

# **Středoškolská odborná činnost 2006/2007**

Obor 10 – elektrotechnika, elektronika, telekomunikace a technická informatika

## **RONJA – optické pojítka**

Autoři:

**Antonín Slováček, Petr Severa**  
SPŠE, Kounicova 16,  
611 00 Brno, 4. ročník

Konzultant práce:

**Ing. Jaroslav Nesvadba CSc.**  
SPŠE, Brno

**Brno, 2007**  
Jihomoravský kraj

Prohlašujeme tímto, že jsme soutěžní práci vypracovali samostatně pod vedením  
Ing. Jaroslava Nesvadby CSc. a uvedli v seznamu literatury veškerou použitou literaturu a  
další informační zdroje včetně internetu.

Ve Brně dne:

---

vlastnoruční podpis autorů

1. Obsah
2. Zadání
3. Úvod
4. RONJA
  - 4.1 Specifikace zařízení
  - 4.2 Blokové schéma
  - 4.3 Výhody a nevýhody
  - 4.4 Srovnání s WiFi
5. Funkce
  - 5.1 Rozhraní
    - 5.1.1 Popis zapojení
    - 5.1.3 Ukazatel síly signálu
  - 5.2 Vysílací modul
  - 5.3 Přijímací modul
6. Schéma
  - 6.1 Rozhraní
  - 6.2 Vysílacího modulu
  - 6.3 Přijímacího modulu
7. Předloha plošného spoje pro rozhraní
8. Osazovací výkres pro rozhraní
9. Rozpisky elektronických součástek
  - 9.1 Rozhraní
  - 9.2 Vysílacího modulu
  - 9.3 Přijímacího modulu
10. Popis mechanické konstrukce
11. Technické výkresy mechaniky
12. Rozpiska mechaniky
13. Měření průběhu signálu
14. Závěr
15. Seznam zdrojů informací
16. Poděkování

## **2. Zadání**

Vyrobít, zprovoznit a popsat funkci bezdrátového optického pojítka RONJA dle návrhu Twibright Labs. Domovská stránka projektu <http://ronja.twibright.com>

### 3. Úvod

Již při vzniku prvních počítačů se naskytla myšlenka jednotlivé počítače navzájem propojovat, sdílet data, a tím umožnit snadný přístup k informacím. Počítače se začaly propojovat za pomoci metalických kabelů, postupem času i pomocí optických vláken. Vývoj šel stále dopředu a na trhu se objevily bezdrátové technologie. Všechny tyto možnosti propojení počítačů mají svoje výhody i nevýhody (např. snadnost realizace, cena...).

Jednou z nejožehavějších otázek je „Jak si vytvořit malou komunitní síť“. Na první pohled tato otázka vypadá velice jednoduše, ale ne vždy to musí být tak jednoduché. Propojit počítače na vzdálenost desítek či stovek metrů kabelem, mnohdy přes zahrady či ulice? Použít bezdrátové technologie (WiFi)? Takle řešení nejsou v dnešní době zdaleka tak jednoduché. Hlavně ve větších městech je WiFi sítí mnoho a legislativně volných frekvenčních pásem příliš málo. Což znamená, že se spojení nemusí podařit navázat, či bude nestabilní a nespolehlivé. Existuje ještě jiná možnost jak takovou síť realizovat. Zařízení pracující s optickým paprskem, který však není šířen optickým kabelem, ale vodičem je vzduch. Tato technologie je nazývána FSO (Free Space Optics), pracující na stejném principu jako optické vlákno s tím rozdílem, že přenosovým médiem je volná atmosféra. Zjednodušeně se dá říct, že tato technologie si najde místo všude tam, kde potřebujeme dosahovat vysoké rychlosti pokud je problematické instalovat kabelové vedení mezi jednotlivými lokalitami. Profesionální řešení vyjde na desítky až statisíce korun, jelikož zdrojem světla je laser, který je nebezpečný očím a jeho používání je legislativně upraveno. Proto toto zařízení musí splňovat velké množství bezpečnostních kritérií, které se následně projeví na ceně zařízení. Existuje však zařízení zvané RONJA (Reasonable Optical Near Joint Access), které používá za zdroj světelného signálu LED diodu, jejíž používání není tak přísně omezeno.



Obr. 1 – Profesionální laserové pojítko

#### 4. RONJA (Reasonable Optical Near Joint Access)

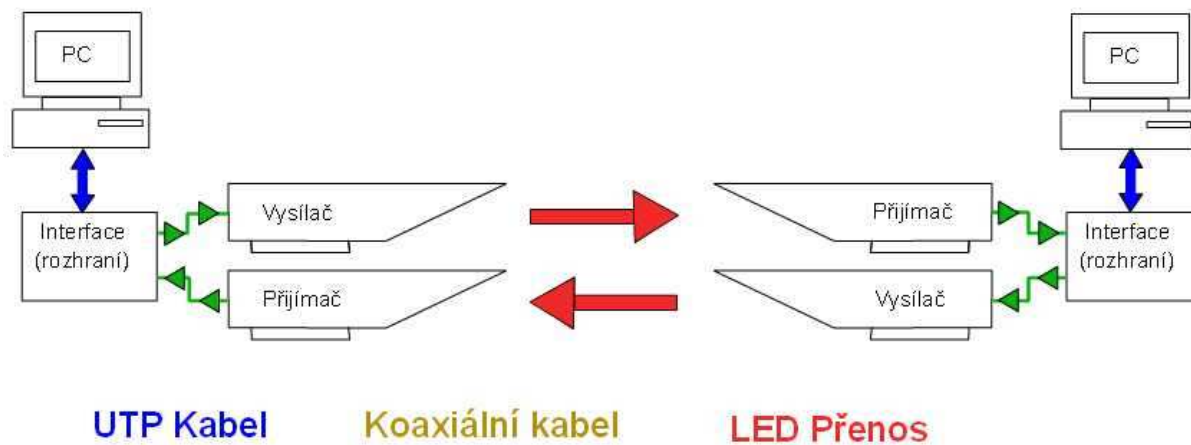
RONJA je projekt optického bezdrátového spoje realizovaného viditelným červeným světlem. Umožňuje spojení mezi dvěma body (point-to-point) na vzdálenost až 1,4km. Zařízení pracuje stabilně s rychlostí přenosu 10 Mbps. Jelikož vysílač a přijímač jsou dvě oddělené části, RONJA pracuje v režimu FD (Full-Duplex), což znamená, že je schopna vysílat a přijímat signál v jednom časovém okamžiku. Na druhou stranu nemá funkci auto-negotiation, takže se zařízeními, které nejdou „na tvrdo“ nastavit do režimu FD, pracuje pouze v režimu HD (Half-Duplex).

##### 4.1 Specifikace zařízení

Rychlost přenosu dat	10 Mbps
Typ přenosu	Full-Duplex, podporuje i Half-Duplex
Jmenovitý dosah	1,4 km při použití 130mm čoček
Minimální pracovní vzdálenost	1/15 jmenovitého dosahu (lze snížit jednoduchou úpravou optického přijímače)
Datové rozhraní	spojení přes konektor RJ-45, rozhraní IEEE 802.3, UTP
Napájení, spotřeba	12 VDC, odběr cca 300 mA; < 4 W
Pracovní vlnová délka	viditelná, 625 nm = červeno-oranžová
Optická výkon	cca 17 mW
Pracovní teploty	Venkovní části -30° až 70°C; vnitřní část 0° až 50°C
Požadovaná viditelnost	4 km pro jmenovitý dosah
Indikační LED	napájení, příjem dat, odesílání dat
Zaměřování	vizuální, odrazem světla a měřením síly přijímaného signálu

## 4.2 Blokové schéma:

Blokové schéma naznačuje propojení jednotlivých bloků optického pojítka RONJA.



Obr. 2 – Blokové schéma zapojení

## 4.3 Výhody, nevýhody:

### Výhody:

- Největší výhodou projektu RONJA je bezesporu režim Full-duplex, který umožňuje vysílat přijímat data ve stejném okamžiku.
- Díky přesnému směřování je téměř nemožný odposlech.
- Provoz nezávisle na dostupnosti volných rádiových pásem.
- Minimální spotřeba el. energie
- Nízká latence (virtuálně „nulová“ )

### Nevýhody:

- Nutnost přímé viditelnosti!
- Lze vytvořit pouze spoj point-po-point
- Závislost na atmosferických podmínkách (mlha-příliš velký útlum signálu => ztráta spojení)
- Kvalitní upevnění je velice důležité k přesnému zaměření a spolehlivému chodu
- Přenosová rychlost „pouze“ 10 Mbps vyplývá z použitého zdroje světla - LED diody

#### 4.2 Srovnání s WiFi:

Ronja	WiFi
<p><b>VÝHODY RONJI</b> - Největší její výhodou je za každých okolností (kromě značně snížené viditelnosti) neměnná přenosová rychlost 10 Mb/s. Data procházejí s velmi nízkými latenčními dobami. Provoz je na rozdíl od wi-fi nezávislý na dostupnosti volných frekvenčních rozsahů. Zařízení je kompatibilní s ethernetovými síťovými prvky, funguje jako „media konvertor“: UTP &lt;--&gt; FSO. Do síťové karty nebo switchu se připojuje pomocí běžného konektoru RJ-45.</p> <p><b>NEVÝHODY RONJI</b> - Optický přenos může přerušit mnoho věcí, jako je mlha, silné sněžení nebo déšť. RONJA musí mít mezi svými body přímou viditelnost bez překážek a je velmi složitá na výrobu.</p>	<p><b>VÝHODY Wi-fi</b> - Má jednoduchou instalaci a je téměř bezúdržbové. Je-li dané frekvenční pásmo (2,4 GHz) nezahlučené, spojení je spolehlivé.</p> <p><b>NEVÝHODY Wi-fi</b> - Norma 802.11b udává, maximální přenosovou rychlost 11 Mb/s, ale ta je v praxi velmi závislá na (ne)obsazenosti pásma 2,4 GHz. Ve velkých městech už velmi často není možné další wi-fi spoje budovat, aniž by došlo k rušení stávajících instalací. To vede uživatele i poskytovatele připojení k přechodu na jiné technologie, např. rádiová spojení v pásmech 5 GHz.</p>



Obr. 3 – RONJA při testování na chodbě SPŠE



## 5. Funkce

### 5.1 Rozhraní

Rozhraní má tu nejdůležitější funkci v celém zapojení. Slouží k úpravě symetrického signálu, který je přiváděn ze síťové karty na signál nesymetrický a naopak. Dále pak zpracovává a připravuje signál na modulaci na světelný paprsek. Celé rozhraní můžeme rozdělit na dvě pomyslné části. Na **vysílací** a **přijímací**. Napájení je pro obě části společné. Ze zdroje se převádí ss napětí 12 V a integrovaný stabilizátor 7805 jej stabilizuje na 5 V které je použito pro napájení celého zapojení.



Obr 4. – Osazený plošný spoj rozhraní

**a) Vysílací část** - má za úkol převést symetrický signál síťové karty na nesymetrický, který může být dále zpracován logickými obvody v dalších částech zapojení. Dále pak generuje 1MHz ochranný signál, který je vysílán jako „vycpávka“, když neprocházejí data. V případě, že by bylo vysíláno „ticho“, mohlo by v přijímači protistanice dojít k zesílení světelného šumu a k jeho odeslání do dalších částí zařízení.

**b) Přijímací část** - data vystupují z modulu přijímače, který je umístěn v optické hlavě. Přijímací část rozhraní musí vyhodnotit, zda přijímaný signál jsou data či 1MHz „vycpávka“. Na závěr je signál upraven zpět na symetrický tak, aby mohl být korektně zpracován síťovou kartou PC.

### 5.1.1 Popis zapojení

#### a) Vysílací část

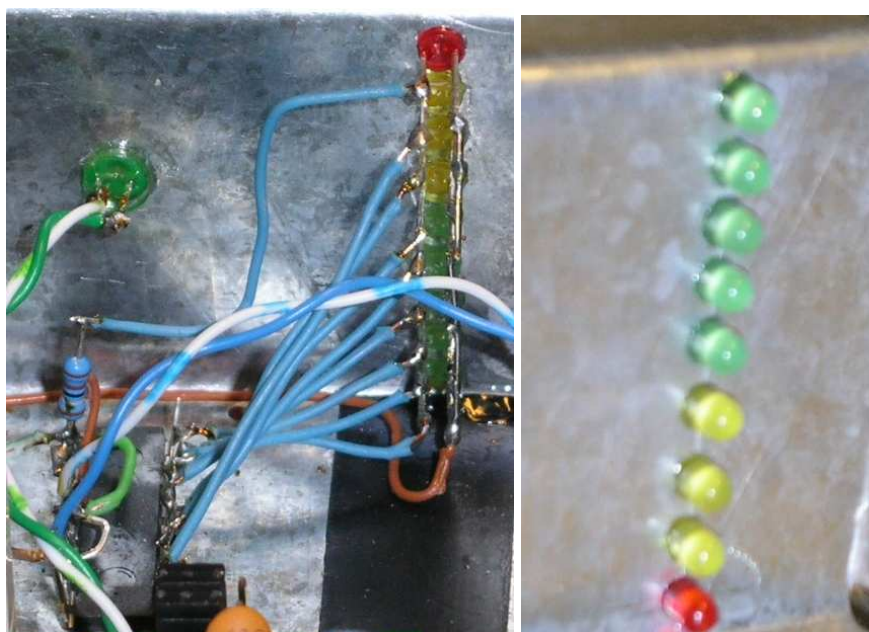
Z počítače vstupuje signál na vstupní přepínač který umožňuje měnit zapojení kabelu na přímý, křížený a zpětnou testovací smyčku, aniž bychom museli složitě měnit konektor RJ-45. Symetrický signál je převeden na signál nesymetrický komparátorem U62. Nyní je signál optimalizován pro použití TTL logiky, což znamená na dvě úrovně 0V a 5V. Signál dále vstupuje do soustavy tří serio-paralelních posuvných registrů U63, U64 a U65 které mají posoudit jestli počítač právě vysílá nějaká data. Z tohoto bloku je vyvedena i LED dioda D59 indikující vysílání dat. Součástí vysílací části je také 16MHz krystalový oscilátor U69 a klopný obvod U59 typu D, který je použit jako dělička signálu na 1 MHz. Když procházejí data, je tento klopný obvod neustále resetován. Soustava logických obvodů U54 a U56 rozhoduje o tom, zda do modulu vysílače pustí data či 1MHz vycpávku.

**b) Příjímací část** - Signál vstupuje z modulu přijímače na komparátor U62, kde je upraven do podoby vhodné pro TTL logiku. Dále vstupuje do soustavy dvou serio-paralelních posuvných registrů U51 a U53, které zjišťují průchod dat a zároveň odstraňují 1MHz vycpávku. Také restartují dvě čítačky, které, když běží, nedovolí průchod signálu do síťové karty. Při průchodu dat svítí LED dioda D53. Soustava rozhodovacích logických obvodů U54 a U55 směruje signál na obvod U58, což je obvod DS26LS32 určený pro korekci signálu, který dokáže zpracovat síťová karta. Z něj jde signál na výstupní přepínač, který umožňuje v případě potřeby měnit mezi přímým a kříženým zapojením kabelu, aniž bychom museli složitě vyměňovat konektor RJ-45.

### 5.1.2 Ukazatel síly signálu

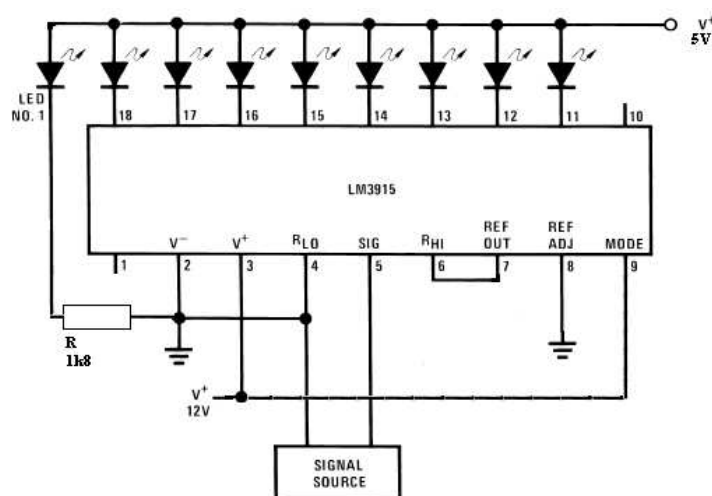
Možnost kontrolovat intenzitu a kvalitu přijímaného signálu je důležité u všech typů (nejen) bezdrátových sítí. Je to základní předpoklad pro řešení problémů s nefunkčním nebo poruchovým spojením. U radiových sítí typu Wi-Fi má uživatel možnost sledovat kvalitu přijímaného signálu pomocí dodaného software. RONJA má na měření síly přijímaného signálu tzv. RSSI výstup (Received Signal Strength Indicator), který je vyveden z přijímacího modulu. RSSI je používáno k zaměření spoje (viz. Příjímací modul).

Původní projekt RONJA neposkytuje uživateli žádnou možnost, jak pohodlně a rychle ověřit sílu přijímaného signálu. Proto jsme se rozhodli, že uživateli tuto možnost zprostředkujeme. Zvolili jsme sloupec barevně odlišných LED diod, které jsme umístili na čelní panel rozhraní. Vybrali jsme integrovaný obvod LM3915, který slouží k řízení LED diod podle logaritmické stupnice vstupního řídicího napětí. Vzhledem k tomu, že velikost napětí RSSI není lineární podle intenzity přijímaného signálu, jeví se logaritmická stupnice jako vhodnější. Obvod jsme otestovali v nepájivém poli a zjistili jsme, že pro naše hodnoty nepotřebuje žádné přídavné součástky. Jedinou červenou LED jsme zapojili přes odpor přímo na napájení, aby signalizovala vždy, i kdyby byl obvod mimo rozsah. Uživatel má orientační přehled o síle signálu.



Obr. 4,5 – Zapojení ukazatele signálu

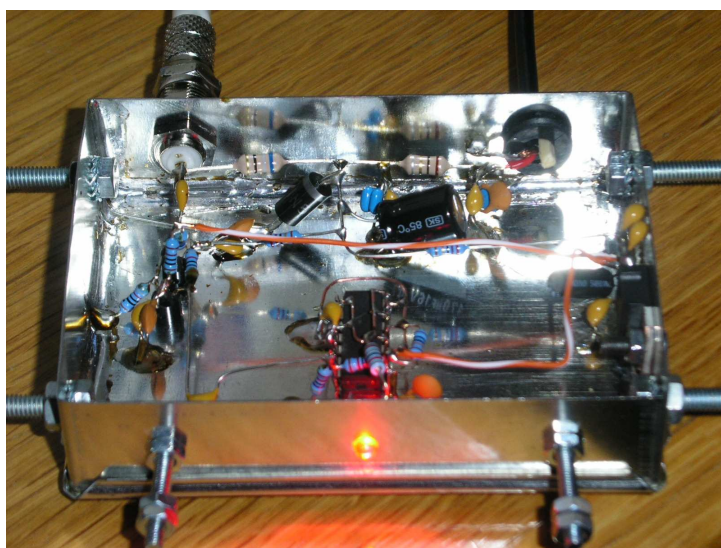
### Schéma zapojení



## 5.2 Vysílací modul

Je umístěn v optické hlavě. Obsahuje napájecí obvod, zesilovače a vysílací LED diodu. Napájení by mělo být přiváděno po stínění koaxiálních kabelů, které vedou k vysílacímu a přijímacímu modulu. Při stavbě se projevilo nežádoucí rušení televizní stanice NOVA. Dospěli jsme k závěru, že moduly jsou stíněné, jen po jednom opletu koaxiálního kabelu je vedeno 12V a to by mohl být námi hledaný kámen úrazu. Jelikož jsme neměli k dispozici drahý spektrální analyzátor, vyzkoušeli jsme k napájecí části připojit několik kondenzátorů. Tato volba pomohla, ale celý problém dokonale nevyřešila. Dále jsme použili frekvenční vyhýbku. V důsledku to znamená že jsme připojili přes cívku napájení na signál vedoucí od rozhraní k vysílači. Nyní jsme mohli na oplet koaxiálního kabelu připojit „zem“ a tím kabel dokonale stínit. Problém s parazitním rušením byl vyřešen. Ve vysílači jsme opět použili cívku k odloučení signálu od napájení. Napájecích 12 V je dále vedeno přes cívku a kondenzátory, kde jsou odfiltrovány nežádoucí kmity. Dioda slouží jako ochrana před přepólováním. Stabilizátor 7805 stabilizuje napětí na 5 V, což je nutné pro napájení obvodů použitých ve vysílači.

Signál, již oddělený od napájení, je přiveden na diferenciální omezovač. Je rychlý, zesiluje impulsní signál. Má za úkol omezit amplitudu na nastavenou úroveň. Dále je pak zapotřebí přivést signál na vysílací LED diodu. Její provozní proud je 68mA. Signál je zapotřebí zesílit. Jsou použity 3 integrované obvody 74HC04, které jsou na sebe připájeny a propojeny tak, že nám vzniká soustava 15 navzájem spojených invertorů, které signál dostatečně zesílí. Jako vysílací součástka je použita LED dioda HPWT-BD00-E4000. Je používána v koncových světlech automobilů.

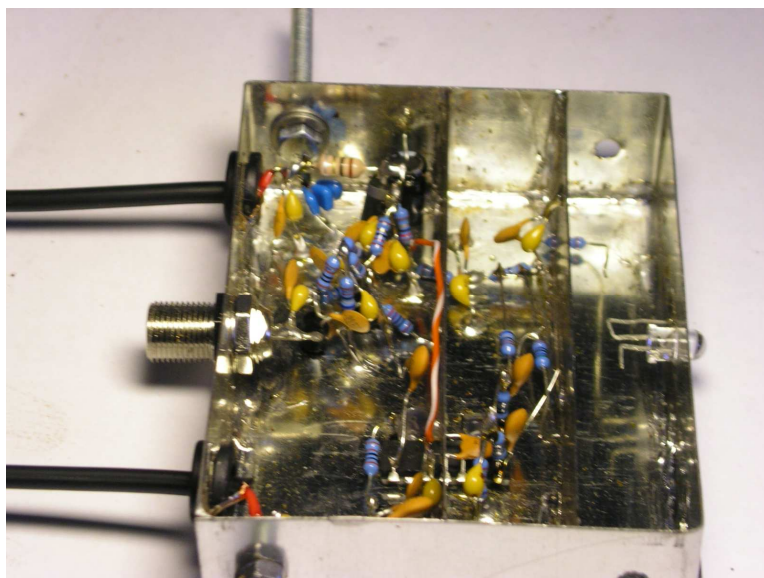


Obr. 6 – Vysílací modul v provozu

### 5.3 Přijímací modul

Má za úkol co nejefektivněji zpracovat přijímaný signál tak, aby mohl být odeslán na vstup modulu rozhraní.

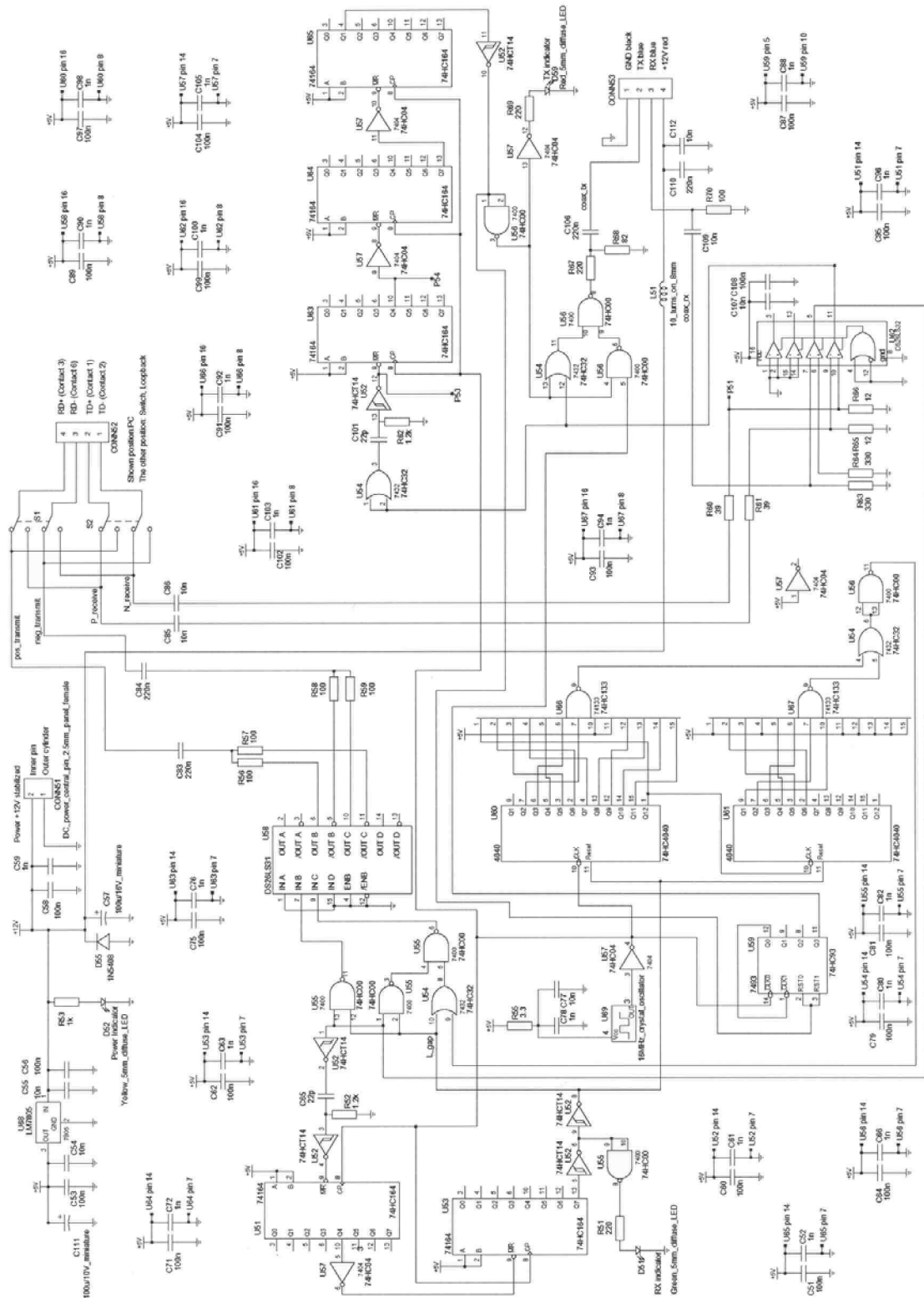
Napájení (12 V) je přivedeno kabelovou propojkou z modulu vysílače. Přijímačem je dostatečně rychlá fotodiody SFH 203. Signál získaný z fotodiody je zesílen na N-FET tranzistoru BF988. Dále je signál přes vazební kondenzátory přiveden na videozesilovač NE592. Z pinu 7 je vyvedeno RSSI (Received Signal Strength Indicator). Jde o výstup určený k měření síly přijímaného signálu. Má rozsah 0-4V. RONJA dokáže korektně zpracovávat signál od hodnoty cca  $RSSI > 50\text{mV}$ . RSSI se používá při zaměřování optické trasy. Z pinu 8 jde signál přes diferenciální omezovač. Je rychlý, zesiluje impulsní signál. Má za úkol omezit amplitudu na nastavenou úroveň. Koaxiální kabel s impedancí 75 ohmů přivádí signál do rozhraní, kde je dále zpracován a odeslán do počítače.



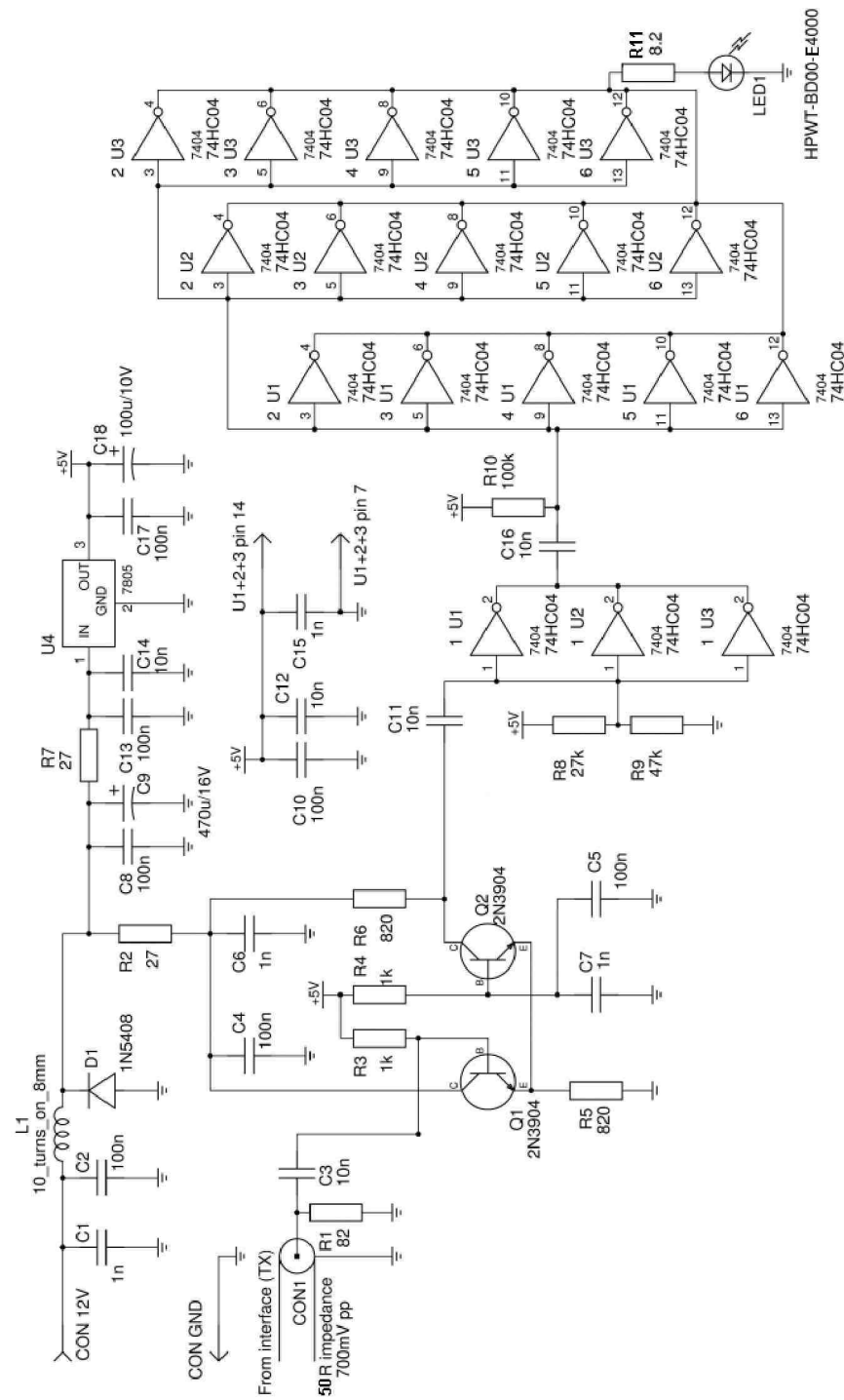
Obr. 7 – Přijímací modul - stavba



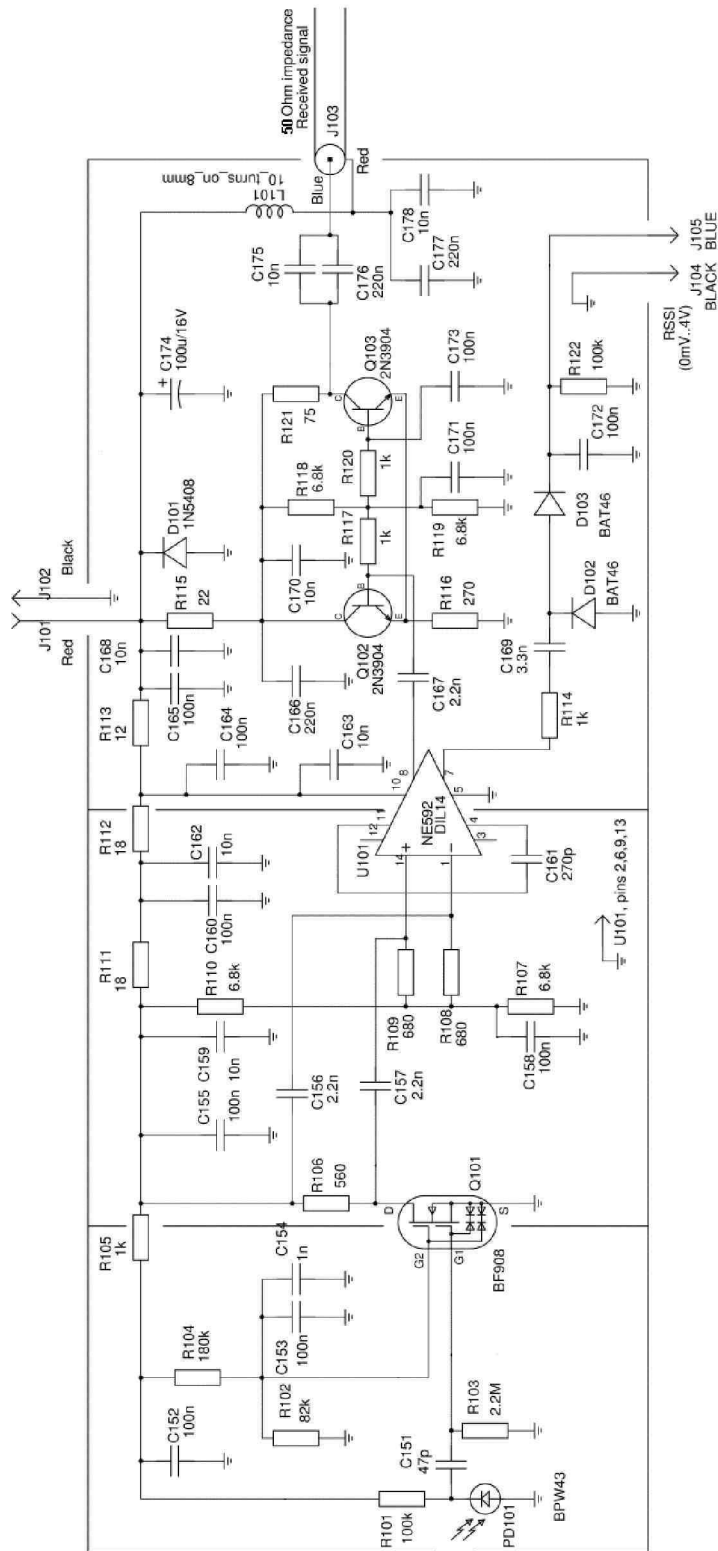
# 6.1 Schéma - rozhraní



## 6.2 Schéma – vysílací modul

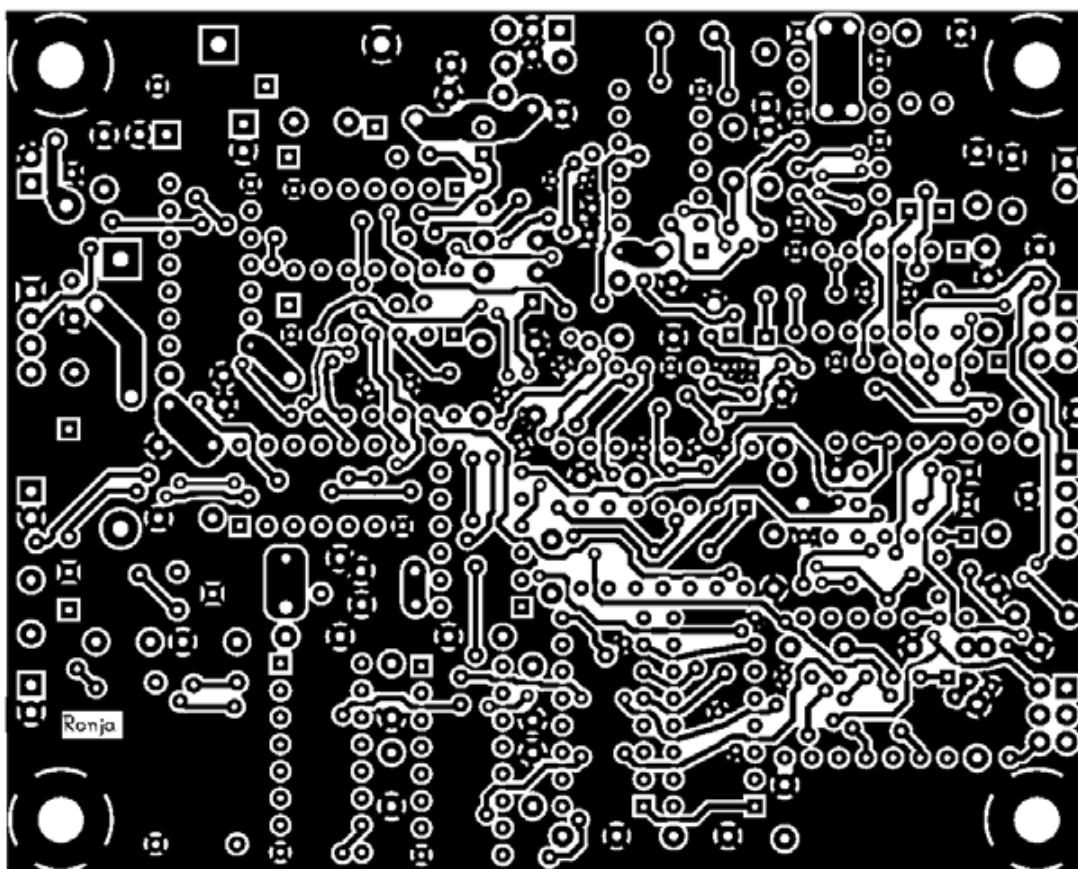
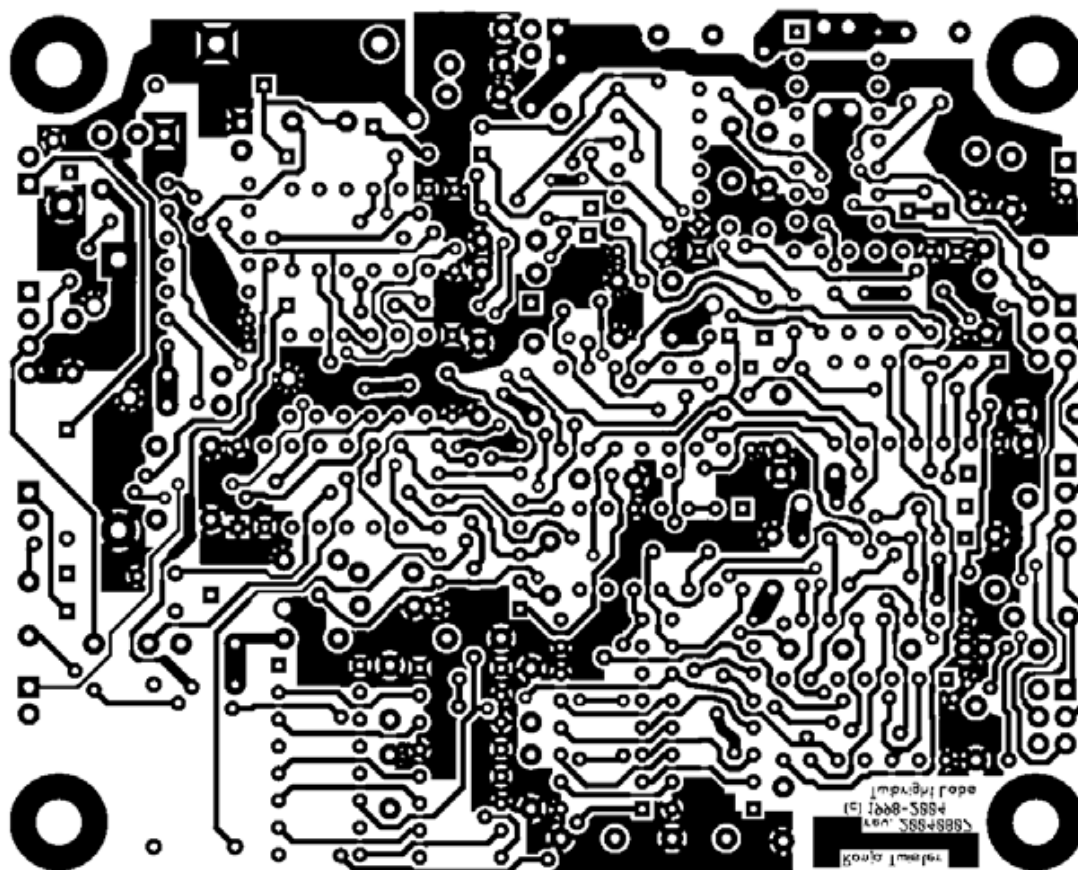


### 6.3 Schéma – přijímací modul





## 7. Předloha plošného spoje pro rozhraní





## 9. Rozpisky elektronických součástek

Nepostradatelná součást každého elektronického zapojení.

### 9.1 Rozhraní

Druh	Pouzdro	Hodnota	Počet
1N5408			1
74HC00	DIL		2
74HC04	DIL		1
74HC133	DIL		2
74HC164	DIL		5
74HC32	DIL		1
74HC4040	DIL		2
74HC93	DIL		1
74HCT14	DIL		1
KONDENZÁTOR	keramický 50V, rm 5mm	22p	2
KONDENZÁTOR	keramický 50V, rm 5mm	1n	19
KONDENZÁTOR	keramický 50V, rm 5mm	10n	7
KONDENZÁTOR	keramický 50V, rm 5mm	100n	24
KONDENZÁTOR	keramický 50V, rm 5mm	220n	4
KRYSTALOVÝ OSCILÁTOR	DIL 14	16MHz	1
Zásuvka napájecí s kolíkem samice	panel	2.5mm	1
DS26LS31	DIL		1
DS26LS32	DIL		1
DUTINKOVÁ ZÁSUVKA	zlacený	2.54mm 6 piny 2 řady	2
DUTINKOVÁ ZÁSUVKA	zlacený s klíčem	2.54mm 2 piny	4
DUTINKOVÁ ZÁSUVKA	zlacený s klíčem	2.54mm 3 piny	1
DUTINKOVÁ ZÁSUVKA	zlacený s klíčem	2.54mm 4 piny 1 řada	2
LÁMACÍ LIŠTA-PINY	zlacený	2.54mm 6 piny 2 řady	2
LÁMACÍ LIŠTA-PINY	zlacený s klíčem	2.54mm 2 piny	4
LÁMACÍ LIŠTA-PINY	zlacený s klíčem	2.54mm 3 piny	1
LÁMACÍ LIŠTA-PINY	zlacený s klíčem	2.54mm 4 piny 1	2

		řada	
LED	5mm matná	Zelená	1
LED	5mm matná	Červená	1
LED	5mm matná	Žlutá	1
LM7805			1
ELEKTROLYTICKÝ_KONDENZÁTOR	miniaturní	100u/10V	1
ELEKTROLYTICKÝ_KONDENZÁTOR	miniaturní	100u/16V	1
ODPOR	250mW předn. metalický	3.3	1
ODPOR	250mW předn. metalický	12	2
ODPOR	250mW předn. metalický	39	2
ODPOR	250mW předn. metalický	82	1
ODPOR	250mW předn. metalický	100	5
ODPOR	250mW předn. metalický	220	3
ODPOR	250mW předn. metalický	330	2
ODPOR	250mW předn. metalický	1k	1
ODPOR	250mW předn. metalický	1.2k	2
RJ45	jack with jacket		1

## 9.2 Vysílací modul

Druh	Pouzdro	Hodnota	Počet
1N5408			1
2N3904	TO92		2
74HC04	DIL		3
KONDENZÁTOR	keramický 50V	1n	4
KONDENZÁTOR	keramický 50V	10n	5
KONDENZÁTOR	keramický 50V	100n	7
HPWT-BD00-F4000	autoled		1
LM7805	TO220		1
ELEKTROLYTICKÝ_KONDENZÁTOR	radial 13mm diam.	470u/16V	1
ELEKTROLYTICKÝ_KONDENZÁTOR	radial 8mm diam.	100u/10V	1
ODPOR	0.6W	27	1
ODPOR	0.6W	82	1
ODPOR	250mW předn. metalický	8.2	1
ODPOR	250mW předn. metalický	10	1
ODPOR	250mW předn. metalický	27	1
ODPOR	250mW předn. metalický	820	2
ODPOR	250mW předn. metalický	1k	2
ODPOR	250mW předn. metalický	18k	1
ODPOR	250mW předn. metalický	22k	1
ODPOR	250mW předn. metalický	27k	1
ODPOR	250mW předn. metalický	33k	1
ODPOR	250mW předn. metalický	39k	1
ODPOR	250mW předn. metalický	47k	1
ODPOR	250mW předn. metalický	100k	1

## 9.3 Přijímací modul

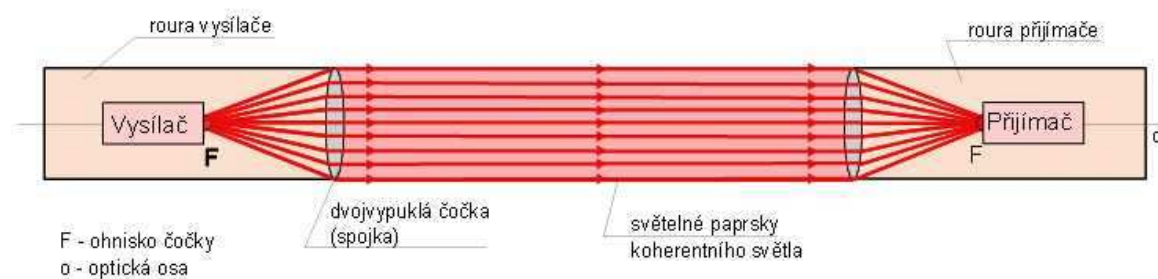
Druh	Pouzdro	Hodnota	Počet
1N5408			1
2N3904	TO92		2
BAT46			2
BF908			1
BPW43			1

KONDENZÁTOR	keramický 50V	47p	1
KONDENZÁTOR	keramický 50V	270p	1
KONDENZÁTOR	keramický 50V	1n	1
KONDENZÁTOR	keramický 50V	2.2n	3
KONDENZÁTOR	keramický 50V	3.3n	1
KONDENZÁTOR	keramický 50V	10n	7
KONDENZÁTOR	keramický 50V	100n	10
KONDENZÁTOR	keramický 50V	220n	3
NE592	DIL14		1
ELEKTROLYTICKÝ_KONDENZÁTOR		100u/16V	1
ODPOR	250mW předn. metalický	12	1
ODPOR	250mW předn. metalický	18	2
ODPOR	250mW předn. metalický	22	1
ODPOR	250mW předn. metalický	75	1
ODPOR	250mW předn. metalický	180	1
ODPOR	250mW předn. metalický	220	1
ODPOR	250mW předn. metalický	270	2
ODPOR	250mW předn. metalický	330	1
ODPOR	250mW předn. metalický	390	1
ODPOR	250mW předn. metalický	470	1
ODPOR	250mW předn. metalický	560	2
ODPOR	250mW předn. metalický	680	3
ODPOR	250mW předn. metalický	820	1
ODPOR	250mW předn. metalický	1k	5
ODPOR	250mW předn. metalický	1.2k	1
ODPOR	250mW předn. metalický	1.5k	1
ODPOR	250mW předn. metalický	1.8k	1
ODPOR	250mW předn. metalický	6.8k	4
ODPOR	250mW předn. metalický	82k	2
ODPOR	250mW předn. metalický	100k	3
ODPOR	250mW předn. metalický	120k	1
ODPOR	250mW předn. metalický	180k	1
ODPOR	250mW předn. metalický	2.2M	1

## 10. Popis mechanické konstrukce

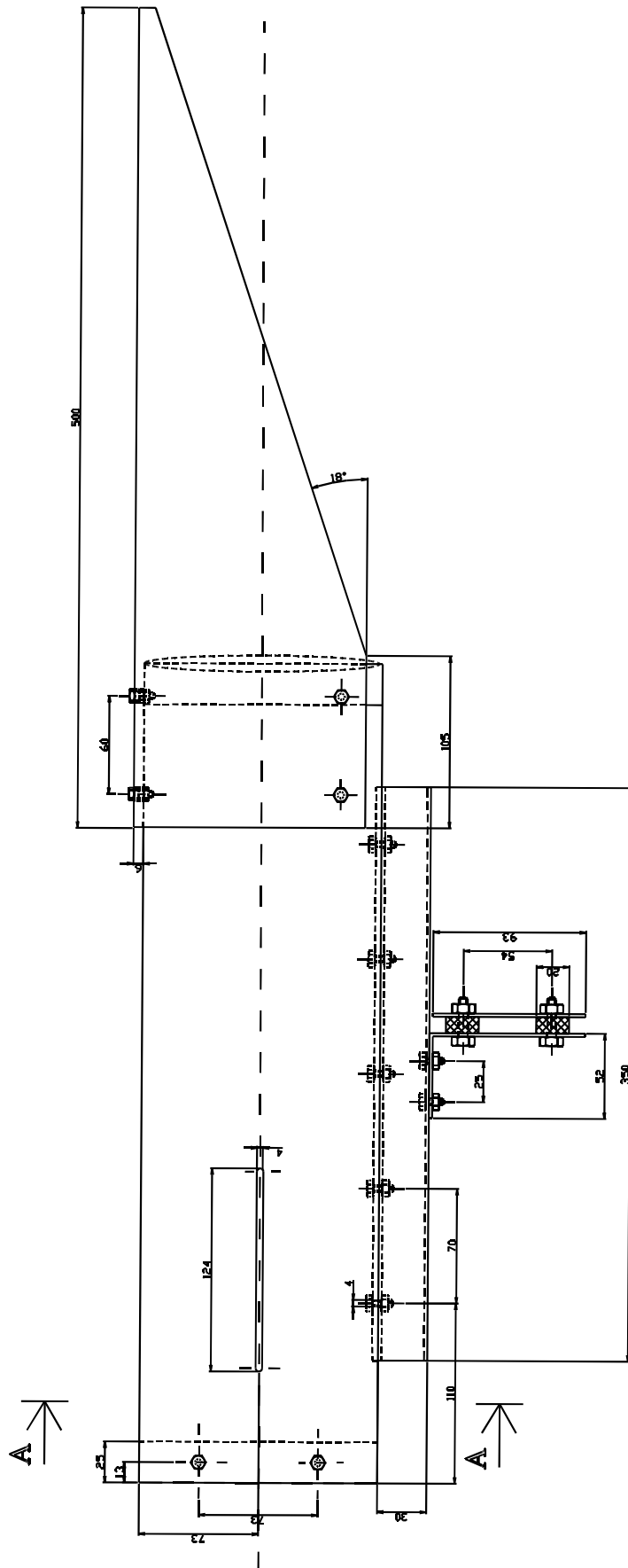
Moduly vysílače a přijímače jsou umístěny v tzv. optických hlavicích. Optická hlavice je plastový nebo, v našem případě, kovový tubus, z jedné strany osazený čočkou, která má z horní strany 50cm dlouhou stříšku pro krytí před paprsky slunce. Z druhé strany víčkem s průchodkami pro kabeláž. Do optické hlavice se vloží elektronický modul vysílače nebo přijímače. Předem připravenými drážkami v tubusu se modul upevní do takové polohy, aby vysílací LED dioda (nebo přijímací fotodioda) byla co nejpřesněji v ohnisku čočky, pokud se tak nestane, paprsek se nebude přes čočku lámat rovnoběžně s optickou osou a bude se dále rozšiřovat. To by znamenalo velké snížení maximální vzdálenosti spoje. Při velké odchylce i nenavázání spojení. Jelikož optické hlavice jsou vystaveny všem povětrnostním vlivům, je důležité utěsnit je, abychom zamezili vniknutí vlhkosti, která by mohla způsobit zamlžování čoček nebo korozi součástek. Dále musí mít tubus vnitřní stranu matně černou, pro snížení nežádoucího odrazu paprsku.

Další nezbytnou součástí mechanické konstrukce je držák, na který jsou kladeny vysoké nároky. Musí být dostatečně pevný a stabilní, aby udržel hlavice za všech povětrnostních podmínek a nedošlo k jejich vychýlení ze směru optické trasy. Musí být zaručena nejen nosnost, ale také dobrá manipulovatelnost, aby bylo možné zařízení přesně a pohodlně zaměřit a to natočením do všech stran. Pro jemné doladění obsahuje držák 4 gumové silentbloky pro naprosto přesné zaměření. Pro naši realizaci jsme celý tubus i se zaměřovací částí připevnili ke stolařské svěrce aby se dal snadno připevnit na lavici a dal se tak realizovat optický spoj. Pro běžné použití by bylo třeba použít místo svěrky např. anténí konzolu na střeše domu.



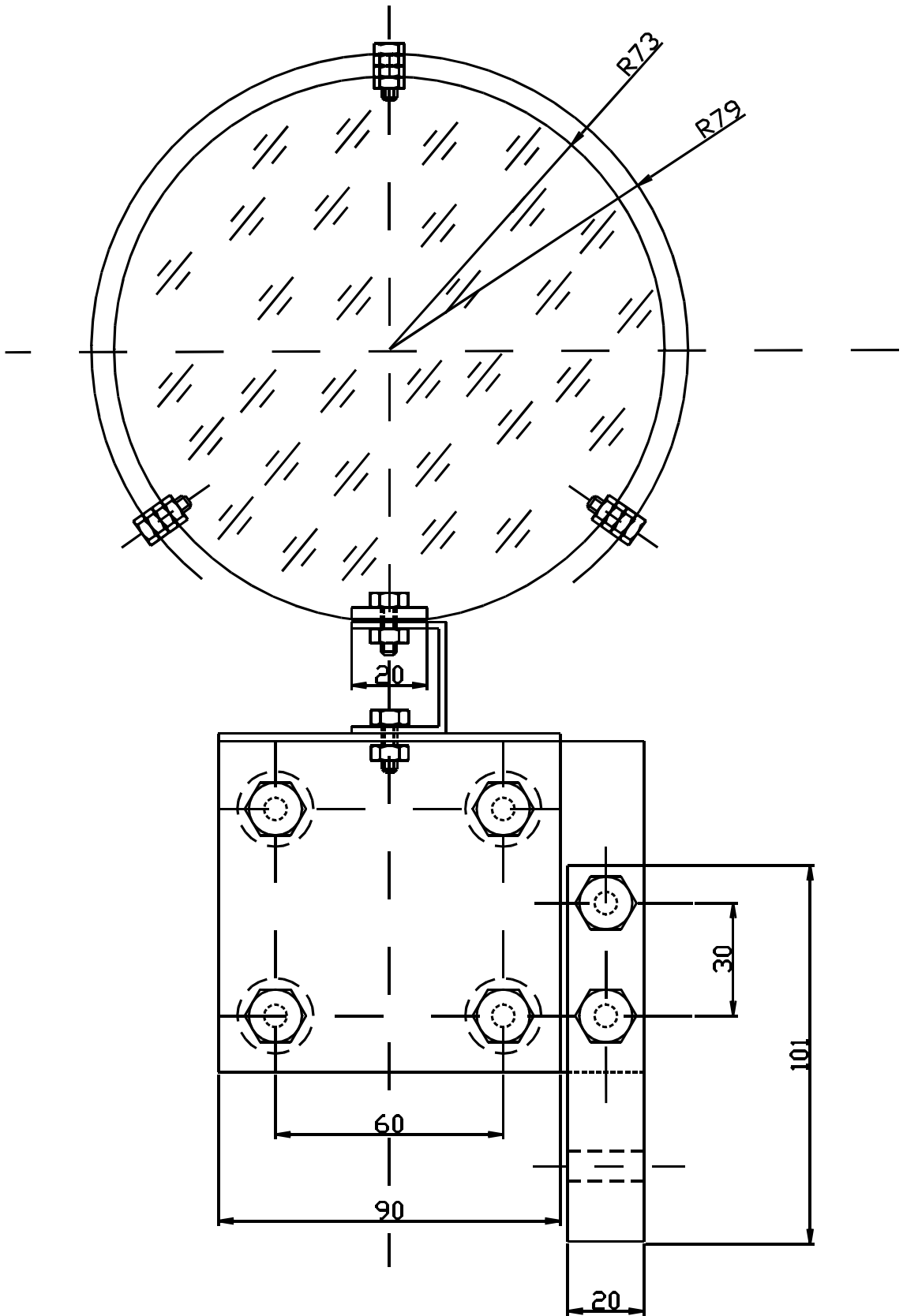
Obr. 9 – Schéma šíření optického paprsku

# 11. Technické výkresy mechaniky (optická hlava)

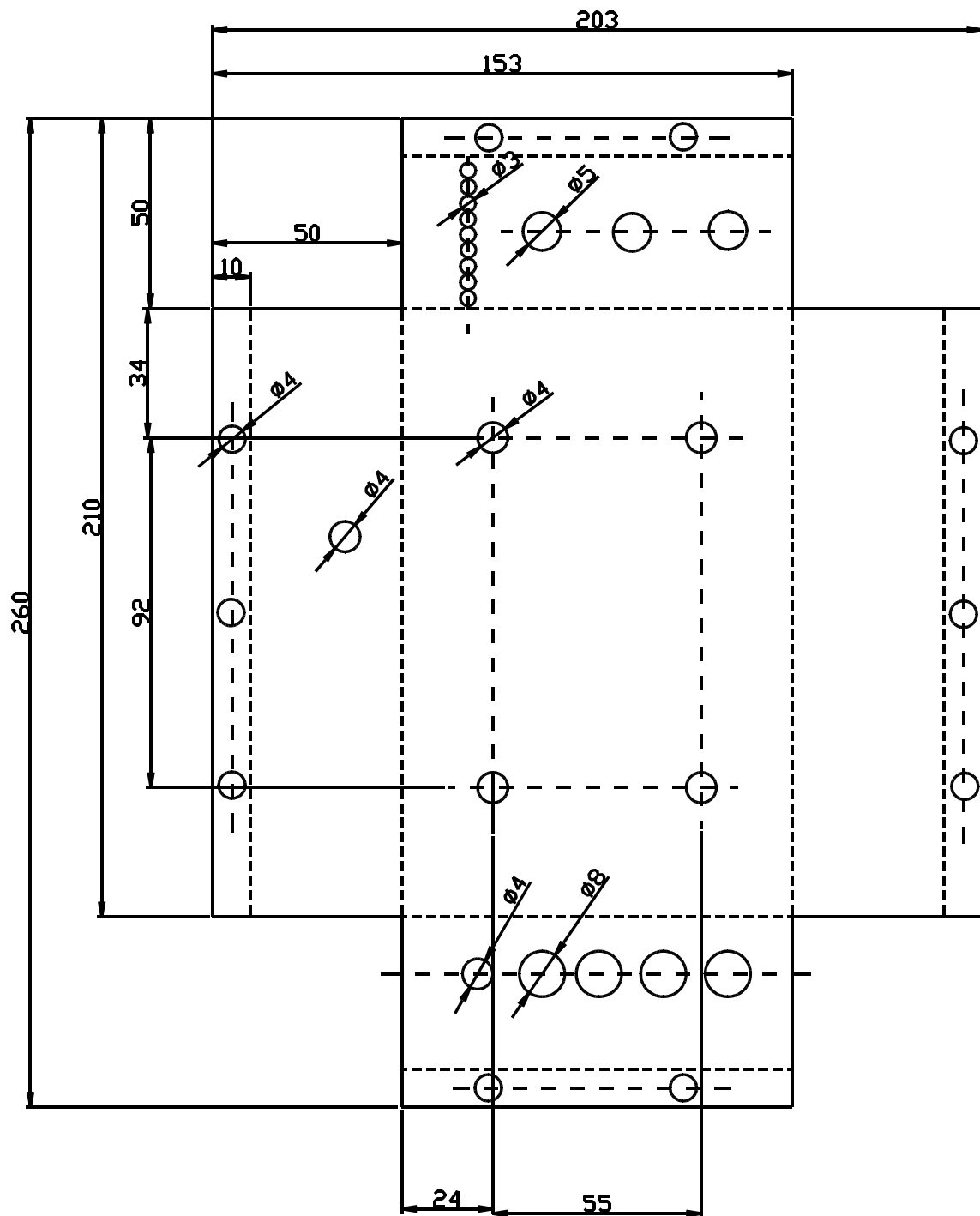




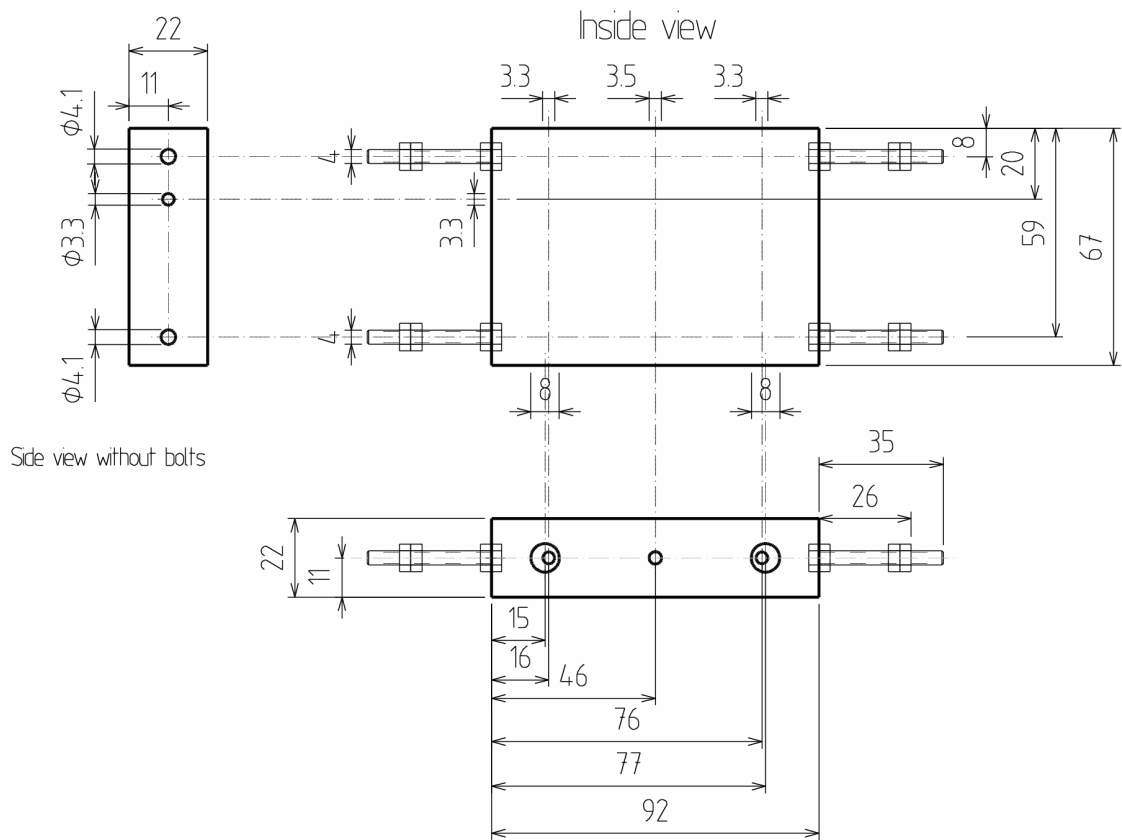
# A-A



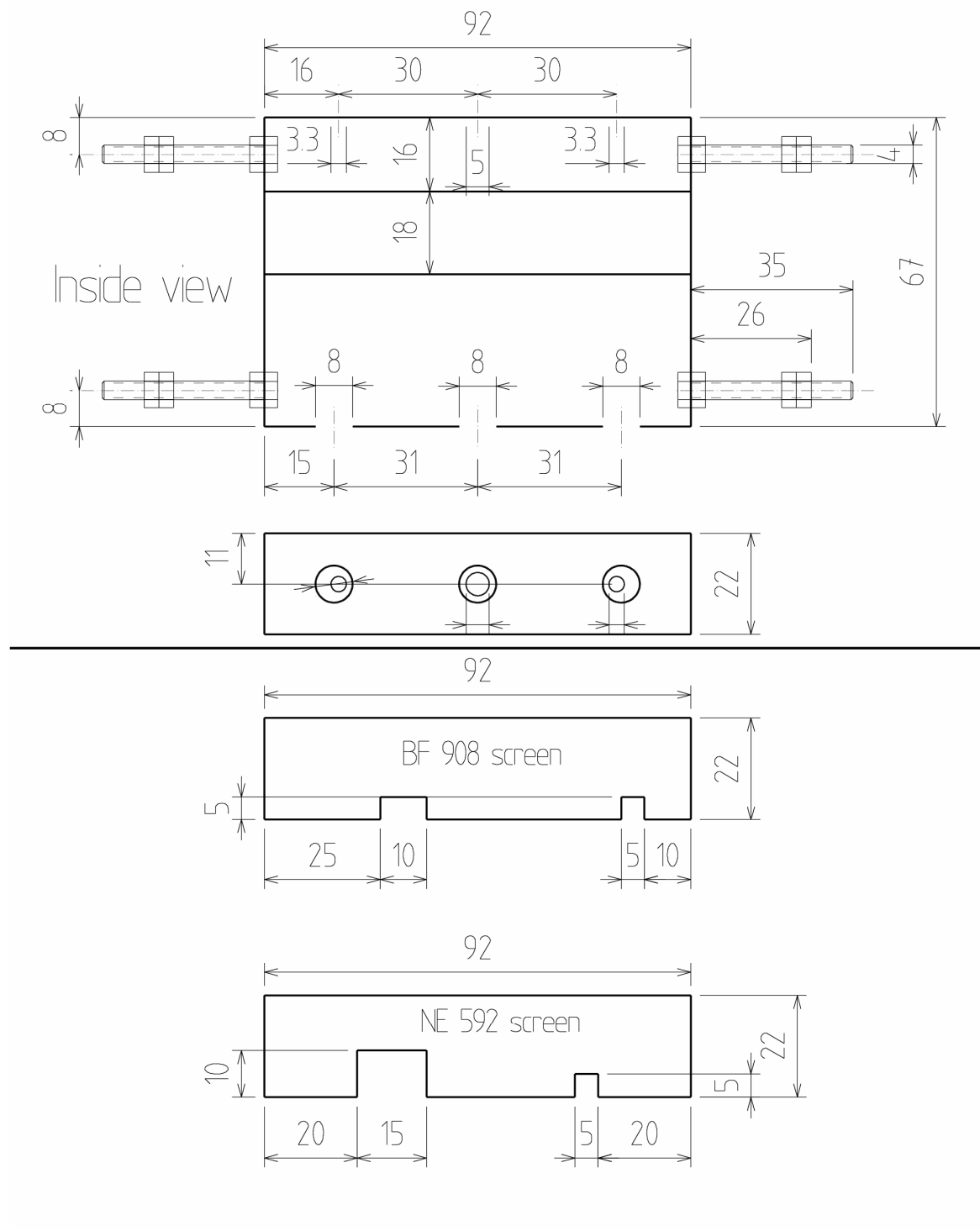
# Krabička- rozhraní



# Krabička – vysílací modul



## Krabička – přijímací modul



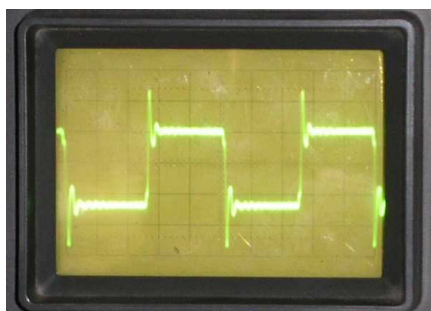
## 12. Rozpiska mechaniky

Množství	Název	Rozměr	Poznámky
4	Roura	l=1m d=145mm	Kouřová
8	Víčko	d=145mm	Kouřové
4	Čočka	d=130mm	Made in China
4	Ocelový Prut	20x4	plochý
4	Železný U profil	25x30x3	
4	Železný L profil	50x90x3	
4	Plochý profil	110x90x4	
4	Železný hranol	100x20x20	plný
4	Svěrka	malá	stolařská
24	Šroub	M4x8	křížová hlava
72	Matka	M4	
16	Samorezný vrut	4x6	křížová hlava
20	Šroub	M6x12	šestihránná hlava
28	Matka	M6	
8	Šroub	M6x18	šestihránná hlava
16	Šroub	M8x25	šestihránná hlava
8	Šroub	M8x45	šestihránná hlava
24	Matka	M8	
4	Šroub	M10x50	šestihránná hlava
4	Matka	M10	
16	Gumová pryž	d=2cm	s dírou, černá
4	Gumová průchodka	d=8mm	
6	Gumová průchodka	d=4mm	

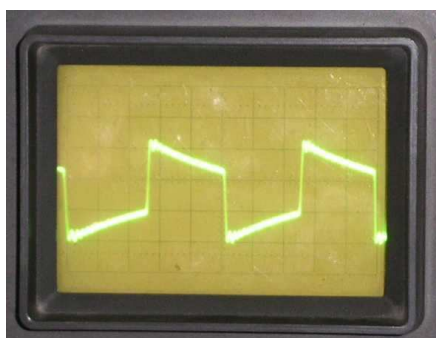
### 13. Měření průběhu signálu

Po dokončení optického pojítka RONJA a po testech funkčnosti přišlo na řadu měření průběhu signálu celým pojítkem. Největším úskalím bylo najít vhodný osciloskop. Pro měření na naší škole není zapotřebí osciloskopů, jaké by jsme potřebovali pro změření většiny průběhů signálů. I přes toto úskalí se nám podařilo naměřit některé z průběhů. Na modulu přijímače bylo měření složité. Nejen vysoká frekvence, ale i nedokonalé stínění při měření => nekvalitní výsledky. Všechny průběhy jsou měřeny **bez** průchodu dat!

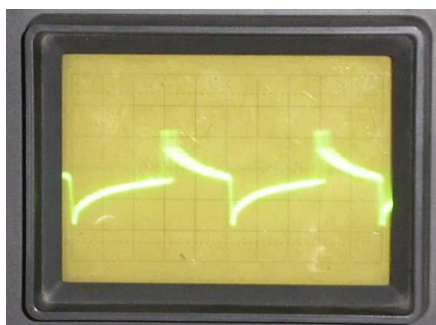
#### a) rozhraní



1MHz signál po průchodu D klopným obvodem.

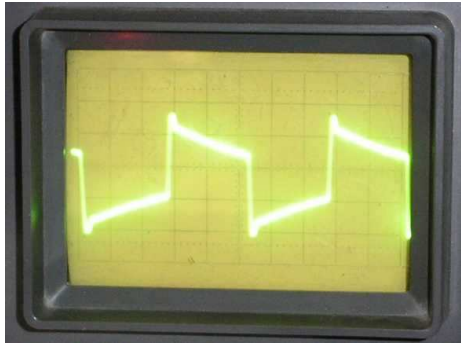


Vysílaný signál do vysílacího modulu.

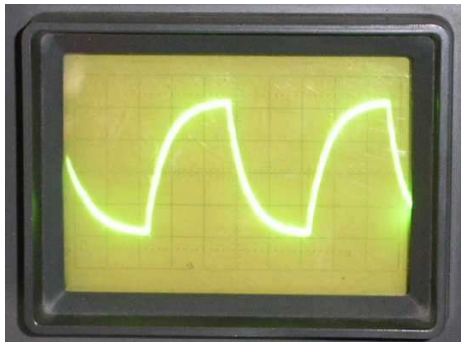


Přijímaný signál.

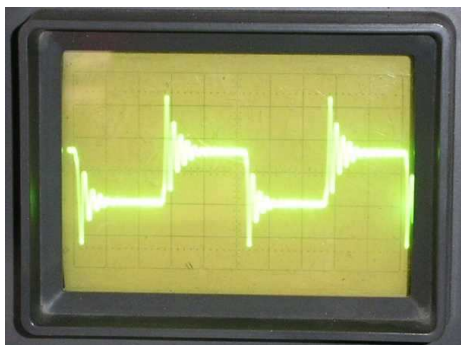
## b) vysílací modul



Signál na vstupu do vysílacího modulu.



Signál po průchodu diferenciálním omezovačem.

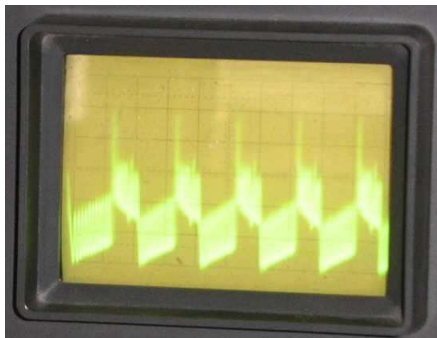


Signál k odvysílání přiváděný na LED diodu.

## c) přijímací modul



Signál na fotodiodě.



Signál jdoucí z modulu do rozhraní

## **14. Závěr**

Při konstrukci optického pojítka RONJA se nevyskytly žádné závažnější problémy. Zařízení se podařilo zprovoznit a otestovat na chodbě školy. Měření rychlosti potvrdilo jmenovitou hodnotu rychlosti zařízení. Plně zvládá Full-duplex režim, který byl otestován zpětnou smyčkou. Měření na osciloskopu přesně ukázalo průběh signálu přes elektronické moduly.

Prověřili jsme naše znalosti a zdokonalili jsme svoje schopnosti v širokém spektru oborů.

### **Uplatnění:**

RONJA je mimo jiné možná využít k demonstraci principů fungování zařízení typu FSO. Ve srovnání s komerčními optickými pojítky, jejichž cena přesahuje i 100 000 Kč, jde o velmi dostupné zařízení. Dostupnost podkladů dává studentům možnost zkoumat principy fungování a otevřenost projektu nebrání zájemcům zapojit se a podílet se na dalším vylepšování, ze kterého mohou mít zpětně užitek i ostatní uživatelé zařízení.

### **Cena:**

Materiál pro stavbu jednoho konce spoje RONJA stojí asi 1700Kč. Nezanedbatelný je také podíl vlastní práce a používání materiálu z vlastních zdrojů.

### **Možné rozšíření:**

Aby byla RONJA ještě více pohodlnější k použití pro běžného uživatele, bylo by vhodné navrhnout software a zapojení pro sledování síly signálu přímo v operačním systému počítače.



## 15. Seznam zdrojů informací

**Domovská stránka projektu:**

<http://ronja.twibright.com>

**Další zdroje informací:**

[http://www.allaboutcircuits.com/vol\\_4/chpt\\_12/4.html](http://www.allaboutcircuits.com/vol_4/chpt_12/4.html)

<http://www.circuitsonline.net/>

<http://www.national.com/ds/LM/LM3915.pdf>

## **16. Poděkování**

Chtěli bychom poděkovat Ing. Jaroslavu Nesvadbovy CSc. za odborné vedení.