

Obsah:

Obsah	1
Zadání	2
Úvod, výběr výrobku	3
Základní informace	5
Blokové schéma	6
Popis funkce	7
- AUI Interface	7
- Vysílač	9
- Přijímač	10
Elektrické schéma AUI rozhraní (interfacu)	11
Elektrické schéma vysílače	12
Elektrické schéma přijímače	13
Elektrická rozpiska AUI rozhraní (interfacu)	14
Elektrická rozpiska vysílače	16
Elektrická rozpiska přijímače	17
Osazovací výkres AUI rozhraní (interfacu)	19
Osazovací výkres vysílače	20
Předloha DPS AUI rozhraní (interfacu)	21
Předloha DPS vysílače	22
Poznámky, oživování, nastavení optimálních hodnot.	23
Konstrukční uspořádání	24
Výkres krabičky pro AUI interface	25
Výkres konzole a tubusů	26
Mechanická rozpiska	28
Závěr	29
Fotodokumentace	30
Poděkování, distribuce	34

PŘÍLOHY - Kopie zadání maturitní ročníkové práce

Tiráž	35
-------	----

Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojítko	List	1

ZADÁNÍ

Optické pojítko s přenosem 10 Mb/s

Navrhněte a sestrojte optické pojítko fungující až na vzdálenost 1,4 km. Zařízení je napájeno 12 volty přímo ze síťové karty přes AUI konektor (10Base5) a přenos odpovídá technické specifikaci dle protokolu IEEE 802.3.

Součástí konstrukce bude základní technická dokumentace elektrických a mechanických částí:

- popis funkce,
- elektrické schéma,
- předloha PS,
- osazovací výkres,
- rozpiska součástek,
- nákres mechanických částí a ovládacího panelu,
- naměřené hodnoty a parametry zařízení.

Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojítko	List	2

ÚVOD:

Potřeba komunikace provázela lidi odjakživa. V současnosti to ve velké míře platí i pro síťovou komunikaci v informačních technologiích. Již v roce 1946, kdy byl sestrojen první počítač, se soustředil vývoj na propojení více pracovních stanic a zvýšení celkového výkonu. V nynější době si život bez počítačových sítí nelze představit. Neexistoval by internet, e-mail, dokonce ani mobilní síť. Všechny obory spolu velmi úzce souvisí.

Propojení dvou počítačových stanic lze realizovat několika způsoby.

1) Propojení pomocí sériového nebo paralelního portu.

I když se začíná vracet sláva a spolehlivost sériového přenosu, propojení PC tímto způsobem dnes již nepřípadá v úvahu. A to už pro maximální přenosovou rychlost COM portu 115200 baudů. Paralelní sběrnice je na tom s rychlostí o něco lépe, ale vzdálenost spojení nesmí být příliš dlouhá.

2) Použití USB sběrnice

Tento způsob je již zajímavější a nabízí lepší parametry než předchozí alternativa. Přenosová rychlost 1 Mb/s (dnes již 400 Mb/s) patří k velmi dobrým. Nevýhodou je relativně malá vzdálenost mezi PC a obtížné propojení více než dvou stanic

3) Síťová komunikace

Asi nejlepší varianta. Do PC se koupí síťová karta a pak se počítače propojí kabelem. Typů médií existuje několik. Nejstarší je tzv. externí transceiver neboli (AUI, 10Base5). Jedná se o externí zpracování signálu, který poté putuje do síťové karty přes AUI konektor. Po čase se přešlo k použití koaxiálního kabelu a s tím i k sběrnicové topologii (BNC, 10Base2). Stejně jako v předchozím případě byla přenosová rychlost 10 Mb/s. Hlavní nevýhodou sběrnicové topologie je nemožnost posílání několika různých dat najednou, proto musí jednotlivé počítače v síti čekat, dokud nebudou moci vyslat svá data. Další stinnou stránkou je její poruchovost. Dnes nejrozšířenější jsou sítě Fast Ethernet (RJ-45, UTP) s rychlostí 100 Mb/s. Tyto sítě používají hvězdicové topologie, tzn. že jednotlivé PC jsou na sobě nezávislé. Nejrychlejší jsou 1Gbitové sítě používané spíše pro pátevní spojení, ale jak jde věda a technika dopředu, chystají se ještě rychlejší systémy přenosu.

Dlouho jsem přemýšlel, jak se spojit s kamarádem, který bydlí cca 600 metrů ode mě. Po delším uvažování mě v rozhodnutí utvrdily tyto argumenty.

- V polovině roku 2003 nám firma zajišťující pevné připojení k internetu velmi slušnou rychlostí nabídla i velmi solidní nabídku, která nešla odmítnout.
- Bydlím ve dvanáctipatrovém bytovém domě, a to přímo v posledním patře. To znamená, že vidím nejen na cílový dům (konkrétně střechu), ale i na celou Chrudim.
- V té době byla povinnost ohlásit druh maturitního výrobku.

Z uvedených bodů vycházeli dvě možnosti. Buď využiji technologie WiFi (IEEE 802.11b, IEEE 802.11g) anebo postavím jednoduché optické pojitko, čímž bych splnil i třetí bod – stavba maturitního výrobku.

Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojitko	List	3

WiFi nabízí mnoho výhod, ale i omezení. Mezi výhody patří hlavně spolehlivost a snadná instalace. Naproti tomu stojí vyšší pořizovací náklady (cca 9000 Kč) a pomalejší přenosová rychlost (norma udává u verze „b“ 11 Mb/s, ale efektivně bývá 3~4 Mb/s).

Optická technologie je naproti tomu vysoce spolehlivá. Zařízení si lze nejlépe představit jako optický kabel, kde přenosové médium není kabel samotný, ale vzduch. Rychlost přenosu 10 Mb/s je oproti WiFi stálá, takže se konstrukcí hodí zejména pro páteřní síť. Bohužel, v husté mlze, nebo za hustého sněžení pojitko nefunguje (lidské oko také přes mlhu nevidí). Celkové cenové náklady se pohybují mezi 3500,- až 4000,- a pokud by známý dotoval společné připojení k internetu, mohly by se náklady během roku a půl kompletně vrátit.

Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojitko	List	4

ZÁKLADNÍ INFORMACE

Rychlost přenosu: 10 Mbit/s, plný duplex.

Maximální pracovní vzdálenost: 1 km se 130 mm čočkou.

Minimální pracovní vzdálenost: 1/15 maximální pracovní vzdálenosti.

Datové rozhraní: IEEE 802.3 propojovací rozhraní (AUI).

Příkon: 300mA @ 12V (3.6W) z AUI.

Operační vlnová délka: viditelná, 625 nm, 100 nm šířka spektra (618 nm - viditelné spektrum, červená barva - pomerančová barva).

Odhadovaný optický výkon: 12 mW.

Rozptyl kužele - polovina úhlu: 1.9 mrad (platí pro 130 mm čočku).

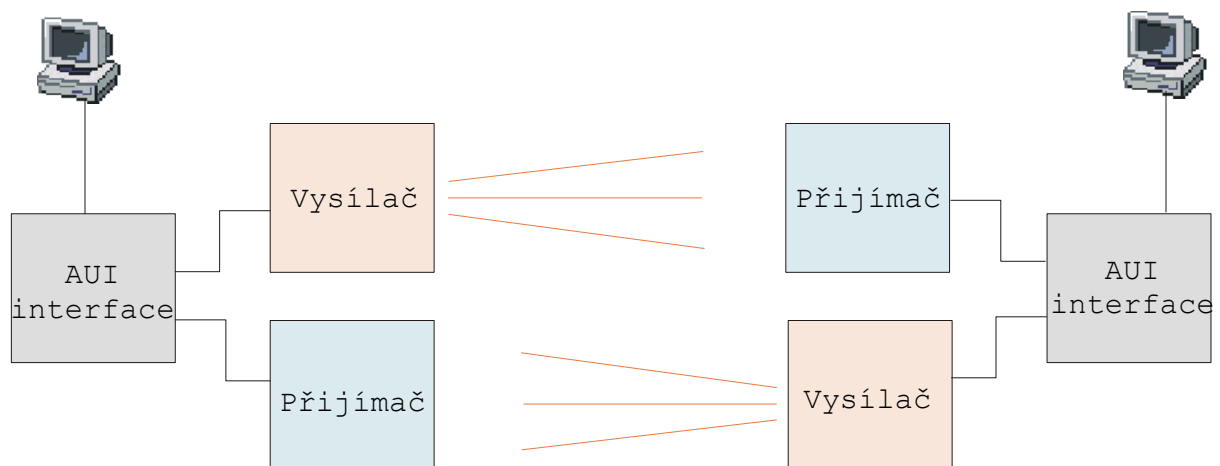
Operační vlhkost: až 100 % s vyhříványými čočkami, až 95 % s čočkami bez vyhřívání. Musí být zajištěna přímá optická viditelnost.

Optická modulace: BPSK (jak na AUI) puls 1 MHz asynchronní 50 % pracovní obdélníkový cyklus vlny mezi pakety. Vysílač září permanentně, bez ohledu na to, zda prochází data.

Míření systému: vizuální, odrazka pro vysílač se stejnosměrným napětím, intenzitu signálu monitorujeme.

Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojítko	List	5

BLOKOVÉ SCHÉMA



Obr. 1 - Blokové schéma

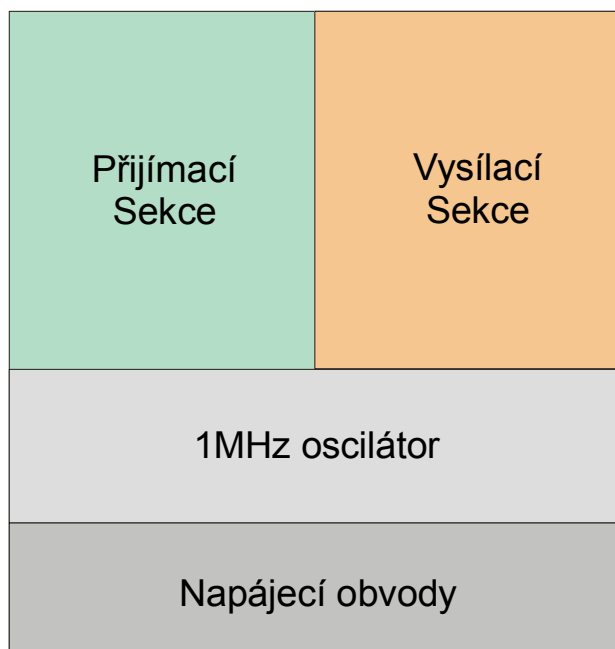
Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojítko	List	6

POPIS FUNKCE

Celé zařízení lze rozdělit na 3 části: AUI interface, Vysílač a přijímač.

AUI interface

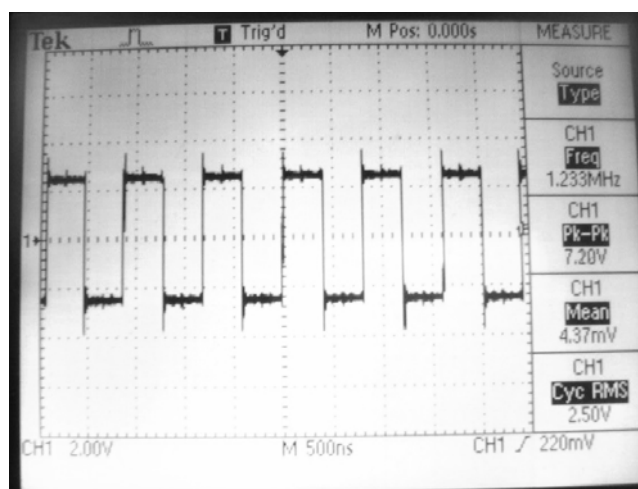
Tato část má za úkol připravit pakety, které vysílá síťová karta v počítači, aby byly vhodné k optickému vysílání. Samotný interface lze rozlišit na 4 sekce:



Obr. 2 - Blokové schéma AUI interfacu

a) 1MHz oscilátor

Oscilátor je postaven z jednoduchého invertoru U3:E, před nímž je zařazen kondenzátor C16 a přímo v jeho zpětné vazbě rezistor R7. Kondenzátor s rezistorem nastavují časovou základnu a výstupem tohoto jednoduchého oscilátoru je signál o frekvenci 4 MHz. Tento signál dále prostupuje děličkami frekvence, postavenými z klopných obvodů typu D, konkrétně jsou to U5:A a U5:B. Výsledný signál má již frekvenci 1MHz. Tato frekvence prochází všemi logickými obvody celého optického pojítko, takže se nemůže stát, aby přijímač



Obr. 3 - 1 MHz signál

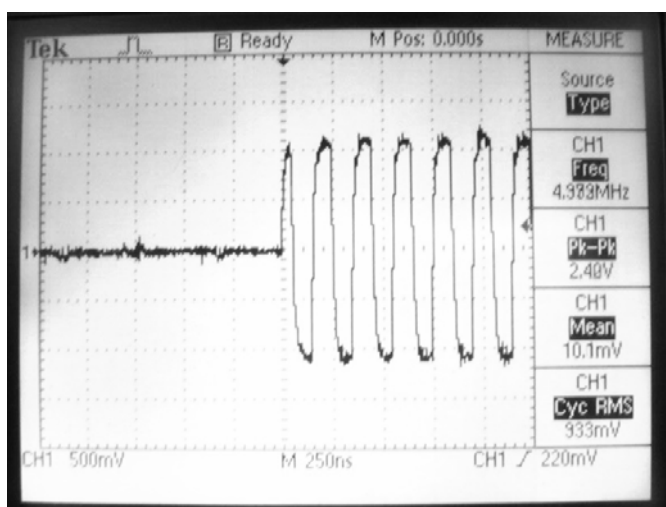
Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojítko	List	7

ovlivnilo sluneční světlo, které má „stejnoseměrný“ charakter. Současně tento signál udržuje všechny obvody v permanenci na procházející data o frekvenci 10MHz, což znamená, že se zruší relativně dlouhá doba buzení veškeré elektroniky.

b) Vysílací sekce

Budeme-li sledovat cestu signálu ze síťové karty, narazíme hned na rezistor R17 a kondenzátor C13. Rezistor slouží jako terminace vedení a kondenzátor odděluje případné naindukované ss napětí. Jako další je zapojení tranzistorového zesilovače se společným emitorem, který nám data zesílí na hodnotu 5V.

Na výstupu zesilovače je opět filtrace ss složky (C18) a schmittův invertor U3:D, který opraví nedokonalé hrany impulsu a na jehož výstupu je při neprocházejících datech logická 1. Toto



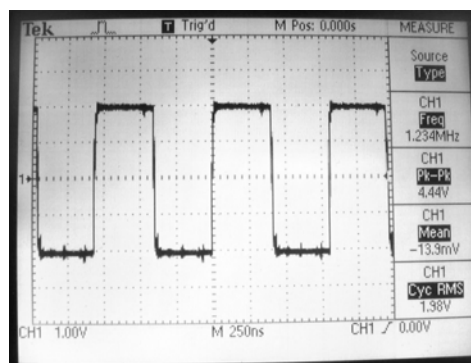
Obr. 4 - Procházející data

napětí projde pouze invertorem U2:A a přes diodu D6 nabije kondenzátor C20, který drží na vstupu č.2 hradla NAND U4:A log. jedničku, vstup č.1 je nulový. To znamená, že na výstupu nandu U4:A je log.1 -> na výstupu hradla nand U4:B log. 0 -> červená LED dioda indikující procházející data nesvítí. Pokud data začnou procházet, dvojice diod se stanou (vždy po půl periodě signálu) průchozími a kondenzátory C19,C20 se nabijí. Nyní mají oba vstupy U4:A hodnoty log.1 -> výstup U4:B bude v log.1 -> LED dioda svítí a ukazuje obsluze průchozí data. R27 je předřadný odpor

před LED. Přes rezistory R29,R28 se C19 a C20 vybíjí. Na výstupu invertoru U3:D se cesta větví i na vstup nandu U1:B, jehož výstup ve stavu bez dat nabývá hodnoty 1. Vstup 13 U1:D má bez dat hodnotu 1, s daty 0 a to zamezí procházení 1MHz signálu dál do obvodu. NAND U1:C je propouštěč 1MHz/10MHz signálu. Před výstupem do vysílače je zařazen kondenzátor C21, což je filtr ss napětí a omezovač amplitudy R25.

c) Přijímací sekce

C9 nepustí ve vodiči naindukované ss napětí. Signálová cesta vede na bázi tranzistoru Q1. Soustava 2 tranzistoru Q1 a Q2 je v podstatě zesilovač s velkým zesílením. Jeho vlastností je, že při velkém vstupním signálu "rovně" ořízne amplitudu výstupního. Podobně jako zapojení s operačním zesilovačem. Nenastane tedy zkreslení signálu v čase jako na jednotranzistorovém zesilovači v zapojení se společným emitorem (v důsledku saturace). Signál dál jde přes C17 (ss filtr) na schmittův KO U3:A. Impulsy s ostrými hranami dále postupují na vstupy invertoru



Obr. 5 - zesílený signál

Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojítko	List	8

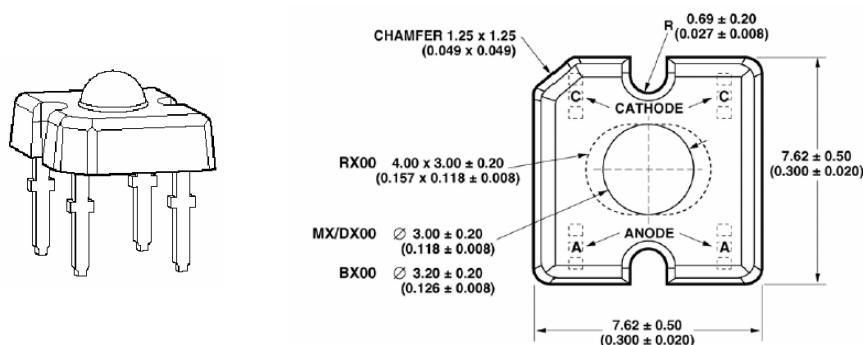
U2:D, U4:C přes inverter U2:E, anebo U4:D. Kondenzátory C66, C70 se nabíjí, rezistory R53,R55 jsou vybíjecí, diody D54 a D56 poskytují virtuální zem, celé to vytvoří roztahovač impulsů. Neprocházejí-li data, na výstupu invertoru U3:C bude 1 -> zelená LED indikující pakety nesvítí a na výstupu invertoru U2:F je také log.0, tzn. nezávisle na 1MHz signálu nabývají oba výstupy do síťové karty, tj. výstupy hradel U4:C a U4:D (data+,data-) log.1, jež však nepropustí kondenzátory C11 a C12. Rezistory R13,R15 a R14,R16 jsou děliče napětí zajišťující velikost amplitudy max. 700mV. buď přes dvouvstupý NAND, na kterém se rozlišuje 1MHz a 10MHz signál, který jde dál do síťové karty, nebo přes soustavu negátorů s dlouhými časovými základnami na zelenou LED diodu, indikující obsluhu, kdy zrovna prochází data.

d) Napájecí obvody

Celé zařízení je napájeno (díky ne příliš drastickému odběru) přes síťovou kartu dvanácti volty. Některé obvody interfacu vyžadují 12V, jiné 5V. Vstupních 12V je filtrováno cívkou o hodnotě cca 1mH, navinutou z klasického drátu. Cívka filtruje šum okolo 50MHz. Dále následuje dvojice diod, která zajišťuje vstupní napětí opravdu 12V a ne více. Elektrolytický kondenzátor C8 spolu s C7 filtrují nežádané kmity napětí, dioda D5 chrání zařízení proti přepólování. Stabilizátor U7 7805 mění vstupní napětí na 5V, soustava kondenzátorů za ním (C1-C5) jsou opět filtry nežádoucích kmitů.

Vysílač

Napětí do vysílače je přiváděno přes přijímač. 12V je filtrováno dvojicí kondenzátorů C4, C5 a rezistoru R7. Stabilizátor U4 7805 stabilizuje 12V na 5V. Signál vstupuje do obvodu přes kondenzátor C3, jež filtruje ss složku na bázi tranzistoru Q1. Soustava 2 tranzistorů Q1 a Q2 je zesilovač s velkým zesílením. Jeho vlastností je, že při velkém vstupním signálu "rovně" ořízne amplitudu výstupního. Podobně jako zapojení s operačním zesilovačem. Nenastane tedy zkreslení signálu v čase jako na jednotranzistorovém zesilovači v zapojení se společným emitorem (v důsledku saturace). Dvojice rezistorů R8,R9 nastavují pracovní bod preemfáze. C11 a R10 zabraňují průchodu napětí, neprocházejí-li žádný signál (ani 1MHz). Aby bylo možno přivést do vysílací LED diody o velkém odběru strmé pulsy, prochází zesílený signál 15ti paralelně zapojenými invertory. Procházející proud se nastaví rezistorem R11.

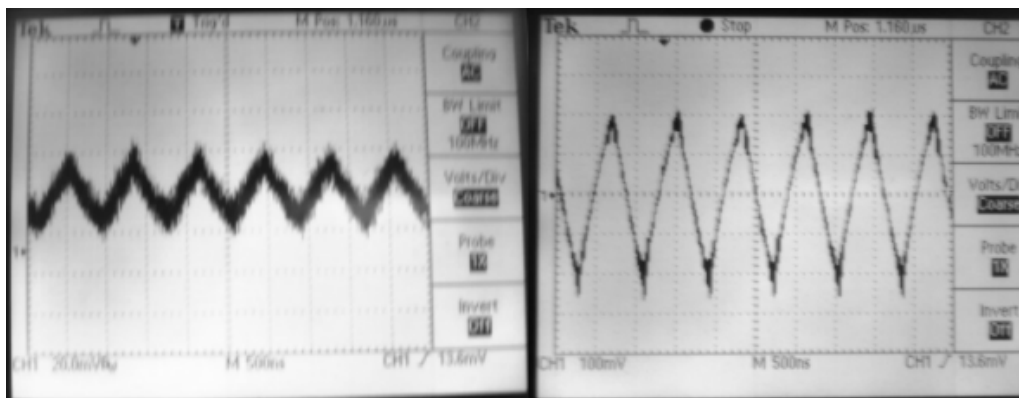


Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojítko	List	9

Obr. 6 - Vysílací dioda HPWT-DH00

Přijímač

Nejdůležitějším článkem v přijímači je určitě PIN fotodioda SFH 203 pracující ve zdrojovém režimu s velmi krátkou reakční dobou (5ns). To dovoluje její použití i při signálech okolo 10MHz. Na výstupu diody vzniká bez procházejících paketů pilový průběh o frekvenci 1MHz, který je zesílen na nízkošumovém zesilovači s tranzistorem BF988 (FET).



Obr. 7 - Signál před zesilovačem a za zesilovačem s BF988

Výstup ze zesilovače je kondenzátorem C6 připraven o možnou ss složku a přiveden do použitého videozesilovače NE592. Zde je signál zesílen a z jeho jednoho výstupu usměrněn. Druhý výstup jde na bázi tranzistoru Q2. Soustava 2 tranzistoru Q2 a Q3 je zesilovač s velkým zesílením. Jeho vlastností je, že při velkém vstupním signálu "rovně" ořízne amplitudu výstupního. Podobně jako zapojení s operačním zesilovačem. Nenastane tedy zkreslení signálu v čase jako na jednotranzistorovém zesilovači v zapojení se společným emitorem (v důsledku saturace). Výstup prochází přes filtr C18, který zabraňuje zkratování signálové cesty s napájecím napětím. Napájení je přivedeno stíněním koaxiálního kabelu, zem je přivedena z vysílače. Oproti ostatním modulům, v přijímači není potřeba stabilizátoru. Dioda D1 zabrání přepólování napětí a následné destrukci. Cívka L1 filtruje nežádoucí šum okolo 50MHz, tvořící se na napájecích cestách. Kondenzátory C2,4,5,6,9,12,13,17 jsou taktéž filtry. Možná se zdá použití tolika filtrů jako zbytečné, ale celý přijímač je extrémně náchylný k okolním šumům. To mě donutilo postavit ho do pocínované krabíčky vzdušnou konstrukcí. Pokusy rozjet to na plošném spoji byly marné (dosah cca 30cm), po napájení do krabíčky bez DPS se dosah zvýšil na 110cm (bez optiky).

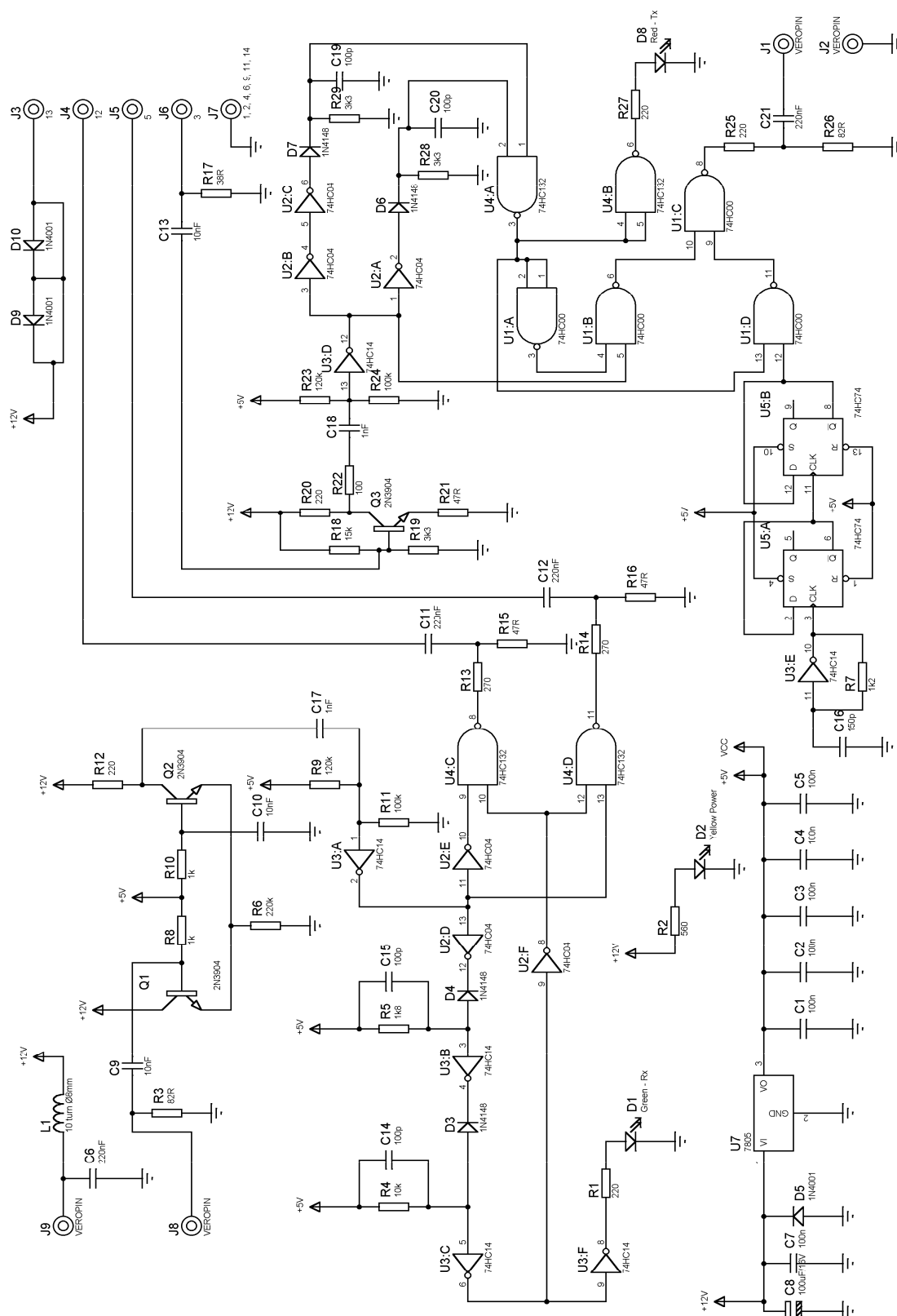


SFH 203

Obr. 8 - Přijímací fotodioda SFH 203

Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojítko	List	10

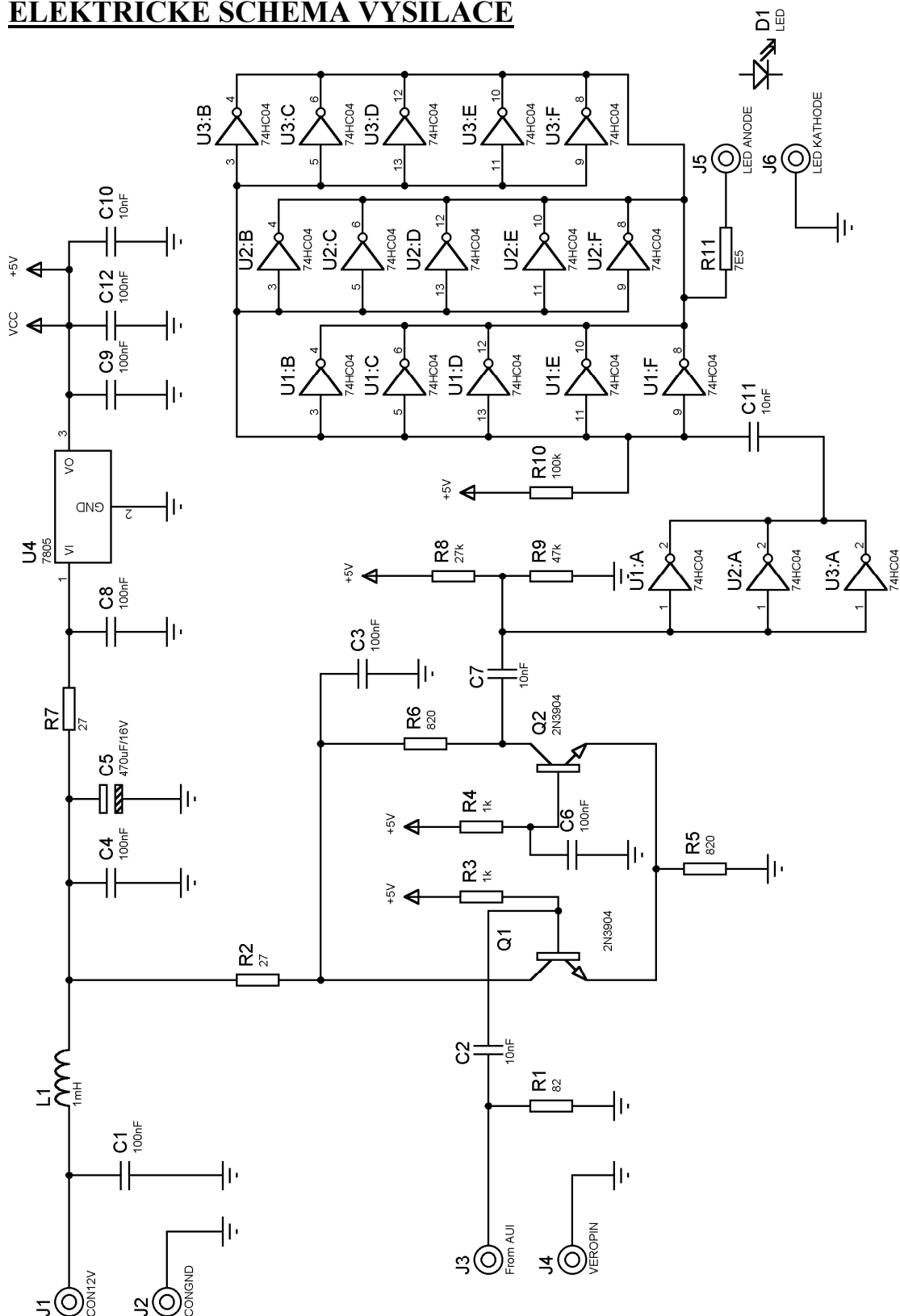
ELEKTRICKÉ SCHÉMA AUI ROZHŘANÍ (INTERFACU)



Obr. 9 - Elektrické schéma AUI interface

Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojítko	List	11

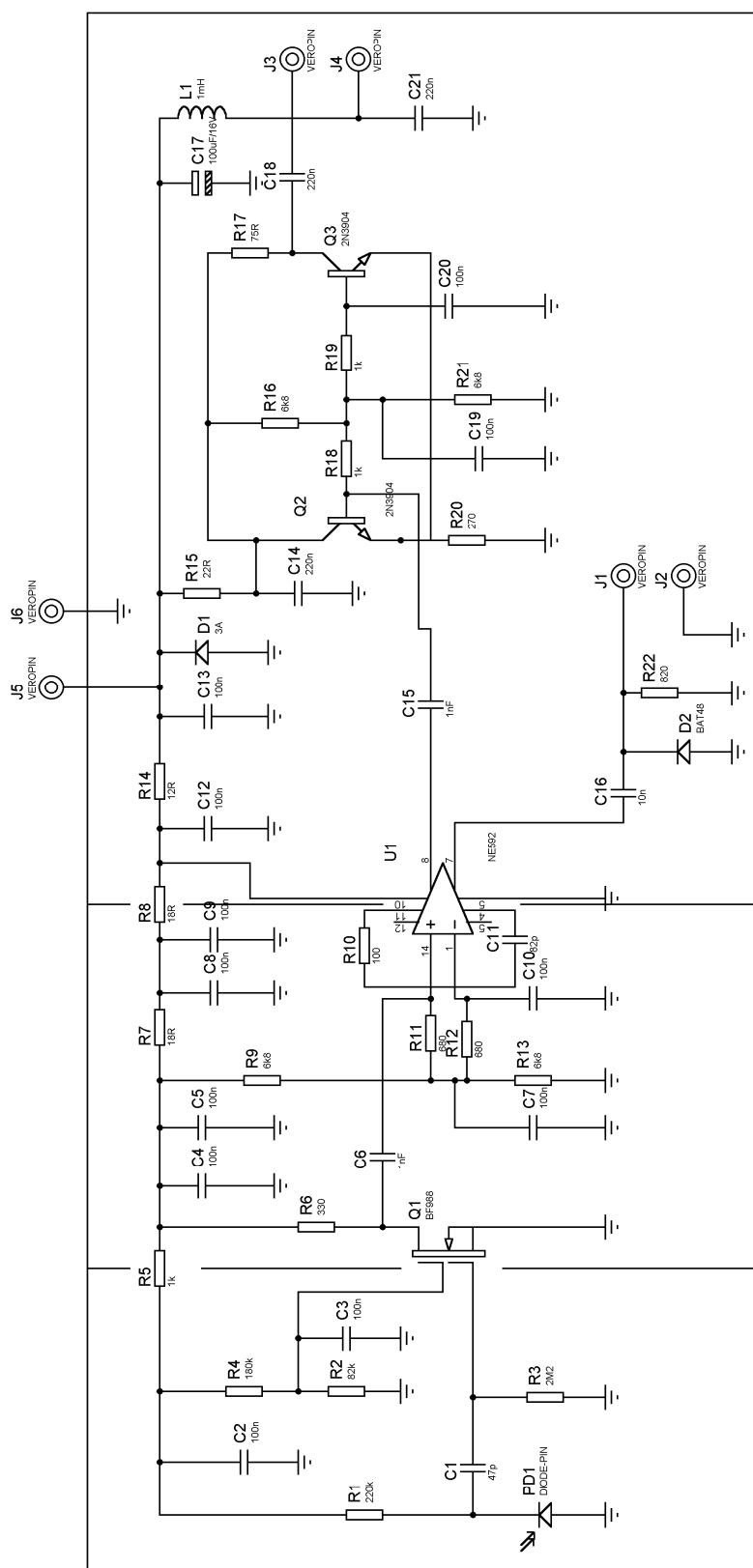
ELEKTRICKÉ SCHÉMA VYSÍLAČE



Obr. 10 - Elektrické schéma vysílače

Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojítko	List	12

ELEKTRICKÉ SCHÉMA PŘIJÍMAČE



Obr. 11 - Elektrické schéma přijímače

Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojítko	List	13

ROZPISKA SOUČÁSTEK PRO AUI INTERFACE

Pol.	Množství	Název	Typ	Hodnota	Poznámka
C1	1	Kondenzátor	Keramický	100 nF	
C2	1	Kondenzátor	Keramický	100 nF	
C3	1	Kondenzátor	Keramický	100 nF	
C4	1	Kondenzátor	Keramický	100 nF	
C5	1	Kondenzátor	Keramický	100 nF	
C6	1	Kondenzátor	Keramický	220 nF	
C7	1	Kondenzátor	Keramický	100 nF	
C8	1	Kondenzátor	Elektrolytický	100 μ F/16V	
C9	1	Kondenzátor	Keramický	10 nF	
C10	1	Kondenzátor	Keramický	10 nF	
C11	1	Kondenzátor	Keramický	220 nF	
C12	1	Kondenzátor	Keramický	220 nF	
C13	1	Kondenzátor	Keramický	10 nF	
C14	1	Kondenzátor	Keramický	100 pF	
C15	1	Kondenzátor	Keramický	100 pF	
C16	1	Kondenzátor	Keramický	150 pF	
C17	1	Kondenzátor	Keramický	1 nF	
C18	1	Kondenzátor	Keramický	1 nF	
C19	1	Kondenzátor	Keramický	100 pF	
C20	1	Kondenzátor	Keramický	100 pF	
C21	1	Kondenzátor	Keramický	220 nF	
D1	1	Dioda LED	LED R 5		zelená
D2	1	Dioda LED	LED R 5		žlutá
D3	1	Dioda	1N4148		
D4	1	Dioda	1N4148		
D5	1	Dioda	1N4001		
D6	1	Dioda	1N4148		
D7	1	Dioda	1N4148		
D8	1	Dioda LED	LED R 5		červená
D9	1	Dioda	1N4001		
D10	1	Dioda	1N4001		
J 3,4	1	Svorkovnice PCB	ARK500/2		2x, roz. 5 mm
J 5,6,7	1	Svorkovnice PCB	ARK500/3		3x, roz. 5 mm
J 8,9	1	Svorkovnice PCB	ARK110/2		2x, roz. 7 mm
J 1,2	1	Svorkovnice PCB	ARK110/2		2x, roz. 7 mm
L1	1	Cívka	N=10	1 mH	d=8 mm
Q1	1	Tranzistor	2N3904		NPN
Q2	1	Tranzistor	2N3904		NPN
Q3	1	Tranzistor	2N3904		NPN
R1	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	220 Ω	
R2	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	560 Ω	
R3	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	82 Ω	

Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojítko	List	14

R4	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	10 kΩ	
R5	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	1k8 Ω	
R6	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	220 Ω	
R7	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	1k2 Ω	
R8	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	1 kΩ	
R9	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	120 kΩ	
R10	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	1 kΩ	
R11	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	100 kΩ	
R12	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	220 Ω	
R13	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	270 Ω	
R14	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	270 Ω	
R15	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	47 Ω	
R16	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	47 Ω	
R17	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	38 Ω	
R18	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	15 kΩ	
R19	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	3k3 Ω	
R20	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	220Ω	
R21	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	47 Ω	
R22	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	100 Ω	
R23	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	120 kΩ	
R24	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	100 kΩ	
R25	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	220 Ω	
R26	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	82 Ω	
R27	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	220 Ω	
R28	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	3k3 Ω	
R29	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	3k3 Ω	
U1	1	Integrovaný obvod	74HC00		NAND
U2	1	Integrovaný obvod	74HC04		Invertor
U3	1	Integrovaný obvod	74HC14		Sch. invertor
U4	1	Integrovaný obvod	74HC132		Sch. NAND
U5	1	Integrovaný obvod	74HC74		KO typu D
U7	1	Integrovaný obvod	7805		Stabilizátor

Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojítko	List	15

ELEKTRICKÁ ROZPISKA SOUČÁSTEK VYSÍLAČE

Pol.	Množství	Název	Typ	Hodnota	Poznámka
C1	1	Kondenzátor	Keramický	100 nF	
C2	1	Kondenzátor	Keramický	10 nF	
C3	1	Kondenzátor	Keramický	100 nF	
C4	1	Kondenzátor	Keramický	100 nF	
C5	1	Kondenzátor	Elektrolytický	470 μ F/16V	
C6	1	Kondenzátor	Keramický	100 nF	
C7	1	Kondenzátor	Keramický	10 nF	
C8	1	Kondenzátor	Keramický	100 nF	
C9	1	Kondenzátor	Keramický	100 nF	
C10	1	Kondenzátor	Keramický	100 nF	
C11	1	Kondenzátor	Keramický	10 nF	
D1	1	Dioda LED	HPWT-DH00		Supersv.
Q1	1	Tranzistor	2N3904		NPN
Q2	1	Tranzistor	2N3904		NPN
J1,2	1	Svorkovnice PCB	ARK500/2		2x, roz. 5 mm
J3,4	1	Svorkovnice PCB	ARK500/2		2x, roz. 5 mm
R1	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	82 Ω	
R2	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	27 Ω	
R3	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	1 k Ω	
R4	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	1 k Ω	
R5	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	820 Ω	
R6	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	820 Ω	
R7	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	27 Ω	
R8	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	27 k Ω	
R9	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	47 k Ω	
R10	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	100 k Ω	
R11	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	7r5 Ω	
U1	3	Integrovaný obvod	74HC04		Invertor

Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojítko	List	16

ELEKTRICKÁ ROZPISKA SOUČÁSTEK PŘIJÍMAČE

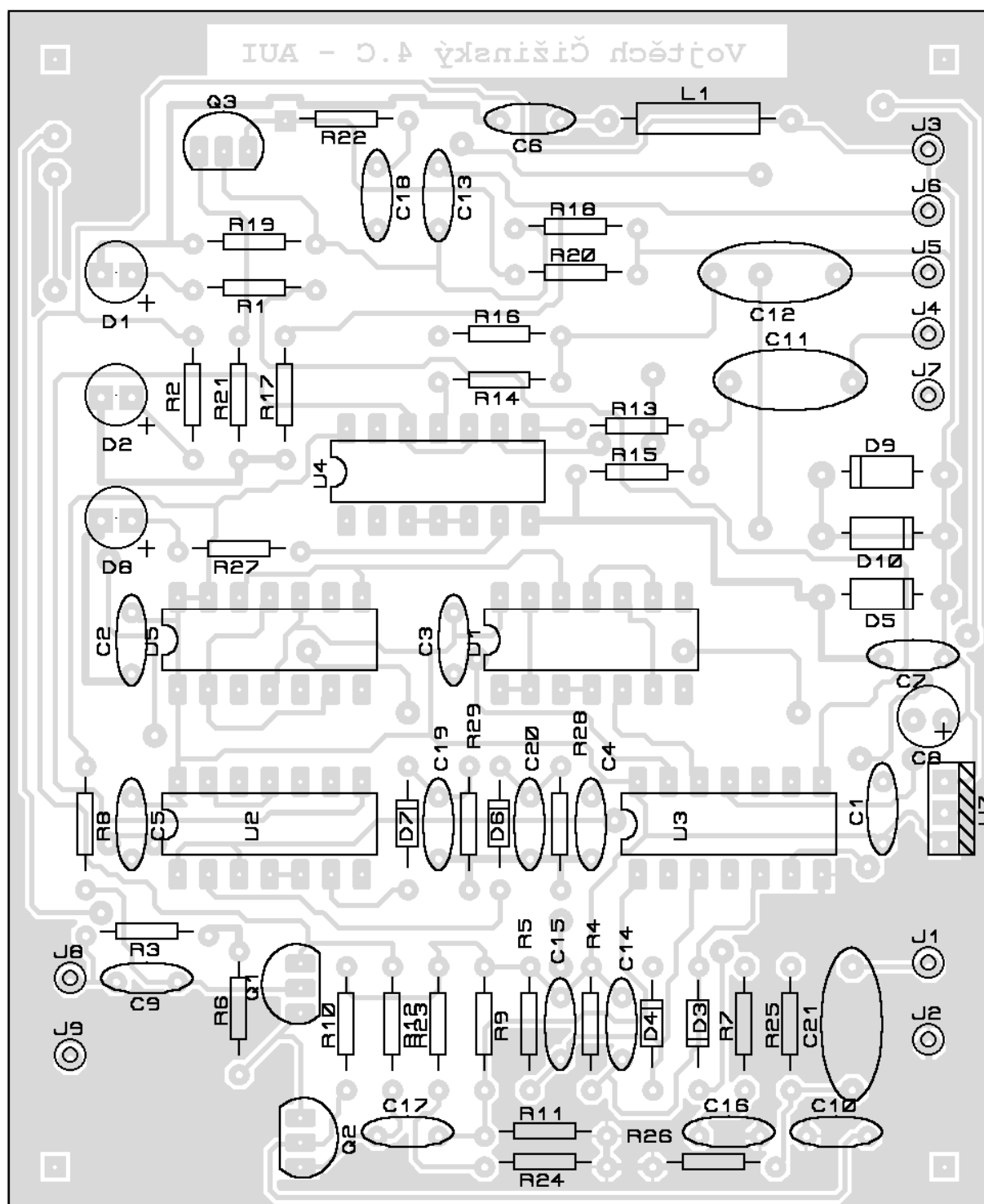
Pol.	Množství	Název	Typ	Hodnota	Poznámka
C1	1	Kondenzátor	Keramický	47 pF	
C2	1	Kondenzátor	Keramický	100 nF	
C3	1	Kondenzátor	Keramický	100 nF	
C4	1	Kondenzátor	Keramický	100 nF	
C5	1	Kondenzátor	Keramický	100 nF	
C6	1	Kondenzátor	Keramický	1 nF	
C7	1	Kondenzátor	Keramický	100 nF	
C8	1	Kondenzátor	Keramický	100 nF	
C9	1	Kondenzátor	Keramický	100 nF	
C10	1	Kondenzátor	Keramický	100nF	
C11	1	Kondenzátor	Keramický	82 pF	
C12	1	Kondenzátor	Keramický	100 nF	
C13	1	Kondenzátor	Keramický	100 nF	
C14	1	Kondenzátor	Keramický	220 nF	
C15	1	Kondenzátor	Keramický	1 nF	
C16	1	Kondenzátor	Keramický	10 nF	
C17	1	Kondenzátor	Elektrolytický	100 μ F/16V	
C18	1	Kondenzátor	Keramický	220 nF	
C19	1	Kondenzátor	Keramický	100 nF	
C20	1	Kondenzátor	Keramický	100 nF	
C21	1	Kondenzátor	Keramický	220 nF	
D1	1	Dioda	BY550		Si, 5 A
D2	1	Dioda	BAT 48		Shottky
J3,4	1	Svorkovnice PCB	ARK500/2		2x, roz. 5 mm
J5,6	1	Svorkovnice PCB	ARK500/2		2x, roz. 5 mm
PD1	1	Fotodioda	SFH203		PIN
Q1	1	Unipolár. tranzistor	BF988		
Q2	1	Tranzistor	2N3904		NPN
Q3	1	Tranzistor	2N3904		NPN
R1	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	220 k Ω	
R2	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	82 k Ω	
R3	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	2M2 Ω	
R4	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	180 k Ω	
R5	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	1 k Ω	
R6	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	330 Ω	
R7	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	18 Ω	
R8	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	18 Ω	
R9	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	6k8 Ω	
R10	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	100 Ω	
R11	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	680 Ω	
R12	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	680 Ω	
R13	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	6k8 Ω	

Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojítko	List	17

R14	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	12 Ω	
R15	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	22 Ω	
R16	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	6k8 Ω	
R17	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	75 Ω	
R18	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	1 k Ω	
R19	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	1 k Ω	
R20	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	270 Ω	
R21	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	6k8 Ω	
U1	1	Integrovaný obvod	NE592		Videozes.

Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojítko	List	18

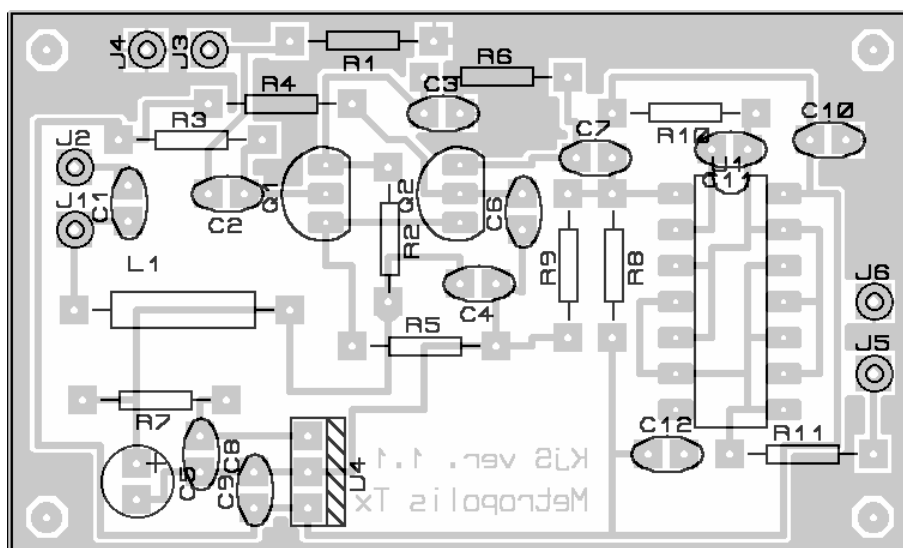
OSAZOVACÍ VÝKRES AUI ROZHRANÍ (INTERFACU)



Obr. 12 - Osazovací výkres AUI interfacu v měřítku 2:1

Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojítko	List	19

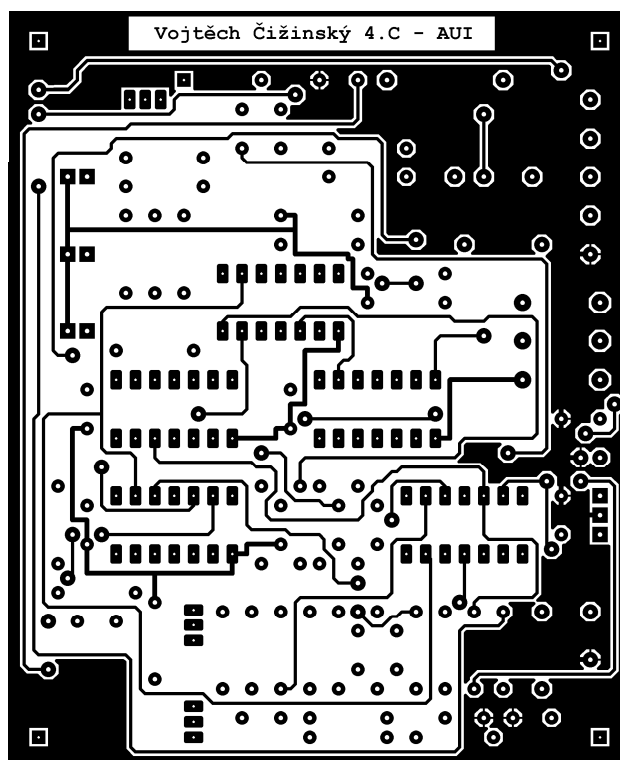
OSAZOVACÍ VÝKRES VYSÍLAČE



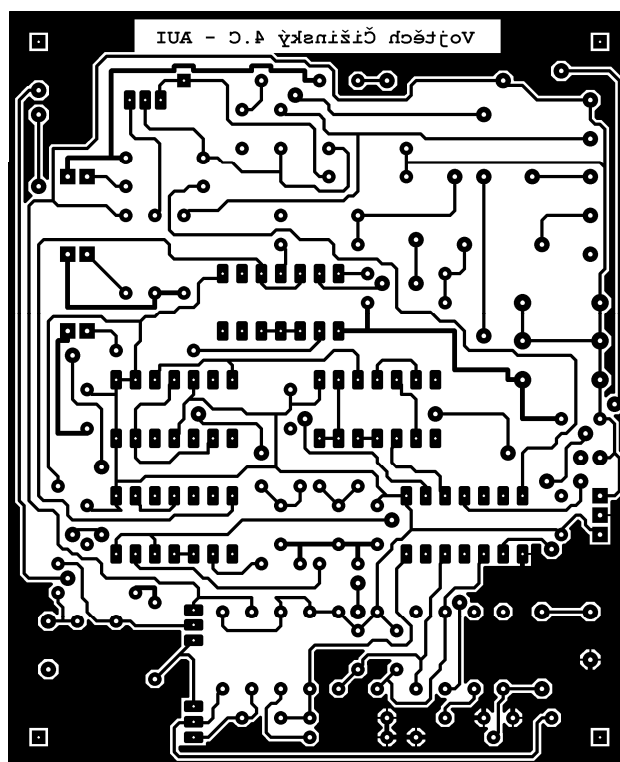
Obr. 13 - Osazovací výkres vysílače v měřítku 2:1

Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojítko	List	20

PŘEDLOHA DPS AUI ROZHRANÍ (INTERFACU)



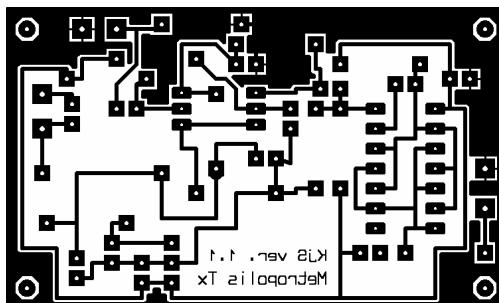
Obr. 14 - Horní strana DPS v měřítku 1:1



Obr. 15 - Spodní strana DPS v měřítku 1:1

Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojítko	List	21

PŘEDLOHA DPS VYSÍLAČE



Obr. 16 - DPS vysílače v měřítku 1:1

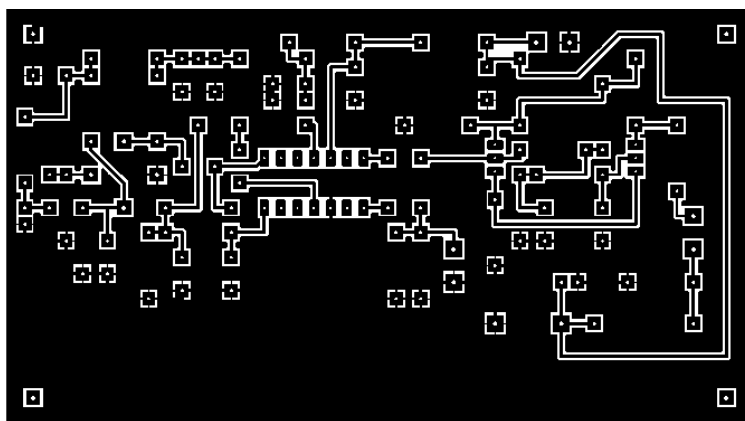
Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojítko	List	22

POZNÁMKY, OŽIVOVÁNÍ

Stavbu optického pojítka jsem začal již o letních prázdninách loňského roku. To se ukázalo jako dobrá volba, jelikož mě během stavby potkávalo nemálo krizí.

První z nich bylo odstranění veškerých zkratů. Po jejich snadném odstranění nastal problém v přijímači. Návrh plošného spoje receiveru se ukázal absolutně nevhodný. Odkrytované zařízení chodilo na DPS bez použití optiky pouze 20 cm, což by v přepočtu nedosahovalo ani 100m s optikou. Bohužel, bylo to zapříčiněno i tím, že jsem neznal zásady návrhu DPS pro tak vysoké frekvence.

Byl jsem donucen postavit přijímač vzdušnou konstrukcí, tj. bez plošného spoje pouze za pomoci drátových propojek do pocínované krabičky. Nebylo to vůbec těžké, jak jsem si zprvu myslel a co je hlavní, dosah se několikanásobně zvýšil. Bez optiky chodilo pojítko na 100cm. Po úpravách hodnot rezistorů R6 a R4 se dosah ještě nepatrně zvýšil na 110cm. To by dle propočtů mělo na 600ti metrový spoj se 130mm optikou stačit.



Obr. 17 - Návrh DPS přijímače

Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojítko	List	23

KONSTRUKČNÍ USPOŘÁDÁNÍ

Celé pojítko jsou vlastně tři krabičky. AUI interface se vešel do krabičky s označením KP 2, pouze bylo potřeba vyvrtat díry pro LED diody a průchodky pro kabeláž. Dále bylo zapotřebí vyrobit distanční sloupky a to ze zcela prostého důvodu, že deska plošného spoje byla navrhována již před výběrem krabičky. Propojení s vysílačem a přijímačem je vedeno přes dva koaxiální kabely, jejich stíněním vede 12V a zem. Z elektronického hlediska se nejedná o nic pěkného, ale z jiného pohledu je lepší natahovat jen 2 kabely, namísto tří. Pro vysílač a pro přijímač byly zakoupeny pocínované krabičky od firmy GM electronics U-AH102/101. Přímě do krabičky byl kvůli jeho násilnosti k okolnímu rušení zapájena elektronika receiveru. DPS vysílače se vešel do menší krabičky, pouze bylo potřeba vyvrtat díry pro vysílací LED a pro vývod kabelů.

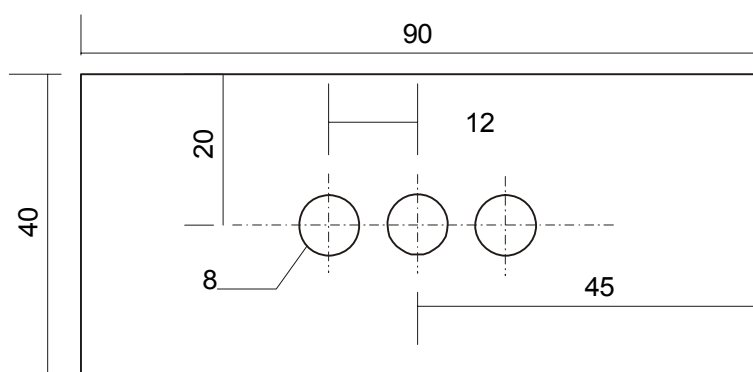
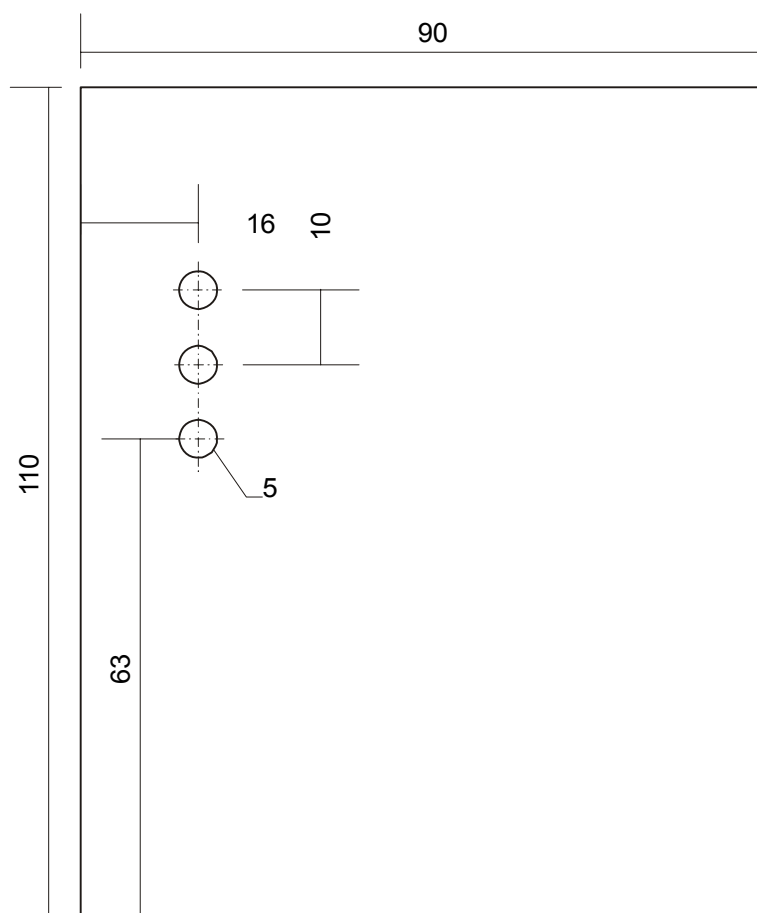
Krabičky vysílače a přijímače budou umístěny do PVC odpadních rour, které jsem z estetického hlediska přetřel na bílo. Extrémně důležité je, aby jak vysílací, tak i přijímací diody ležely přímo v ohnisku čočky. Pomocí jednoduchého triku, který mi poradil kamarád jsem zabránil jakémukoliv posuvu od středu roury, takže i ohniska. V domácích potřebách jsem skoupil veškeré tácky pod květináč šířky 12 centimetrů, které přesně do roury pasují. Krabičky jsou uchyceny mezi tyto dva tácky a dioda je umístěna přímo do středu tácku. Poté už jen stačí nalézt ohnisko posouváním tácků dopředu a dozadu, dokud nebude mít obrazec na zdi potřebný průměr.

Konzole držící celé zařízení musí být naprosto pevná. U mě bude držet na zábradlí na balkóně u kamaráda bude úplně stejná konzole připevněná na zdi k simulovanému zábradlí, tj. svařeným nosníkům tak, aby vypadaly stejně jako zábradlí a nemusely se vyrábět dvě různé držící konzole.

Při návrhu mechanické části byl kladen důraz na zaměřování celého systému. Pomocí velkého šroubu uprostřed hlavní nosné části lze zaměřovat v ose x. Pomocí dvou, pro každou hlavici samostatných šroubů lze zaměřovat v ose y. čtveřice šroubů pod hlavicemi slouží k jemnému doladování, jelikož nosníky nejsou svařeny k sobě přesně rovnoběžně.

Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojítko	List	24

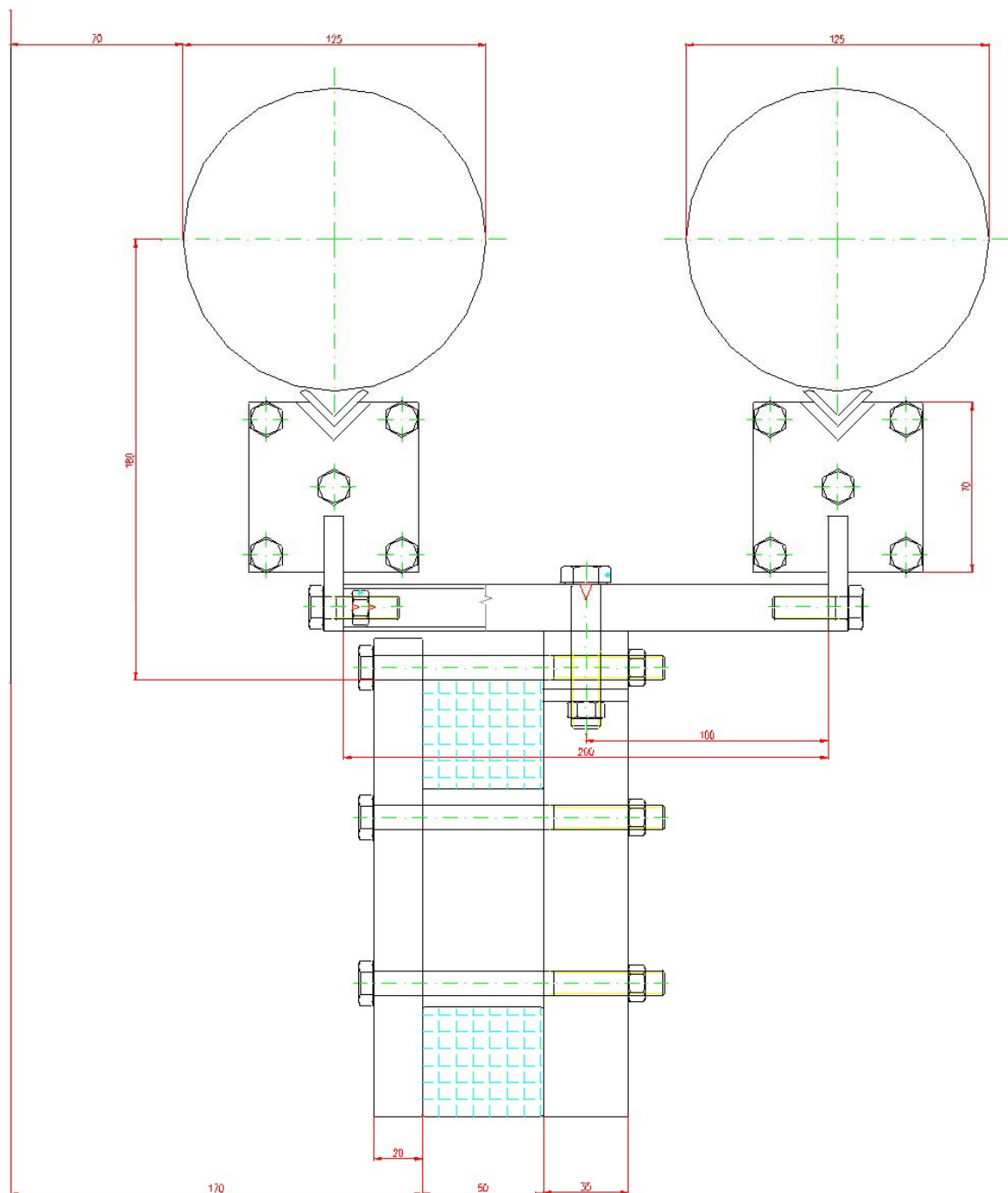
VÝKRES KRABÍČKY PRO AUI INTERFACE



Obr. 18 - Pohled zhora, bokorys

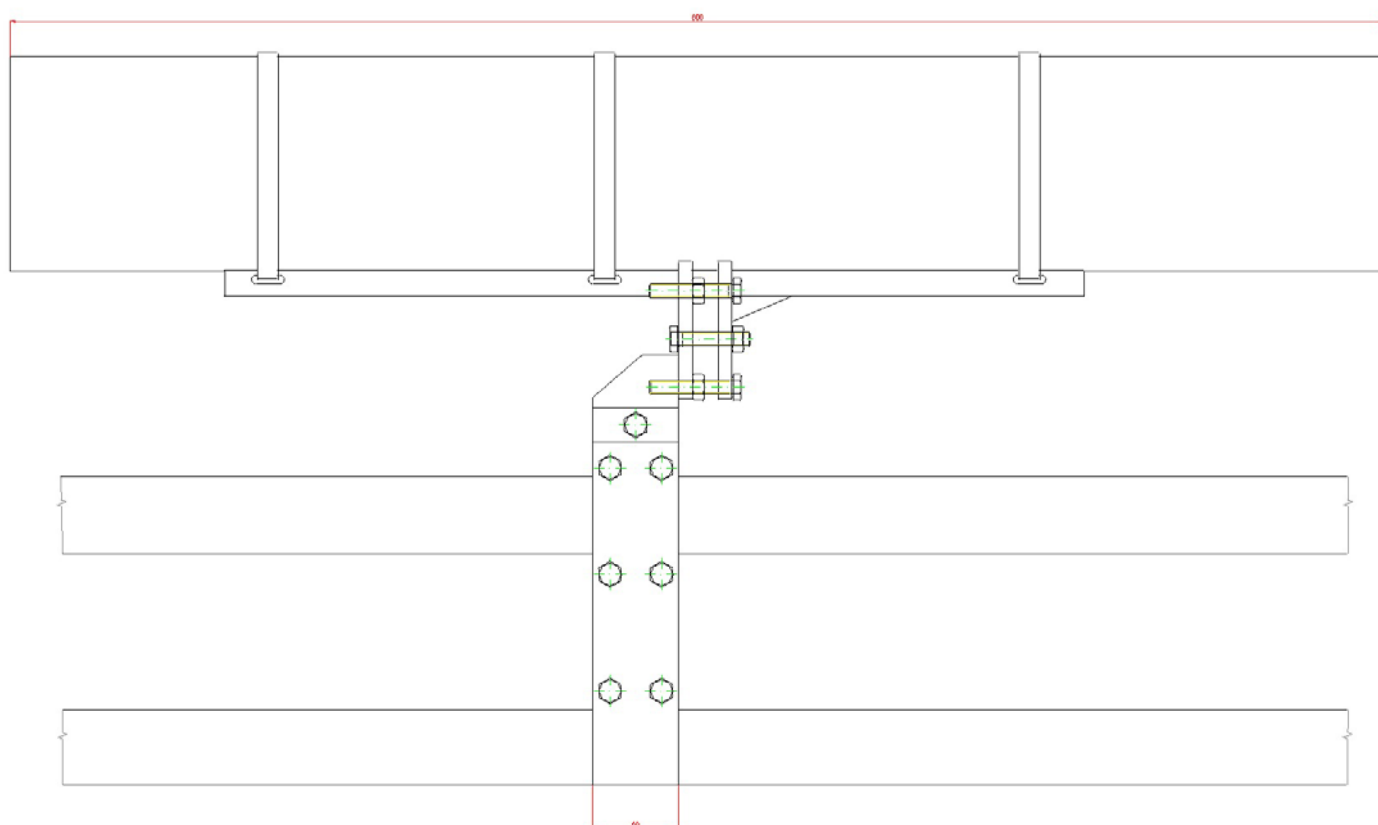
Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojítko	List	25

VÝKRES KONZOLE A TUBUSŮ



Obr. 19 - Pohled zředu

Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojítko	List	26



Obr. 20 - Pohled z boku

Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojítko	List	27

MECHANICKÁ ROZPISKA

Pol.	Množství	Název	Typ	Hodnota	Poznámka
	1	Krabička	KP2		plastová
	2	Roura	l=50 cm d=125 mm		Odpadní PVC
	2	Výčko	d=125 mm		Odpadní PVC
	2	Kabelová průchod.	PG 13.5		těsnící
	2	Čočka		d=130 mm	Made in China
	3	Kabelová průchod.	SB-8	d=8 mm	
	8	Tácek	d=120 mm		
	1	Konzole	Vlastní výr.		
	1	Konektor	Can 15		
	1	Rezistor	0,6 W; 1 %	39 Ω	
	6m	Koaxiální kabel	RG 174/U	50 Ω	$\varnothing 2,8/\varnothing 0,48\text{mm}$
	5m	Nestíněná dvojlinka	CYH2x1mm ²		Červ./černá
	6	Svorkovnice	CM1025		
	1	Krabička	U-AH102		Pocínovaná
	1	Krabička	U-AH101		Pocínovaná

Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojítko	List	28

ZÁVĚR

Z konstrukční hlediska se vyskytl největší problém v návrhu plošného spoje pro přijímač. Nakonec jsem byl donucen tento nedostatek ne zrovna „elegantně obejít“ zapájením součástek přímo do krabičky. Někdy musí estetika ustoupit funkčnosti. I přes další nedostatky a nevěřící pohledy všech, kterým jsem vysvětloval, že světlo LED diody dokáže překonat i kilometr dlouhou vzdálenost, se stavba podařila a celé zařízení je již připraveno k praktickému použití ve venkovních podmínkách. Jak bylo psáno v úvodu, veškeré prostředky vložené se snad po krátkém čase vrátí.

Stavba optického pojítka mě naučila mnoho praktických věcí, které jsme ve škole, zejména v předmětu praxe, nestihli probrat. Objevil jsem (nebo si spíše potvrdil) i vlastní nedostatky, a to hlavně moji nepřilíš dokonalou manuální zručnost, která se, doufejme, časem napraví.

Nakonec chci podotknout, že jsem velice hrdý na to, co jsem postavil a zařadil bych to mezi největší úspěchy v mém dosavadním životě.

Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojítko	List	29

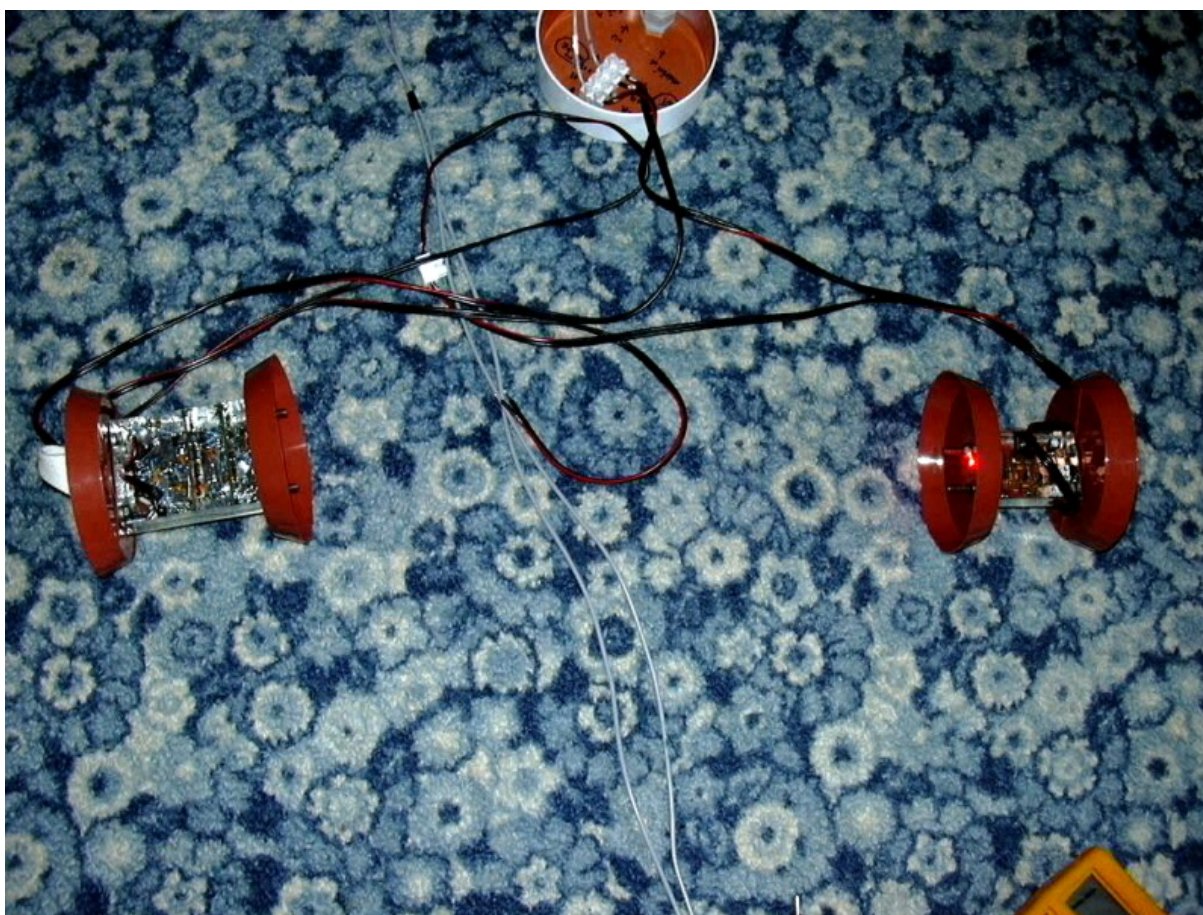
FOTODOKUMENTACE



Obr. 21 - Pohled na cílové místo



Obr. 22 - Sestava



Obr. 23 - Testování

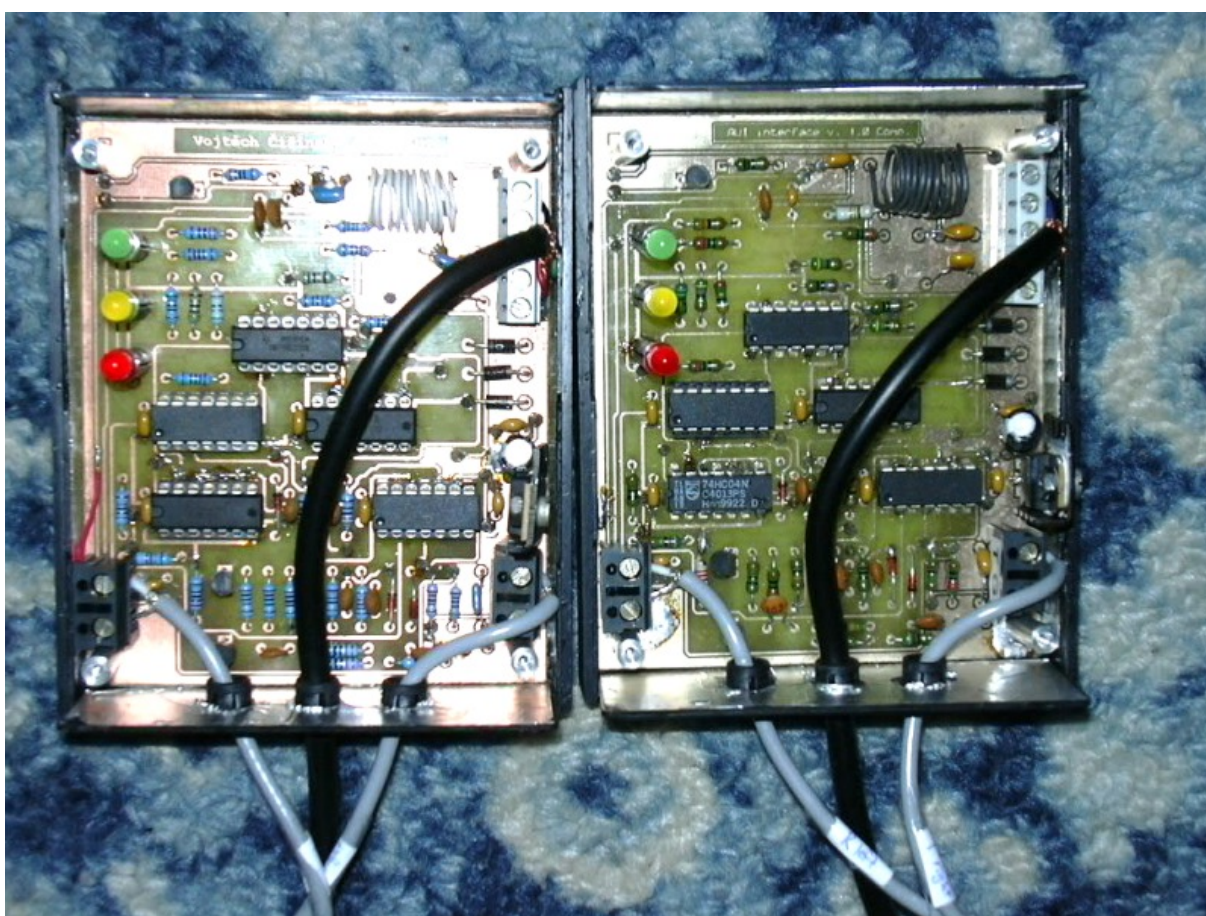
Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojítko	List	30



Obr. 24 – Zdroj světla – HPWT DH00

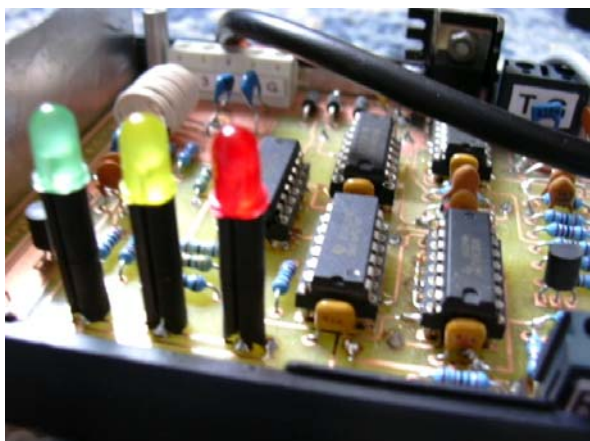


Obr. 25 – Přijímače

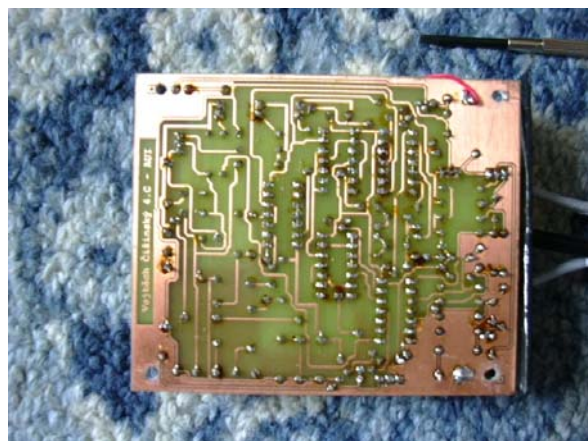


Obr. 26 – AUI interfejsy

Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojítko	List	31



Obr. 27 – Akční pohled na interfejs



Obr. 28 – DPS interfejsu



Obr. 29 – Elektronika + zaměřovací štítek

Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojítko	List	32



Obr. 30 – 130mm laserový paprsek



Obr. 31 - Vysílače



Obr. 32 – Vysílač zaměřen

Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojítko	List	33

PODĚKOVÁNÍ, DISTRIBUCE

Za rady a pomoc při oživování elektrické části děkuji Ondřeji Tesařovi. Za mechanickou práci, a to hlavně na držící konzoli, děkuji mému strýci Karlu Doušovi. Dík patří i učitelům na praxi.

Zařízení podléhá licenci GPU a je volně šiřitelné.

Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojítko	List	34

TECHNICKÁ DOKUMENTACE

Pro Střední průmyslovou školu elektrotechnickou a Vyšší odbornou školu Pardubice
vypracoval Vojtěch Čížinský, 4.C 2003/2004

Obsahuje celkem 36 listů, 32 obrázků

Použité názvy jednotlivých firem a jejich produktů mohou být a jsou registrovanými
obchodními značkami svých oprávněných vlastníků

Tisk: duben 2004

Počet výtisků: 2

Pouze pro interní potřebu SPŠE

Jméno:	Vojtěch Čížinský		
Třída:	4.C	Počet listů	35
Výrobek:	Optické pojítko	List	35