHNOLOGIÍCH

Kódované dálkové ovladače jsou jednou z nejdůležitějších částí a součástí centrálního zamykání automobilů a alarmů. Kromě použití daného kódovaného IČ dálkového ovládání k centrálnímu zamykání lze ho ještě z pohledu bezpečnostních technologií využít k ovládání vjezdových bran, garážových vrat či závor. Toto zařízení je možné ovládat pouze vysílačem, se stejným zvoleným kódováním vysílání.

V bezpečnostních systémech jsou dálková ovládání používána zejména kvůli pohodlí, které poskytují uživateli. Při použití kódovaného DO pro centrální ovládání zámku automobilu však vidím velkou nevýhodu v možnosti napadení pomocí speciálních generátorů, které dokážou vygenerovat a vyslat na přijímač až miliony kombinací kódů. Renomovaní výrobci autoalarmů vybavili alarmy proti těmto pokusům novým způsobem ochrany - napodobit kód ovladače funkcí antiscan.

Hlavní uplatnění pro použitý kódovaného ovladače lze nalézt především v oblasti ovládání garážových vrat, závor, nebo vjezdových bran, či pouze ovládání osvětlení, k jejichž využití je daná konstrukce ovladače nejvhodnější.

Hlavním důvodem, proč používat IČ komunikace, je dostupnost kmitočtového spektra. Technologie je bezpečná, protože IČ záření neopouští zamýšlený dosah sítě. Kmitočtové pásmo může být znovu použito, nemusí se sdílet jako v rádiových sítích. Výhodou je také to, že IČ sítě nejsou regulovány.

6 SROVNÁNÍ KÓDOVANÉHO DÁLKOVÉHO OVLÁDÁNÍ

6.1 Dálkové ovládání 433,99MHz

Dané DO je zkonstruováno především pro pojezd výtahu při jeho montáži. Na výstupu přijímače jsou 4 relé a tak je možné jej využít téměř na cokoliv. Základními částmi DO jsou integrované obvody pro kódovaná dálková ovládání MC145026 (vysílač) a MC145027 (přijímač). O přenos informací se starají moduly TX-SAW433 a RX-BC-NBK433 nalažené již z výroby a fungují spolehlivě na první zapojení. Dosah těchto modulů by měl být na volném prostranství 1km (a při použití směrové antény dokonce až 2km). Ovládání je čtyřkanálové, zvládá stisk více tlačítek najednou, relé na výstupu je sepnuté jen při stisku vysílacího tlačítka [14].

6.2 Vysílač

Řídícími obvody vysílače jsou především enkodér MC145026 a modul vysílače TX-SAW433. Spotřeba vysílače v klidu je téměř nulová pohybuje se kolem 300nA. Při stisku kteréhokoliv z tlačítek je na vstup IO MC145026 přivedena log. 0, tím je aktivováno vysílání. Při zmáčknutí tlačítka se také rozsvítí LED D5 a přivede přes tranzistor T1 napájení na vysílač TX1. Adresa, která musí být shodná s přijímačem, se nastavuje na zkratovací liště pomocí jumperů. Pro nastavení frekvence RC oscilátoru je nutné vhodně zvolit kombinaci součástek R1, R2, C6. Vysílač je možno napájet buď přímo z 9V baterie, ale stačí pouze napájení o velikosti 3V(2 AAA baterie). Což je také spodní mez při, které vysílač pracuje [14].

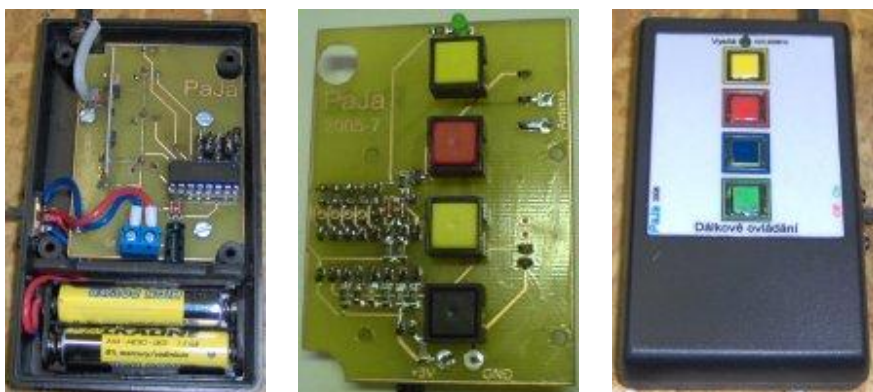
6.3 Přijímač

Vstupní napájecí napětí +-12V je pomocí IO2 7805 stabilizováno na 5V, jímž je napájen celý přijímací obvod. Přijatý signál z modulu RX-BC-NBK433 je vyhodnocen v IO MC145027. Kódování musí být nastaveno stejně jak na straně vysílače, tak i na straně přijímače. Pokud má vyslaný signál shodu s nastaveným na přijímači je aktivován výstup VT IO1, který sepne T5 a zároveň rozsvítí led D1. Ve stejnou dobu je sepnut příslušný tranzistor a tím i dané relé, jehož sepnutí indikuje led D5 ažD9. IO1si pamatuje poslední stavy na svých výstupech i po přerušení vysílání, proto je použit tranzistoru T5, který zajistí,

aby relé bylo sepnuto jen v okamžiku stisknutí tlačítka vysílače. V případě potřeby aby relé zůstalo sepnuto do dalšího stisku, je nutné odpájet tranzistor T5 a propojit společný vývod relé s Gnd. Pro indikaci příjmu by bylo vhodné zapojit katodu D1 na výstupní signál VT [14].

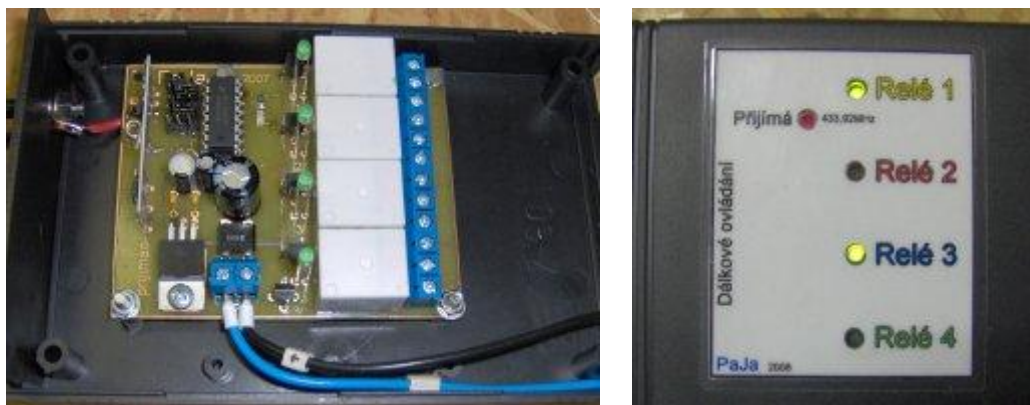
6.4 Vzhled desky plošných spojů

6.4.1 Vysílač



Obr. 19. Vysílač dálkového ovládání 433,99MHz [14].

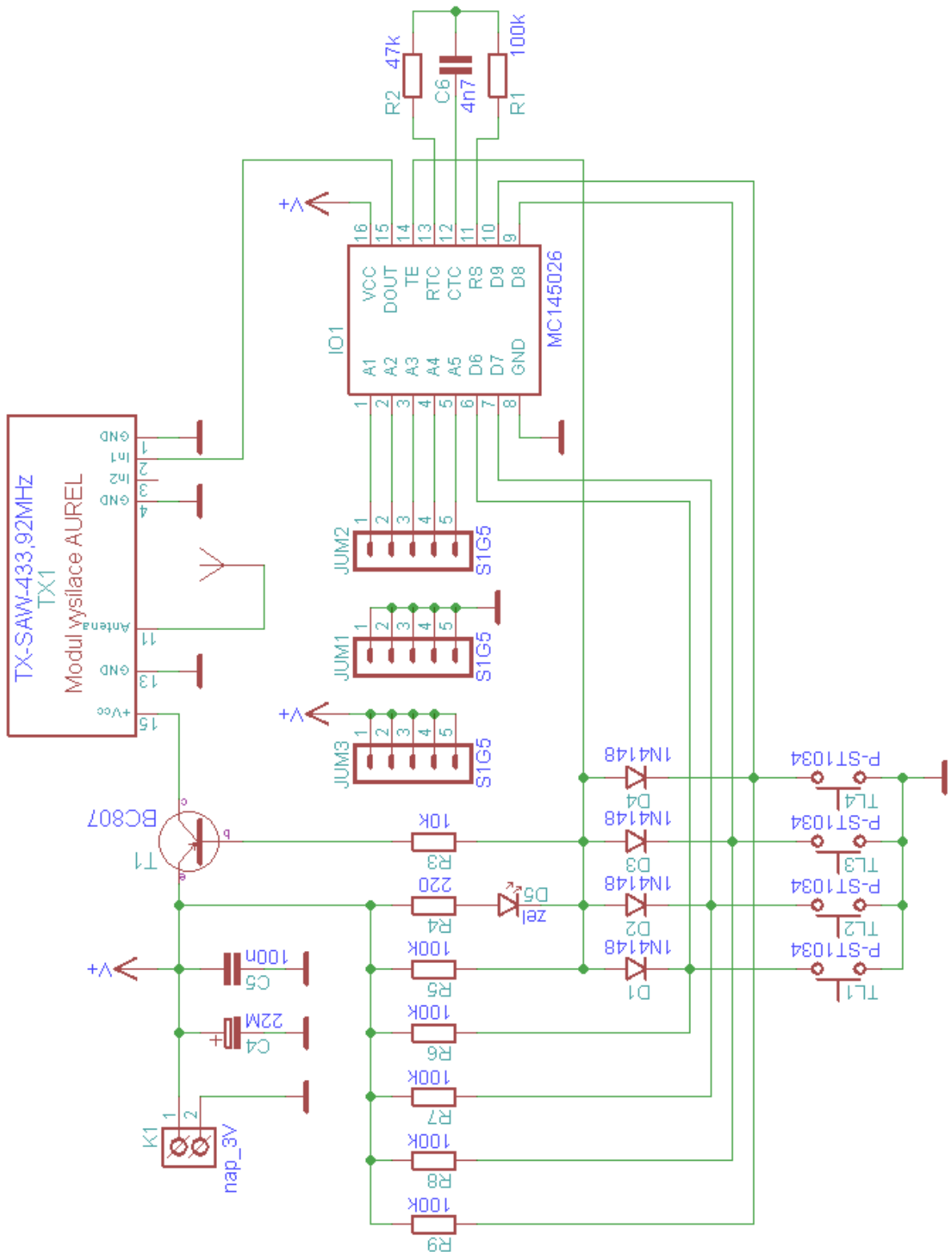
6.4.2 Přijímač



Obr. 20. Přijímač dálkového ovládání 433,99MHz [14].

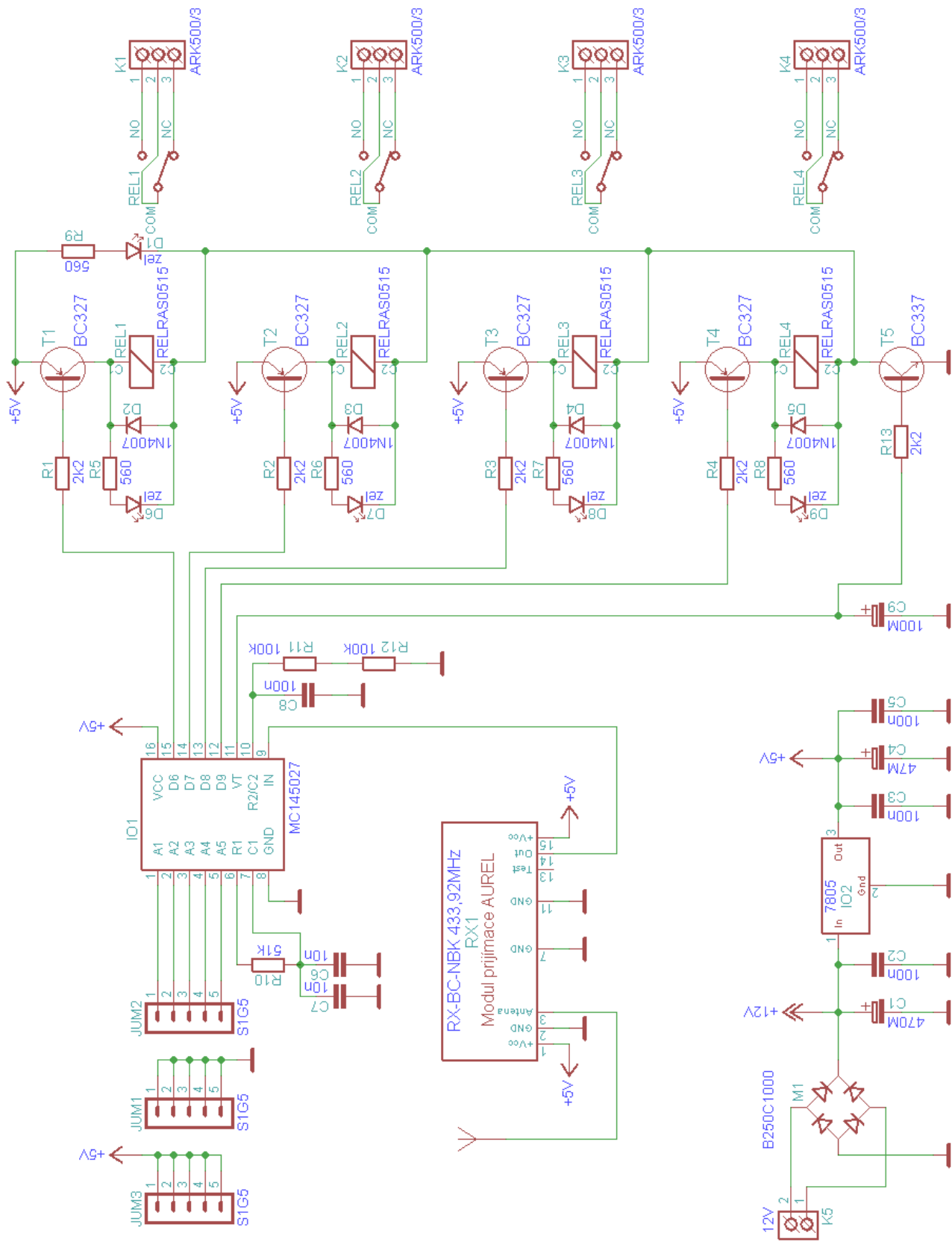
6.5 Elektronická schémata zapojení

6.5.1 Vysílač



Obr. 21. Schéma zapojení kódovaného dálkového ovládání 433,99MHz [14].

6.5.2 Přijímač



Obr. 22. Schéma přijímače dálkového ovládání 433,99MHz [14].

ZÁVĚR

Práce je zaměřena na popis systému kódování IČ záření a využívaných přenosových protokolů. V praktické části bylo mým úkolem zprovoznit kódovaný dálkový ovladač a ověřit jeho dosah a funkční stavy. Poté jsem navrhl různé možnosti využití daného ovladače v bezpečnostních technologiích. Zkonstruovaný ovladač jsem následně porovnal s existujícím ovladačem fungujícím na systému rádiového přenosu dat.

Při celkovém zhodnocení práce mohu říci, že dané ovládání má sice spoustu výhod, ale i některé nedostatky, které brání širšímu využití tohoto systému ovládání.

Hlavní nedostatek IČ přenosu je zejména v krátkém dosahu dálkového přenosu mezi vysílací a přijímací částí.

V některých oblastech určitě bude i nadále tento způsob využíván pro nemožnost využití rádiového vysílání kvůli rušivým vlivům, které znemožňují rádiovou komunikaci. Jinak si myslím, že další vývoj v oblasti dálkového ovládání se bude i nadále ubírat spíše směrem k řízení ovladačů rádiovým vysíláním.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

The work is focused on the description of encoding system of infrared radiation and used transmission protocols. In the practical part my task is to get coded driver and verify the range and functional status. Then I suggested various possibilities of using the drivers in security technologies. Consequently I compare the constructed driver with the existing driver running on a radio transmission of data.

In the overall assessment of the work I must say that although the operation has many advantages but also some imperfections that blockade the wider usage of this system operating.

Major shortage of infrared transmission is especially in the short-range transmission distance between transmitter and receiver sections.

Certainly in some areas it will continue to be used this method because of the inability of the usage of radio broadcasts which make impossible radio communication. Otherwise. I think that further development in the field of drivers will continue to move more toward to control drivers by radio broadcasting.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ŠÁRA, Zdeněk. *Hw.cz* [online]. 04. 03. 1999 [cit. 2010-03-02]. Normy pro IR datový přenos. Dostupné z WWW: <http://hw.cz/docs/ir_prenos/ir_protokoly.html>.
- [2] MYSLÍK, Vladimír. *Hw.cz* [online]. 13. 10. 1998 [cit. 2010-03-02]. IrDa - Kompletní popis. Dostupné z WWW: <http://hw.cz/docs/irda/irda_uvod.html>.
- [3] KOMRSKA, Jiří; OBDRŽÁLEK, Jan; DUB, Petr. *Fyzika : Elektromagnetické vlny - Optika - Relativita*. Část 4. Vysoké učení technické v Brně : Vutium a Prometheus, 2000. 890-1032 s. ISBN 8021418680.
- [4] *CSNORMY* [online]. 01. 04. 1999 [cit. 2010-03-04]. ČSN EN 61603-1 . Dostupné z WWW: <<http://www.csnormy.cz/norma/27335>>.
- [5] OLMR, Vít. *Hw.cz* [online]. 12. 12. 2005 [cit. 2010-03-09]. Rozhraní IrDA. Dostupné z WWW: <http://hw.cz/rs-232#irda_spec>.
- [6] ZOUZALÍK, Marek. *21. století* [online]. 21. 01. 2005 [cit. 2010-03-09]. Letem světem bez drátů. Dostupné z WWW: <<http://www.21stoleti.cz/view.php?cislocianku=2005012111>>.
- [7] KURC, Jiří. *Katedra informatiky a výpočetní techniky* [online]. 2004 [cit. 2010-03-09]. IrDA. Dostupné z WWW: <<http://www.kiv.zcu.cz/~simekm/vyuka/pd/zapocety-2004/pan-kurc/irda.html>>.
- [8] *Infrared data association* [online]. 2008 [cit. 2010-03-11]. Developers. Dostupné z WWW: <<http://www.irda.org/displaycommon.cfm?an=1&subarticlenbr=7>>.
- [9] ŠÁRA, Zdeněk. *Hw.cz* [online]. 17. 12. 1998 [cit. 2010-03-11]. Teorie datového IR přenosu. Dostupné z WWW: <http://hw.cz/docs/ir_prenos/ir_prenos.html>.
- [10] NOVÁK, David. *YDD* [online]. 2006 [cit. 2010-03-17]. IrSimple - infraport vstává z mrtvých. Dostupné z WWW: <http://www.ydd.cz/index.php?page=novinky&page_count=10&strana=5>.
- [11] *MCUhobby.cz* [online]. 10. 11. 2009 [cit. 2010-03-04]. Ovládání relé pomocí dálkového ovladače s kódem RC5. Dostupné z WWW:

<<http://www.mcu hobby.cz/2009/11/ovladani-rele-pomoci-dalkoveho-ovladace-s-kodem-rc5/comment-page-1/>>.

[12] JANSEN, Horst; ROTTER, Heinrich. *Informační a telekomunikační technika*. Praha : Sobotáles, 2004. 399 s. ISBN 80-86706-08-7.

[13] *Eagle online* [online]. 2001 [cit. 2010-04-08]. Cad Soft. Dostupné z WWW: <<http://www.eagle.cz/download.htm>>.

[14] *Dálkové ovládání 433,92MHz* [online]. 24. 06. 2006, 01. 05. 2008 [cit. 2010-04-13]. Pája. Dostupné z WWW: <http://paja-trb.unas.cz/elektronika/konstrukce/dalkove_ovladani_433.html>.

[15] *Canada Centre for Remote Sensing* [online]. 21. 11. 2005 [cit. 2010-04-18]. Natural Resources Canada. Dostupné z WWW: <http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/glossary/index_e.php?id=3104>.

[16] *Elektromagnetické spektrum* [online]. 2007 [cit. 2010-04-18]. Madico. Dostupné z WWW: <<http://madico.cz/slovnicek-pojmu/elektromagneticke-spektrum/>>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

| | |
|------|--|
| IrDA | Infrared Data Association |
| EDR | Enhanced Data Rate |
| WiFi | Wireless Fidelity |
| IEC | International Electrotechnical Commission |
| IČ | Infra Červený |
| FSK | Frequency Shift Keying |
| RFID | Radio Frequency IDentification |
| DO | Dálkové Ovládání |
| RC | Resource Code |
| NEC | Nippon Electric Corporation |
| LED | Light Emitting Diode |
| OSI | Open Systems Interconnection |
| ISO | International Organization Standardization |
| LAP | Link Access Protocol |
| ID | IDentification |
| LMP | Link Management Protocol |
| MUX | Multiplexer |
| IAS | Information Access Service |
| OBEX | OBject EXchange protokol |
| TP | Transport Protocol |
| VFIR | Very Fast InfraRed |
| UFIR | Ultra Fast InfraRed |
| DPS | Deska Plošných Spojů |

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|--|----|
| Obr. 1. Elektromagnetická vlna [15]. | 11 |
| Obr. 2. Spektrum elektromagnetických vln [16]. | 12 |
| Obr. 3. Pulsní modulace [1]. | 15 |
| Obr. 4. FSK modulace [1]. | 16 |
| Obr. 5. Bi-phase modulace [1]. | 16 |
| Obr. 6. Pulsně šířková modulace [1]. | 17 |
| Obr. 7. Protokol RC-5 s příkladem datového rámce [11]. | 18 |
| Obr. 8. NEC protokol s příkladem datového rámce [1]. | 19 |
| Obr. 9. OSI model [7]. | 20 |
| Obr. 10. Formát IrDA přenosu [2]. | 21 |
| Obr. 11. Složení paketu IrDA s popisem [2]. | 22 |
| Obr. 12. Příklad 4PPM modulace [2]. | 22 |
| Obr. 13. Blokové schéma kódovaného vysílače. | 29 |
| Obr. 14. Blokové schéma kódovaného přijímače. | 30 |
| Obr. 15. Osazení kódovaného vysílače. | 31 |
| Obr. 16. Osazení kódovaného přijímače. | 31 |
| Obr. 17. Schéma kódovaného vysílače [13]. | 32 |
| Obr. 18. Schéma kódovaného přijímače [13]. | 33 |
| Obr. 19. Vysílač dálkového ovládání 433,99MHz [14]. | 39 |
| Obr. 20. Přijímač dálkového ovládání 433,99MHz [14]. | 39 |
| Obr. 21. Schéma zapojení kódovaného dálkového ovládání 433,99MHz [14]. | 40 |
| Obr. 22. Schéma přijímače dálkového ovládání 433,99MHz [14]. | 41 |

SEZNAM GRAFŮ

| | |
|--|----|
| Graf 1. Spektrum vyzařování různých zdrojů a spektrální citlivost detektorů [9]..... | 27 |
| Graf 2. Závislost maximální přenosové vzdálenosti na intenzitě záření zdroje. | 36 |

SEZNAM TABULEK

| | |
|--|----|
| Tab. 1. Srovnání vysílacích diod a jejich dosahu. | 35 |
|--|----|

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I: SEZNAM SOUČÁSTEK PRO IČ VYSÍLAČ

PŘÍLOHA P II: SEZNAM SOUČÁSTEK PRO IČ PŘIJÍMAČ

PŘÍLOHA P I: SEZNAM SOUČÁSTEK PRO IČ VYSÍLAČ

| Označení | Hodnota | Typ | Popis | Množství |
|------------------|---------------|----------------|-------------------|----------|
| US1 | Kodér | MC145026 | Integrovaný obvod | 1ks |
| US2 | | 4011 | Integrovaný obvod | 1ks |
| D1 | 950nm | LD271 | IČ dioda | 1ks |
| D2 | | 5mm | LED dioda červená | 1ks |
| D3 | 6,2V | | Zenerova dioda | 1ks |
| T1 | | BC327 | Tranzistor PNP | 1ks |
| C1 | 10nF | Keramický | Kondenzátor | 1ks |
| C2 | 1nF | Keramický | Kondenzátor | 1ks |
| C3 | 100nF | Keramický | Kondenzátor | 1ks |
| C4 | 22 μ F | Elektrolytický | Kondenzátor | 1ks |
| R1 | 41k Ω | Uhlíkový | Rezistor | 1ks |
| R2 | 22k Ω | Uhlíkový | Rezistor | 1ks |
| R3, R8 | 1k Ω | Uhlíkový | Rezistor | 2ks |
| R4 | 47k Ω | Uhlíkový | Rezistor | 1ks |
| R5 | 2,2k Ω | Uhlíkový | Rezistor | 1ks |
| R6 | 10k Ω | Uhlíkový | Rezistor | 1ks |
| R7 | 47 Ω | Uhlíkový | Rezistor | 1ks |
| SW1 | 10mm | | Tlačítko | 1ks |
| Krabička | | KM14 | Plastová krabička | 1ks |
| Kontakty baterií | | | | 2ks |
| DPS | | | Plošný spoj | 1ks |

PŘÍLOHA P II: SEZNAM SOUČÁSTEK PRO IČ PŘIJÍMAČ

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