

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

YuniControl
Univerzální ovládací pult

Jaroslav Páral

Brno 2013

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor SOČ: 9. Strojírenství, hutnictví, doprava a průmyslový design

YuniControl Univerzální ovládací pult

Autor: Jaroslav Páral
paral.jarek@gmail.com

Škola: SPŠ a VOŠ technická,
Sokolská 1, 602 00 Brno

Konzultant: Jakub Streit

Brno 2013

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou práci vypracoval samostatně, použil jsem pouze podklady (literaturu, SW atd.) citované v práci a uvedené v příloženém seznamu a postup při zpracování práce je v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Brně dne: 30.4.2013

podpis:

Poděkování

Děkuji Jakubu Streitovi, Ing. Jiřímu Váchovi a panu Luďkovi Kučerovi za rady, obětavou pomoc, velkou trpělivost a podnětné připomínky poskytované během práce na tomto projektu.

Také bych chtěl poděkovat panu Mgr. Miroslavu Burdovi za všeobecnou pomoc s prací.

Děkuji i Vojtěchovi Bočkovi za naprogramování aplikace pro správu ovladače přes telefon a PC.

Dále děkuji organizaci JUNIOR – Dům dětí a mládeže Brno, za poskytnutí zázemí, vybavení a podpory.

Tato práce byla vypracována za finanční podpory Jihomoravského kraje a Jihomoravské centrum pro mezinárodní mobilitu.



Anotace

Cílem této práce je vytvořit univerzální dálkový ovládací pult, který se od běžně dostupných ovladačů liší tím, že umožňuje uživateli rozmístit si libovolně a v téměř neomezeném množství ovládací prvky ze standardní nabídky modulů.

Pult je vhodný pro testování různých způsobů uspořádání ovladačů a umožňuje vytváření zcela nových ovládacích zařízení, která zatím nikdo nevyrobí. Zároveň je určen pro speciální zařízení, na které běžné ovladače nestačí. Zvláště vhodný je pro aplikace, kde je pro řidiče nezbytné mít k dispozici větší množství ovládacích prvků a tyto ovládací prvky mít speciálně rozmístěny, například kvůli přesnému a rychlému ovládání.

Klíčová slova: univerzální ovladač, řídicí pult, dálkové ovládání, komunikace, modulární konstrukce

Annotation

The goal of this work is to create a multi-purpose remote control console. Unique feature of this console is the possibility for user to place any and almost unlimited amount of operating elements (from range of standard, premade modules) wherever he needs to and in any layout he wants.

The remote control is suitable for testing different methods of controls arrangement. It is also able to create a purely new control interfaces which have never been made by anybody. Console is especially useful for applications where usual remote control is not enough, for example when the driver needs greater amount of control elements and/or needs some special arrangement of said elements.

Key words: universal controller, control board, remote control, communication, modular construction

Abstrakt

Řadu let se věnuji modelářství a robotice. Během této doby jsem se mnohokrát dostal do situace, kde mi běžný ovladač nestačil, kdy byl k ničemu nebo kdy jeho používání bylo velmi komplikované. Účastnil jsem se týmových vývojjů několika robotických zařízení, která byla určena pro vykonávání speciálních úkolů, a pro tyto oblasti běžný ovladač nedostačoval. Proto jsem se rozhodl, že vyrobím vlastní univerzální ovládací pult, který bude splňovat moje požadavky.

K finálnímu řešení jsem došel po vytvoření několika variant a návrhů. Tyto návrhy jsem konzultoval s lidmi, kteří měli podobné problémy jako já. Za nejvhodnější variantu jsem zvolil variabilní konstrukci, která se skládá z různých ovládacích modulů.

Nyní mám ovládací pult, do kterého mohu umístit ovládací prvky typu křížový ovladač, potenciometry, přepínače, tlačítka nebo letecký joystick a vytvořit si ovladač podle potřeb. Když bych potřeboval nové ovládací prvky, tak si je mohu vyrobit a snadno přidat.

Tento pult lze využít k ovládání robotů, modelů letadel, lodí, dopravní techniky nebo stavebních strojů.

Navíc koncept ovladače vyvinutého při této práci může sloužit pro zakázkovou výrobu ovladačů určených uživatelům s velmi specifickými požadavky.

Hlavním přínosem mé práce je, že jsem vytvořil jedinečný ovladač s velkými možnostmi úprav, který umožňuje vyzkoušet si různá uspořádání ovládacích prvků, přidat nové funkce nebo provést studii, ve které porovnáám možnosti jednotlivých ovladačů, například kniplu, leteckého joysticku nebo gamepadu.

Dalším využitím této práce je možnost použít univerzální ovládací pult pro nalezení optimálního řešení uspořádání ovládacích prvků a následně k individuální výrobě ovladače podle přání zákazníka.

Obsah

Úvod	3
1 Proč stavět univerzální ovladač	5
1.1 Současný stav na trhu	6
2 První generace ovladače	8
2.1 Konstrukce	8
2.2 Elektronika	10
2.3 Software	10
2.4 Praxe a využití	11
3 Návrh nové konstrukce	12
3.1 Varianta 1 – frézované drážky	12
3.2 Varianta 2 – zásuvné banánky	13
3.3 Varianta 3 – kotvení dutými šrouby	14
3.4 Varianta 4 – magnety	15
3.5 Konečný výběr	15
4 Návrh	17
4.1 Použitý materiál	17
4.2 Výroba z duralu	19
4.3 Volba tloušťky duralu	19
4.4 Výběr magnetů	19
4.5 Upevnění magnetů	20
4.6 Dvoupatrová konstrukce	21
4.7 Mechanické spojování modulů	22
5 Výroba	23
5.1 Řezání vodním paprskem	23
5.2 Ohýbání na CNC ohraňovacím lisu	24
5.3 Opískování povrchu	24
5.4 Kompletace	25
6 Ergonomie a design	26
6.1 Volba pěny	26

6.2	Struktura povrchu hliníku	27
6.3	Kniply – páky křížového ovladače	28
6.4	Zavěšení pultu na uživatele	29
7	Elektronika	33
7.1	Důvody pro novou elektroniku	33
7.2	Realizace	34
7.3	Výsledný hardware	35
7.4	Uvolnění pod Opensource	35
8	Komunikace	36
8.1	MAX485	36
8.2	Bluetooth	36
8.3	FTDI	37
8.4	2,4 GHz modul	38
9	Software	39
10	Třetí generace ovladače	40
10.1	Optimalizace řezání dílů	40
10.2	Změna materiálů	40
10.3	Nová kostra/pult	41
10.4	Tvarové moduly	41
10.5	Elektronika	43
11	Využití	44
	Závěr	45
	Přílohy	47
	Slovníček pojmů	47
	Literatura	48
	Seznam obrázků	50
	Obrazová příloha – 1. generace	52
	Obrazová příloha – 2. generace	55
	Výkresová dokumentace	60

Úvod

Projekt univerzální ovládací pult je zaměřen na vyrobení uživatelsky přívětivého ovladače s téměř neomezenými možnostmi úprav, který bude sloužit pro řízení modelů letadel, lodí, dopravní techniky, stavebních strojů, robotů nebo případně průmyslových manipulátorů, jeřábů a dalších zařízení se složitým ovládáním.

Cílem projektu je navrhnout a vyrobit pult, který umožňuje uživateli použít prakticky neomezené množství ovládacích prvků – limitem jsou pouze rozměry pultu. Uživatel si navíc může všechny tyto ovládací prvky rozmístit na pultu zcela libovolně podle svých potřeb.

Pro výrobu ovladače jsem se rozhodl, protože mi komerční ovladače nevyhovovaly, neumožňovaly například upravovat rozmístění ovládacích prvků, přidávat další ovládací prvky nebo měnit jejich nastavení. Existující ovladače mají složité řešení a nebo jsou mimo mé finanční možnosti. Podrobnější rozbor důvodů, proč navrhuji a vyrábím univerzální ovládací pult, naleznete v kapitole 1.

Na svém ovládacím pultu pracuji již třetím rokem. Za tuto dobu jsem vytvořil dvě konstrukce (1. a 2. generace) a na třetí momentálně pracuji (viz. 3. generace).

V první generaci jsem vytvořil funkční prototyp, na kterém jsem odzkoušel fungování všech prvků, elektroniky a reálnou vyrobiteľnost. Popis první generace naleznete v kapitole 2.

Následně jsem se pustil do návrhu a výroby 2. generace. Ta je založena na konceptu ovládacích modulů, které se vkládají do obalu ovladače a mohou si jejich rozložení libovolně upravovat a měnit.

Pro 2. generaci jsem zvažoval čtyři základní varianty konstrukce. Rozbor výhod a nevýhod jednotlivých variant a zvolené řešení naleznete v kapitole 3.

V kapitole 4 je popsán postupný návrh a řešení jednotlivých problémů při konstrukci.

Samotnou výrobu a jednotlivé její kroky jsem rozebral v kapitole 5.

Při návrhu a konstrukci jsem pracoval i na ergonomii a designu jednotlivých částí. Konkrétně jsem například řešil strukturu povrchů, pohodlné ovládání i bezproblémové zavěšení pultu na uživatele. Tyto a další problémy jsou popsány v kapitole 6.

Musel jsem zároveň vyřešit řídicí elektroniku. Zvažoval jsem, jestli použít elektroniku z modelářské vysílačky nebo si vytvořit vlastní. Nakonec jsem se rozhodl pro vlastní návrh. Důvody pro vlastní elektroniku a její podrobný popis naleznete v kapitole 7.

Momentálně pracuji na třetí generaci. Hlavní motivací pro další úpravy je přechod od vývoje prototypu k zařízení vhodnému pro kusovou výrobu a prodej. Přitom budu schopen dodat buď samotnou elektroniku nebo celý univerzální ovladač.

Třetí generace je spíše evolucí než revolucí, ale i tak jsem udělal mnoho podstatných změn, například výrobní technologie nebo použití užšího materiálu na výrobu modulů. Zároveň ladím design a ergonomii tak, aby se dal ovladač, který budu prodávat, bez problémů používat v každodenním provozu. S tím souvisí vývoj tvarových modulů pro obal ovladače a další podstatná vylepšení jak elektroniky, tak v konstrukční oblasti. Všechna tato vylepšení naleznete v kapitole 10.

Výstupem práce je hotový výrobek, na kterém mohu snadno otestovat nejrůznější ovládací zařízení, ale mohu jej také použít jako prototyp sloužící k odzkoušení vlastního uspořádání a následné zakázkové výrobě finálního produktu. Tyto a další možnosti použití jsou popsány v kapitole 11.

V závěru naleznete výsledky mé práce, její využití a uplatnění a předpokládaný směr dalšího vývoje.



Obrázek 1: Hotová podoba ovladače – jedna z možností uspořádání

1 Proč stavět univerzální ovladač

Pro návrh a výrobu univerzálního ovladače jsem se rozhodl, protože řadě uživatelů současné komerčně vyráběné vysílačky pro řízení například RC modelů letadel, lodí, dopravních prostředků, stavebních strojů, robotů nebo i průmyslových zařízení nevyhovují z následujících důvodů.

1. Rozmístění, tvar, ergonomie a funkce ovladačů

Pokud někdo řídí například model letadla, ze kterého nemůže spustit oči a zároveň mezi palci a ukazováčky drží kniply, tak ostatní prsty na některé ovladače prostě nedosáhnou. Proto by bylo vhodné mít umístěné některé ovládací prvky (např. přepínač, tlačítko) přímo na kniplu nebo v jeho těsné blízkosti.

2. Celková velikost

Komerční vysílačky jsou pro některé modeláře příliš malé, takže jejich ovládání může být nepohodlné až nepraktické.

3. Nedostatek funkcí

Všechny ovladače mají omezený počet přepínačů, potenciometrů, tlačítek atd. Standardně je to něco kolem 6 přepínačů, dvou potenciometrů a jednoho tlačítka/spínače. Ty nejlepší, a také nejdražší ovladače mívají maximálně 16 těchto ovládacích prvků. Ale představte si věrnou maketu trolejbusu, kolik musí obsahovat ovládacích prvků.

4. Nemožnost úprav

Změnit funkci jednotlivých ovladačů nebo přidat jiné obvykle nelze. S těmito problémy se ve velké míře setkávají hlavně modeláři se stavební technikou, jako jsou bagry, trucky, jeřáby atd. Většinou potřebují mnoho kanálů na ovládání různých funkcí své techniky, což je ovšem stojí nemalé peníze za vyšší řady vysílaček nebo za speciální rozšiřující sady.

5. Cena

Kvalitní komerční vysílačky jsou velmi drahé, v rozmezí 25 až 50 tisíc Kč (vysílačky, které nabízí více kanálů, umožňují širší konfigurovatelnost, mají propracovanější software).

Rozhodl jsem se tedy navrhnout a vyrobit univerzální ovládací pult, který tyto nedostatky bude řešit a dokáže plně nahradit komerčně dostupné vysílačky. Z výše uvedeného plyne, že pult by měl mít tyto vlastnosti.

1. Možnost přidání libovolného ovládacího prvku a jeho umístění kamkoliv do pultu.
2. Volba rozměrů pultu dle potřeb uživatele (rozměrů, funkcí).
3. Poskytnout velký prostor pro požadované funkce. Umožnit uživateli přidat třeba 30 přepínačů a 20 potenciometrů.
4. Možnost kompletního nastavování (cokoliv si na univerzálním ovládacím pultu mohu upravit, kdykoliv přeprogramovat, nastavit, či v budoucnu přidat). Například momentálně potřebuji 4 křížové ovladače a 10 tlačítek. Pokud zítra budu potřebovat jen 1 křížový ovladač, ale 20 přepínačů a 6 potenciometrů, nebude to pro ovladač problém, protože si jej budu moci snadno přestavět a přeprogramovat dle vlastních potřeb.
5. Chci poskytnout ovladač pro uživatele s velmi specifickými požadavky (modelář se stavebními stroji nebo dopravní technikou, případně obsluha měřicího centra), kterého neuspokojují nebo mu nedostačují komerční produkty.

1.1 Současný stav na trhu

Modelářské vysílačky jsou na trhu desítky let. Během této doby proběhl vývoj v oblasti elektroniky, přenosu signálu, spolehlivosti zařízení. Je zajímavé, že v oblasti ergonomie, rozmístění ovládacích prvků, nedošlo během této doby k žádné změně.

Všichni velcí výrobci ovladačů vyrábí už desítky let se stejným uspořádáním ovládacích prvků pořád stejné typy. Pokrok modelářských vysílaček v oblasti ergonomie, uživatelského komfortu a ovládacích prvků je minimální, ba skoro žádný.

Při komunikaci s modeláři jsem zjistil, že se prakticky všichni naučili jeden styl ovládání a ten využívají. Často je pro ně velmi složité, si jen představit, používat jiný způsob ovládání. Ale mnoho modelářů se nezamýšlí nad tím, jestli by to pro ně nebylo výhodnější, pohodlnější, snadnější nebo příjemnější používat jiný styl ovládání.

Někdo by možná namítnul, že ovladače už jsou tak vychytané a odladěné, že na nich není potřeba nic měnit. Ale z mého okolí se ke mě dostalo mnoho zajímavých návrhů, jak současné ovládací zařízení vylepšit, jak si přeuspořádat ovládací prvky, co by si uživatelé rádi předělali nebo vytvořili atd. Bohužel jim to není umožněno, jelikož výrobci jejich připomínky neřeší. Přinejlepším jen slibují změnu někdy v budoucnu. Předělávat ovladač v domácích podmínkách je pro zákazníky velmi složité

(i když prakticky jediné řešení). Přitom by nebylo tak složité odzkoušet nová uspořádání a vytvořit sadu příslušenství pro uživatele. Udělat průzkum mezi modeláři, jak amatéry tak profesionály.

„Nevíte proč všichni výrobci používají přibližně stejné rozložení ovládacích prvků? Já také ne. Proč si tedy nevyzkoušet úplně jiné rozložení. Proč nevytvořit úplně nový styl ovládaní modelů, který by mohl být převratný a obletět svět.“

Myslím, že ergonomie vysílaček i samostatných ovládacích prvků by se dala v mnohém vylepšit. Bohužel není skoro žádná firma, která by tyto věci zkoušela. A obyčejný smrtelník? Ten už prakticky nemá vůbec žádnou možnost, jak si odzkoušet jiné způsoby ovládaní.

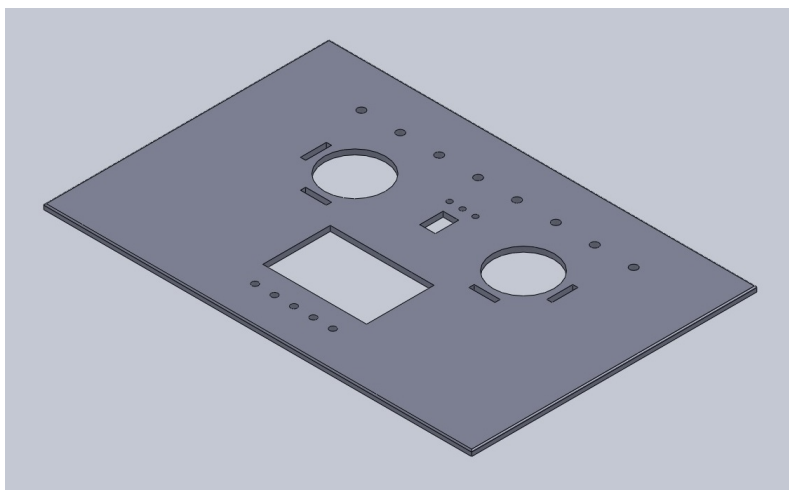
To je jedna strana pohledu, když se na vysílačky podíváme také z pohledu minoritní skupiny modelářů stavební techniky, dopravních prostředků, speciálních zařízení, jako jsou nějaké manipulátory či CNC centra, narazíme na další zásadní problém.

Pokud totiž někdo po vysílačce chce více funkcí, než jen ovládat plyn, brzdu nebo otvírání jednoduchého mechanismu, tak již si se standardní vysílačkou nevystačí a musí použít drahé rozšiřující moduly.

2 První generace ovladače

2.1 Konstrukce

Univerzální ovladač první generace je vyroben z překližky. Překližku jsem zvolil proto, že se s ní dá dobře pracovat i v domácích podmínkách, na rozdíl od plastů či kovů. Je relativně lehká, avšak při dobrém provedení poskytuje velmi vysokou pevnost, v některých ohledech může konkurovat i kovům nebo slitinám jako duralu. Je vhodná pro nastříkání či natření barvou, čímž nejenže vylepším vzhled samotného výrobku, ale také ji ochráním před špínou, mastnotou nebo nežádoucími vlivy jako vlhkost, déšť atd.



Obrázek 2: Návrh uspořádání ovládacích prvků první generace

Přemýšlel jsem nad rozvržením prvků a celkovým designem. Nakonec jsem zvolil klasickou konstrukci pultového ovladače, která se vyskytuje u modelářských vysílaček, abych mohl vyzkoušet několik vylepšení, který jsem měl namyšlený.

Upravil jsme si lehce rozložení prvků. Zvětšil jsem rozteč mezi křížovými ovladači, prodloužil páky křížových ovladačů a přidal si vrchní řadu přepínačů.

Ovladač je vyroben z větší části z překližky o tloušťce 6 mm jen deska, ke které jsou přidělány ovládací prvky je tenčí (má 4 mm), kvůli lepšímu uchycení ovládacích prvků. Pult má rozměry 50 x 35 x 7 cm, přibližná vnitřní hloubka je 6 cm. Tvarově je nejbližší kvádru, ale na přední straně má vybrání pro pohodlnější nošení.

Spodní stěna pultu je odnímatelná, drží na čtyřech vrutech, kvůli případným úpravám či různým servisním zásahům.



Obrázek 3: Ovládací pult 1. generace bez povrchové úpravy

Ve vrchní desce jsou vyříznutý dva otvory. Jeden slouží jako malá přihrádka na věci potřebné k ovládání (např. náhradní baterie, servisní pomůcky atd.). Její rozměry jsou 20 x 5 cm, hloubka je 5 cm. Na tuto přihrádku mám přichystanou krytku.

Druhý výřez je pro desku s ovládacími prvky. V plánu bylo mít více druhů desek a případně je vyměňovat podle situace. Pokud by mi třeba nevyhovovaly rozměry pultu, je možné vzít tuto desku s veškerou elektronikou a umístit ji do jiného pultu. Řídící deska má rozměr přibližně 30 x 20 cm.

Pult jsme nastříkali barvou, kvůli lepšímu vzhledu a ochraně překližky. Deska s ovládacími prvky a krytka přihrádky má zelenou barvu, zbytek pultu je nastříkán matnou černou.

Na bočních stranách se nacházejí vždy dva otvory (dva na každé straně), které slouží k uchycení popruhů. Tyto popruhy drží na klasických metrických šroubech. Popruhy umožňují zavěsit pult na uživatele.



Obrázek 4: Ovládací pult 1. generace po nastříkání

2.2 Elektronika

Elektroniku do první generace jsem si sám navrhoval, vyráběl a programoval. Umí snímat hodnoty z osmi potenciometrů (například obslouží dva křížové ovladače a k nim další čtyři potenciometry), zvládne obsloužit grafický displej, má 22 vstupně výstupních pinů, na které si každý uživatel může připojit přepínač, tlačítko nebo indikační diody a dokáže komunikovat několika způsoby s ovládanými zařízeními.

2.3 Software

Při návrhu softwaru jsem využil knihovny od Martina Vejnára a Jakuba Střecha, které používáme v klubu Robotiky na Junioru [2]. Některé problémy jsem řešil se svým konzultantem. Aktuální software dokáže snímat hodnotu z potenciometrů, určuje pozici přepínačů, indikuje vybití baterií pomocí diod. Dokáže se připojovat přes bluetooth nebo po kabelu k jiným zařízením a to až už k PC (kvůli ladění či

přenastavování programu) nebo k modelům typu robot, letadlo, loď, stavební bagr nebo bojový tank.

2.4 Praxe a využití

S první generací jsem se zúčastnil soutěže Eurobot Starter 2011 [4], kde jsem se svým týmem vyhrál první místo v celostátním kole této soutěže. Velkou měrou se na tomto vítězství podílel právě tento univerzální ovladač. Přesnost a přizpůsobení ovládání robota potřebám vyplívajících z pravidel soutěže nám poskytli velikou výhodu proti soupeřům používajícím méně vhodná ovládací zařízení. Prakticky se dá říct, že bez něj bychom neměli šanci.

Využití také našel při testování a odlaďování bezpilotní (autopilotní) platformy Bedřicha Saida, který vyvinul elektroniku pro stabilizaci a autonomní let letadel. Univerzální ovladač sloužil pro řízení letadla v době, kdy nebyl autopilot aktivován, a v případě nějakých problémů jako nouzové ovládání. Díky mé elektronice bylo velmi snadné přenášet informace z letadla na zem a následně do PC, kde se informace zpracovávaly.



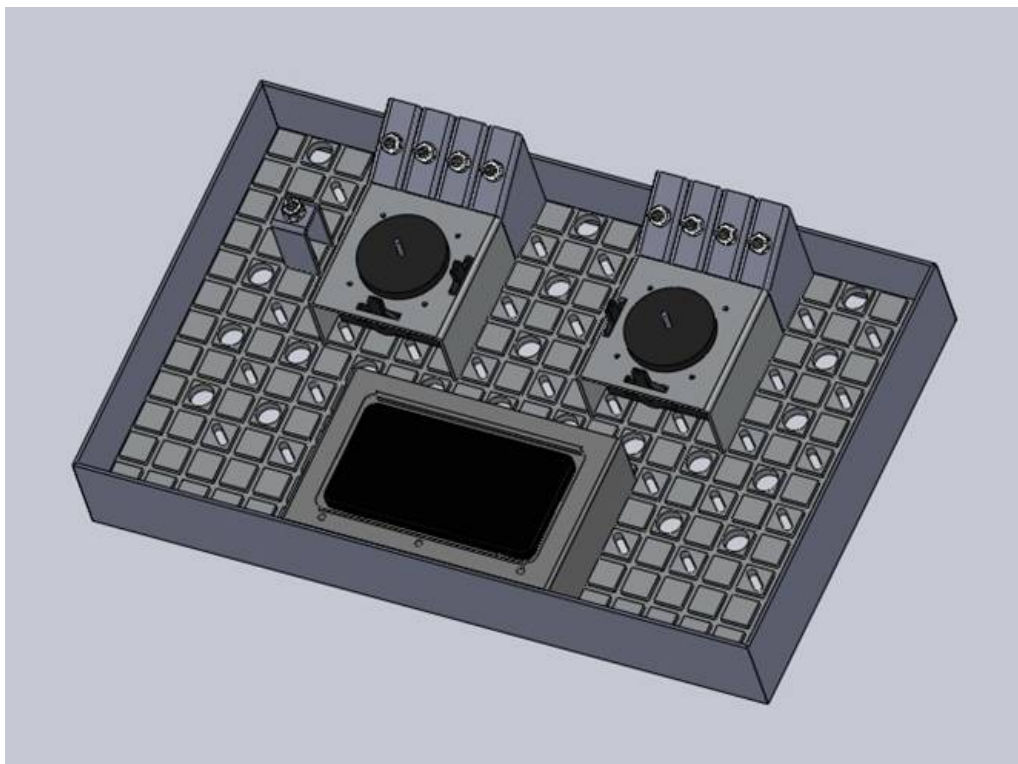
Obrázek 5: Eurobot Starter 2011

3 Návrh nové konstrukce

Ovladač druhé generace se skládá z nosného pultu, do kterého se umísťují všechny ovládací moduly. Pult tedy tvoří hlavní konstrukci, kterou by měl mít uživatel upevněnou na sobě.

Mechanická konstrukce celého pultu prošla několika fázemi vývoje. Postupem času jsem se svými konzultanty dal dohromady několik možností, jak vytvořit univerzální konstrukci uchycení modulů v pultu. Každá varianta má své výhody a svá úskalí.

3.1 Varianta 1 – frézované drážky



Obrázek 6: Návrh první varianty

První nápad, jak vyřešit uchycení, bylo vytvořit rošt z hliníku a nebo z technického plastu, ve kterém by byly vyfrézovány drážky o hloubce asi 3 mm a šířce 4 mm. V těchto drážkách by byly upevněny jednotlivé moduly. Drážky by byly umístěné kolmo na sebe v rastru 20 mm. Díky těmto drážkám by bylo možné upevňovat moduly ve skocích po 20 mm a uživatel by byl limitován jen tímto rastrem. Pro případnou kabeláž by byl v každém 4. čtverečku vzniklém z drážek vyvrtán otvor, přes který by

se protahovala kabeláž do spodního patra.

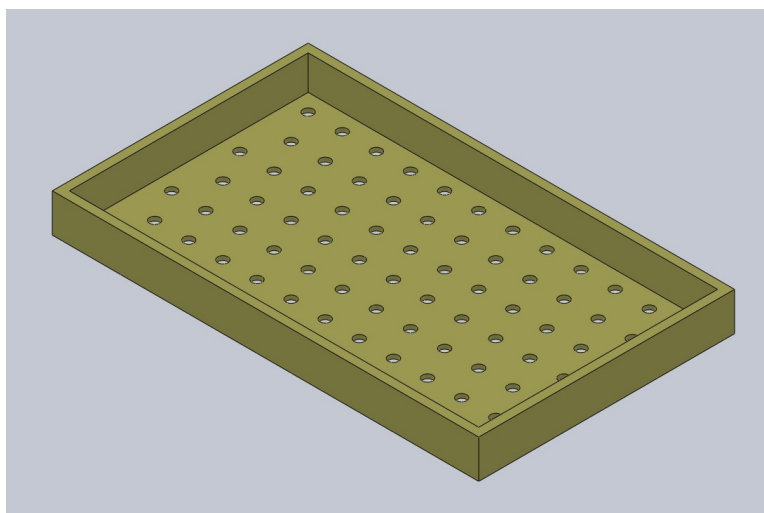
Tento návrh se mi zamlouval, ale bylo s ním spojeno několik problémů. Zprvč jsem si nevěděl rady s uchycením modulů v drážkách, aby se při používání nepohybovaly nebo nevypadly. Řešením by bylo přihnání spodní hrany modulu a tím zajištění modulů proti vypadnutí, ale kvůli složitosti ohýbání a hlavně nejistému výsledku jsem toto řešení zavrhnul.

Dalším problémem bylo vytvoření samotných drážek. Neměl jsem k dispozici techniku, pomocí které bych vyfrézoval drážky do hliníku. Zvažovat jsem tedy použití technického plastu, do kterého bych byl schopen drážky vyfrézovat. Ovšem ani s tímto materiálem by nebylo vyfrézování snadné, protože bych je zřejmě nedokázal udělat dostatečně přesné.

I kdyby se mi podařilo drážky vyfrézovat přesně, samostatná konstrukce by díky použití technického plastu o větší tloušťce (v plánu byla 10 mm deska, kvůli dostatečné pevnosti po vyfrézování drážek) byla velmi těžká.

Proto jsem začal řešit další varianty.

3.2 Varianta 2 – zásuvné banánky



Obrázek 7: Návrh druhé varianty

Ve druhé variantě jsme k upevnění modulů plánovali použít zásuvné banánky, které se využívají v elektronice pro připojení zdrojů či měřících zařízení. Konstrukce roštu by se tím zjednodušila, nemusel bych frézovat drážky pro moduly a stačilo by jen vyvrtat v určitém rastru otvory pro banánky a pár otvorů pro kabeláž. Každý

modul by měl několik banánek (od 2 do 8 podle velikosti a složitosti modulu) a tím by byla zajištěna jeho poloha jak horizontálně tak i vertikálně.

I tady se ovšem našla úskalí spojená s řešením rastru. Každý modul má jiné rozměry a proto by bylo relativně složité určování pozic banánek v modulech. Nevyřešil jsem také způsob uchycení banánek k modulům. Uvažoval jsem o provrtání stěn modulů a následném přišroubování banánek, což by bylo asi nejjednodušší, avšak nevím, jestli bych tím dokázal udržet stejný rastr u všech modulů, a také jsme si nebyl jistý, jestli by banánky dostatečně držely.

Proto jsem i toto řešení zavrhl.

3.3 Varianta 3 – kotvení dutými šrouby

Moji konzultanti mně navrhli variantu uchycování modulů pomocí plastových dutých šroubů. Tyto šrouby by měly vyvrtané díry pro kabeláž. V pultu by byly vyvrtány díry v určitém rastru a šrouby by přes tyto díry pevně držely moduly ve své poloze. Dírami ve šroubech by se protahovaly kabely pod rošt, kde by se vše připojovalo na řídicí elektroniku. Moduly by na sobě měly od 1 do 4 kotvících děr, přes které by se šroubovaly.



Obrázek 8: Návrh druhé varianty

Ovšem koncepci šroubování modulů jsem dál už nerozvíjel, jelikož se mi zdálo velmi složité a časově náročné upevňování a případné odebrání modulů (což by mi ubíralo na modularitě). Šrouby bych si musel nechat vyrobit. Ani řešení na straně modulu by nebylo úplně jednoduché. Buď by každý modul musel mít nějaký kotvící plech, nebo by musel být například celé moduly vyfrézovány z plastu a na spodní straně by byl otvor se závitem. Toto řešení jsem ovšem nemohl technologicky zajistit.

3.4 Varianta 4 – magnety

Variantu s magnety, jako upevňovacími prvky, jsem zvažoval již na počátku, ale obával jsem se případného magnetického pole, složitosti návrhu a váhy celé konstrukce.

Nakonec se ukázalo, že při vhodné koncepci je možné s pomocí magnetů konstrukci částečně zjednodušit i odlehčit. Změnil jsem proto celý koncept. Místo roštu s rastrem jsem zvolil tenký plech z feromagnetického materiálu (pozinkovaný plech o tloušťce 0,55 mm) podlepený překližkou (kvůli prohýbání) a magnety budou pouze na modulech.

Přehodnotil jsem také protahování kabelů pod moduly a rozhodl jsem se, že veškerou kabeláž potáhnu po dně pultu. S tím také souvisí umístění řídicí elektroniky do pultu. Případné magnetické pole by (při dodržení určitých zásad konstrukce) nijak nemělo ovlivňovat elektroniku.

Pak ale vyplynul problém, jak zakrýt elektroniku v pultu. Navrhl jsem si tedy dvoupatrovou konstrukci přímo v pultu, která bude tvořena pomocí modulů a vzpěr. Jednotlivé moduly mají vyříznutý speciální zámek na vzpěry. Vzpěry mohou jednak jednotlivé moduly mezi sebou spojovat a zajišťovat jim pevnější pozici a druhá tyto vzpěry slouží jako podpěry pro pěny, které kryjí celý pult a zajišťují opěrnou (podpěrnou) plochu pro ruce.

Hlavní výhoda tohoto řešení je bezrastrové uspořádání (jsem omezen jen rozměry pultu) a jednoduchá konstrukce na straně pultu. Naopak komplikovanější je výroba modulů, ve kterých muselo být vyřešeno uchycení magnetů.

3.5 Konečný výběr

První tři varianty byly plánovány s dvoupatrovou konstrukcí nosné části (rámu). Ve vrchním (hlavním) patře jsem chtěl mít umístěny veškeré moduly a kabeláž od nich bych táhnul skrz otvory do spodního patra, kde by byla umístěna elektronika.

Nakonec jsem zvolil poslední variantu, protože umožní lehčí, menší a méně robustní konstrukci, a také do ní mohu umístit elektroniku ve stejné úrovni jako moduly. Kabeláž povedu po dně pultu a dvoupatrové konstrukce docílím jiným řešením, které je popsáno v dalším textu.



Obrázek 9: Pult s výplní

4 Návrh

V následující kapitole bych chtěl rozebrat návrh konstrukce. Strávil jsem na něm několik stovek hodin, protože, jak již jsem výše popisoval, zvažoval jsem různé varianty, ale i když jsem se nakonec rozhodl pro 4. variantu s uchycení modulů pomocí magnetů, práce tím neskončila.

Musel jsem vyřešit několik problémů, které vám popíši níže.

4.1 Použitý materiál

První věc, kterou jsem řešil, byly materiály. Musel jsem vybrat materiál na nosnou část (držák modulů), ale i pro samotné moduly.

Na nosnou část, též obal, jsem zvažoval použití překližky, plastu nebo duralu. Všechny tři varianty mně připadaly zajímavé.

S překližkou se dobře pracuje a měl jsem s ní již předešlé zkušenosti.

Plast by byl relativně lehký materiál, ovšem klasická výroba pomocí stříkání plastu do formy, je určena pro velké objemy výroby v řádů tisíc a více kusů. Hlavním důvodem může být fakt, že jen forma stojí sto tisíc a výš. Plastový obal jsem zvažoval vyrobit pomocí 3D tiskárny, kterou máme ve škole [3]. Již jsme si nechal tisknout nějaké díly. U 3D tisku je ale problém s odolností, pevností a křehkostí plastu. Tiskárna nanáší jednotlivé vrstvy plastu na sebe, ale vrstvy se dokonale nespojují a proto trpí zmíněnými nedostatky. Proto jsem tuto metodu nezvolil.

U duralu se mi zamlouvala jeho odolnost, vzhled a váha. Bohužel, i když je dural lehký mezi kovy, tak přesto by jen obal vážil mnohem více, než při použití například překližky. Další věcí bylo, jak by probíhala samotná výroba. Mohl jsem duralové plechy snýtovat, ale tato varianta se mi nezamlouvala, a nebo svařit, což mi již připadalo moc složité a finančně nákladné.

Po zvážení všech zmíněných aspektů jsem se rozhodl pro překližku, jako ideální kompromis mezi váhou, složitostí výroby a cenou.

S moduly jsem měl podobný problém.

U překližky jsem se obával pevnosti a hlavně složitosti výroby. Možná byste neřekli, jak je složité vyrobit krabičku z překližky, ale já jsem si na zkoušku jednu udělat a strávil jsem nad tím přibližně 3 hodiny, přičemž pořád nevypadala tak, jak bych si představoval (viz obr. 10). Následně by bylo potřeba opatřit modul povrchovou úpravou, což by obnášelo další množství času. Když jsem si představil, že bych měl



Obrázek 10: Křížový ovladač v překližkovém pouzdře

takovýchto krabiček vyrábět 25 až 30, začal jsem uvažovat o použití jiného materiálu.

Jako druhou variantu jsem zvažoval plast, podobně jako u obalu. Zde jsem měl tři možnosti výroby. Mohl jsem vzít kvádr či krychli z plastu a vyfrézovat do ní otvory a potřebný tvar pro ovládací prvky, ovšem nevěděl jsem, jak by to bylo technicky realizovatelné a moduly by pak mohly být moc těžké. Druhou možností bylo naohýbat plastové pásy a vytvořit z nich moduly ve tvaru U otočeného o 180° . I tady byly problémy. Prvním bylo samotné ohnutí plastů. Zřejmě bych je nedokázal dostatečně přesně vyrobit. Musel bych si vytvořit přípravky, přes které bych nahřáté plasty ohýbal. Toto řešení se mi zdálo složité a nedostatečně přesné. Posledním způsob výroby, nad kterým jsem uvažoval, bylo použití 3D tisku. U modulů by nemusela být tak problematická pevnost a křehkost, které jsem zmiňoval výše u nosné části (obalu). Problémem tu ovšem byla cena. Na moduly by padlo velké množství materiálu, který je dosti drahý. Kvůli počtu modulů a následné ceně jsem tímto směrem nepokračoval.

Třetí variantou, pro kterou jsem se nakonec rozhodl, bylo použití duralu. Ten zajistí velkou pevnost modulů, odolnost, pěkný design a jelikož je dural lehká slitina, tak moduly nemusí být ani těžké. Konstrukci jsem tedy vytvořil z duralových plechů, které jsem naohýbal do tvaru U a připevnil do pultu pomocí magnetů.

4.2 Výroba z duralu

Dural se mi jako materiál velmi zamlouval, problém byl v tom, jak docílit požadovanému tvaru, protože v domácích podmínkách se s duralem špatně pracuje. Můj konzultant mi doporučil použít řezání pomocí vodního paprsku nebo laseru. Toto řešení bylo vhodné, jelikož mi umožňovalo snadnou výrobu jakýchkoliv tvarů a tedy složitější konstrukce, kterou bych jinak, v domácích podmínkách, nemohl vyrobit. Začal jsem tedy řešit řezání s firmou B.O.I.S. - FILTRY, spol. s r. o.[16], která reže pomocí vodního paprsku prakticky vše (od technických pěn až po mramor, kovy nebo sklo).

4.3 Volba tloušťky duralu

Když jsem si zvolil dural, musel jsem zvolit optimální tloušťku a to z několika hledisek:

- pevnost
- ohnutelnost
- váha

Z hlediska pevnosti jsem chtěl mít plechy minimálně o tloušťce 1,5 mm, protože tenčí plech by se hlavně u větších modulů typu knipl nebo smartphone mohl prohýbat.

Ohnutelnost je u každé slitiny duralu odlišná (v závislosti na množství hořčíku). Proto jsem vyzkoušel ohnout několik plechů mnou vybraného hliníku AlMgSi0,5 (ČSN 424401, AW 6060), v tloušťkách od 1,5 až do 3 mm a zjistil jsem, že 2,5 mm je hraniční hodnota, při které již začíná povrch vráskovatět a vytváří se náznaky prasklin.

U váhy je to jednoduché, čím tenčí plech, tím lehčí moduly budou. Jelikož jsem měl možnost získal za výhodnou cenu plech o tloušťce 2,5 mm, tak jsem se rozhodl pro něj. Nárůst hmotnosti není o tolik velký a plech o tloušťce 2,5 mm se ještě dal ohnout a držel přesně tvar.

V případě budoucí výroby bych zřejmě použil 1,5 nebo 2 milimetrový plech. Možná bych také mohl pro menší moduly (např. pro přepínač nebo potenciometr) zvolit 1,5 mm a pro větší 2 mm.

4.4 Výběr magnetů

Na výběr jsem měl klasické feritové magnety a nebo neodymové magnety.

Zvolil jsme neodymové, protože jsou dnes široce dostupné za přijatelnou cenu a poskytují mnohem větší magnetickou sílu než feritové magnety.

Na trhu se dají sehnat magnety mnoha tvarů, velikostí, polarizací a magnetické síly.

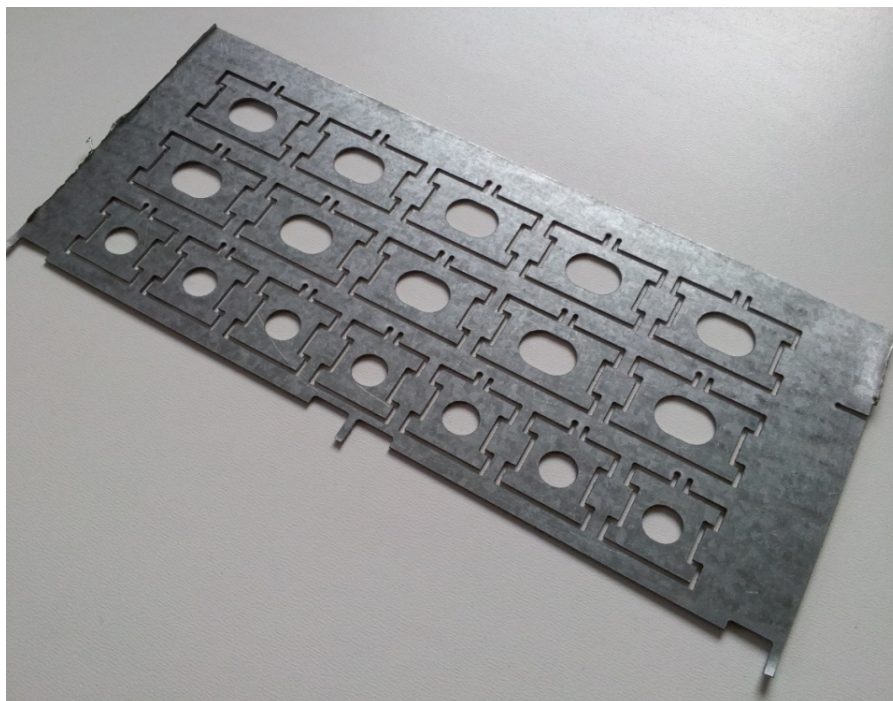
Polarizaci jsem chtěl standardní, jedna strana sever, druhá jih.

Rozhodl jsem se nakoupit magnet ze standardní řady, ve tvaru krychle o velikosti 5x5x5 mm s tím, že sílu magnetického pole řeším počtem magnetů osazených na modulech.

Při konstrukci modulů jsem musel brát ohled na křehkost neodymů. Řešení toho problému je popsáno v následující podkapitole.

4.5 Upevnění magnetů

Upevnění magnetu jsem vyřešil lepením magnetů k pozinkovým vzpěrám, které budou umístěny ve spodní části modulu, v přesné vzdálenosti 6,25 mm od dna pultu. Tato vzdálenost musí být dodržena, jinak by hrozila buď nedostatečná síla mag. pole nebo, kdyby byl magnet moc blízko (s hranou modulu), mohl by při nárazu do dna prasknout (kvůli velké křehkosti neodymových magnetů).



Obrázek 11: Vzpěry pro moduly

Tyto vzpěry jsem navrhl pro všechny moduly. Ve středu vzpěry je otvor pro kabeláž. Z důvodu snadnější montáže nejsou vzpěry umístěny napevno, ale mohou se pohybovat do stran v rozmezí jednoho milimetru.

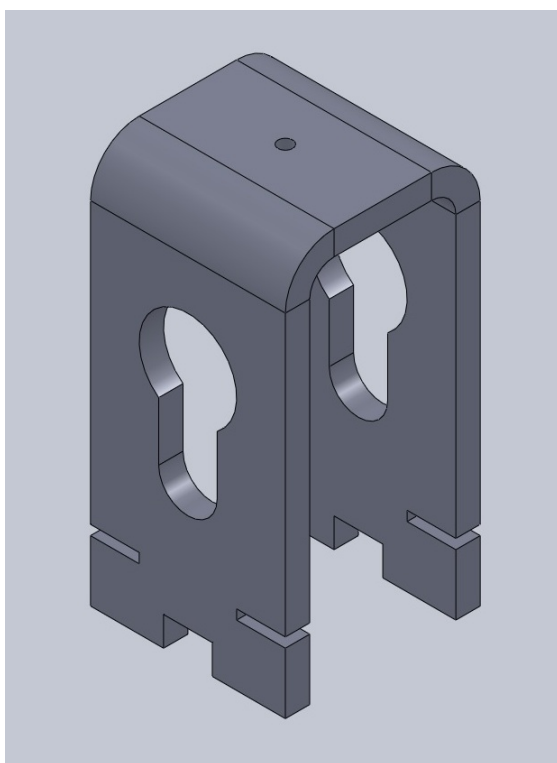
4.6 Dvoupatrová konstrukce

Protože jsem zavrhl dvoupatrovou konstrukci rámu (nosné části), bylo nutné druhé patro vytvořit přímo mezi moduly. Kdybych totiž neměl dvě patra, nemohl bych snadno propojovat moduly s řídicí elektronikou, nebylo by kam umístit samotnou elektroniku a stejný problém bych měl i s bateriemi.

Spodní patro lze využít i k uskladňování dalších modulů. Přemýšlel jsem tedy jak dvojitou podlahu udělat.

Konzultant mi poradil vytvoření speciálního zámku v modulech, do kterého by se zasouvaly kolíčky. Ty by následně tvořily dělicí rovinu mezi horním a spodním patrem.

Kolíčky by mohli být vysoustruženy ze dřeva nebo technického plastu v různých délkách např. po deseti milimetrech.



Obrázek 12: 3D ukázka zámku na modulech

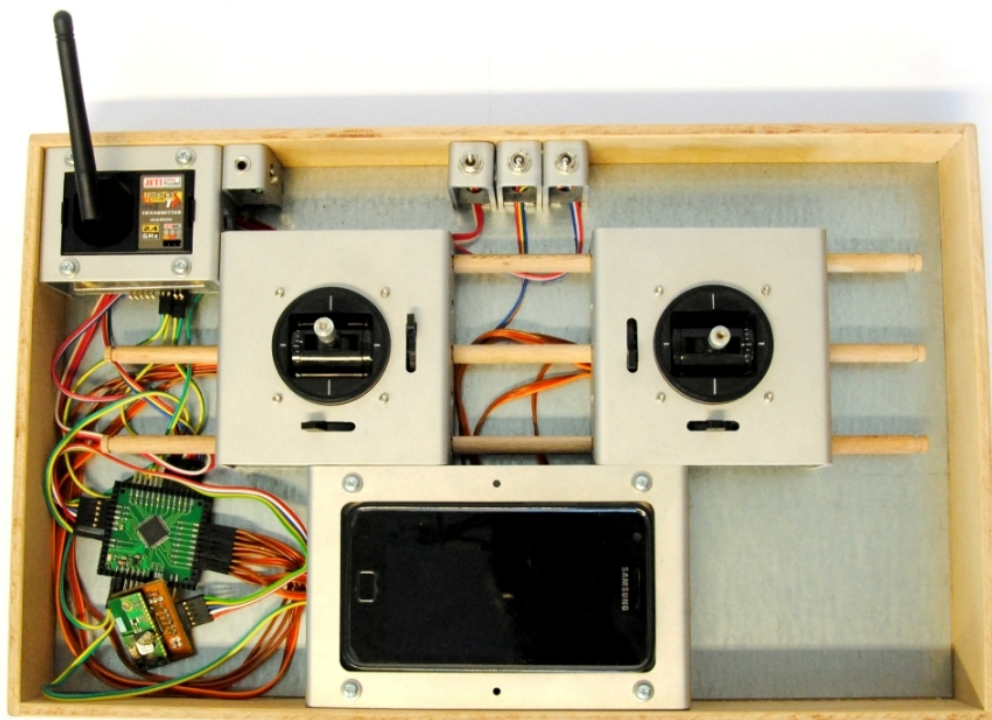
Toto řešení se mi líbilo a tak jsem jej realizoval. Nechal jsem si u nás ve škole vyrobit kolíčky v délkách od 10 do 100 mm. Většina byla ze dřeva, protože delší kusy plastu se při soustružení prohýbaly. Jen některé kratší kolíčky jsou z plastu.

4.7 Mechanické spojování modulů

Když jsem se rozhodl použít kolíčky a zámky v modulech pro vytvoření dvojité podlahy, napadlo mě využít tohoto mechanismu ke spojování a „svazování“ modulů mezi sebou.

Výhodou tohoto řešení bylo, že jsem mohl spojovat jednotlivé moduly a zajistit jim tak pevnější pozici (např. místo čtyř magnetů drželo moduly hned 8 magnetů), hlavně vůči pohybu rovnoběžně se dnem pultu.

Druhou, a také velmi podstatnou výhodou bylo, že při spojení modulů měly kolíčky dva pevné body, takže se neprohýbají a zajišťují velkou pevnost pro vrchní podlaží, na které díky tomu můžete působit vysokým tlakem.



Obrázek 13: Ukázka kolíčku a zámků v praxi

5 Výroba

V této kapitole bych se chtěl věnovat popisu výroby 2. generace.

Chtěl bych popsat kompletní proces výroby ovládacích modulů od řezání duralu pomocí vodního paprsku, přes ohýbání a pískování až po konečnou kompletaci.

Výrobě nosné konstrukce (obalu) věnuji poslední část kapitoly.

5.1 Řezání vodním paprskem

Jakmile jsem dořešil všechny detaily návrhu a měl připravenou dokumentaci k výrobě, mohl jsem zadat řezání u firmy B.O.I.S. – FILTRY, spol. s.r.o. [16]. Dodal jsem kompletní výkresovou dokumentaci k jednotlivým dílům a pěnovým výplním, které mi zde řezali také a určil jsem si počty kusů.

Seznam dílů můžete nalézt níže (výkresy k jednotlivým dílům naleznete v příloze).

- 2,4GHz MODUL-DRŽÁK – 2 ks
- 2,4GHz MODUL-SPOD – 2 ks
- KNIPL OBAL_49 – 4 ks
- PŘEPINAČ 0° – 6 ks
- PŘEPINAČ 30° – 5 ks
- POTENCIOMETR 0° – 6 ks
- POTENCIOMETR 30° – 5 ks
- SMARTPHONE-DRŽÁK – 2 ks
- SMARTPHONE-SPOD – 2 ks
- VZPĚRA(20x20) – 14 ks
- VZPĚRA(30x20) – 10 ks
- VZPĚRA(60x80) – 2 ks
- VZPĚRA(100x100) – 4 ks
- VZPĚRA(100x160) – 2 ks

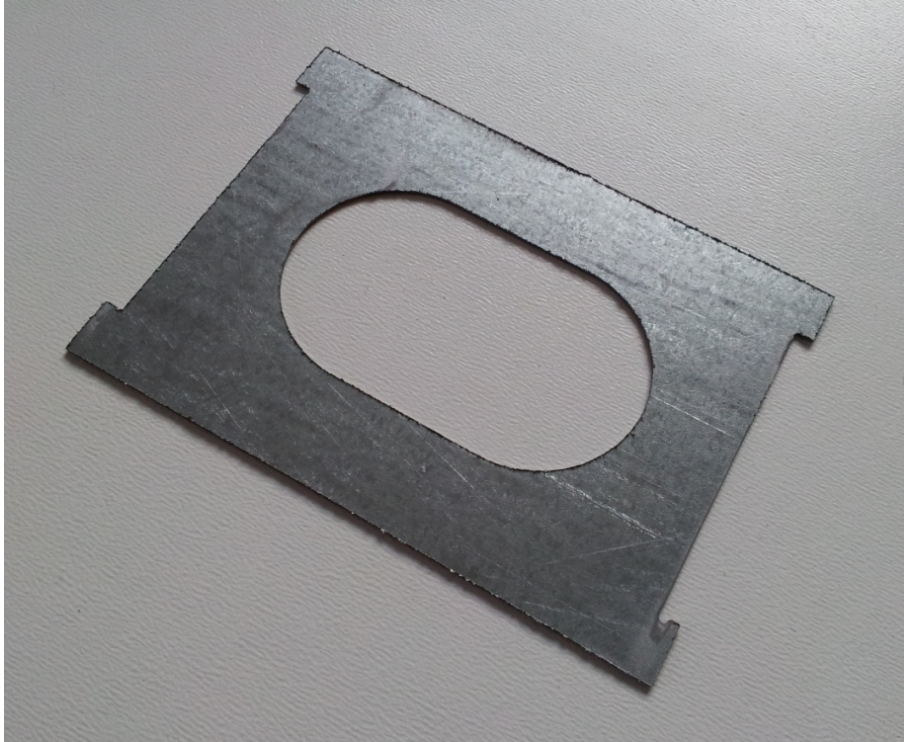
Materiál na výrobu mi poskytla také firma B.O.I.S. – FILTRY, spol. s.r.o. Nabídli mi za výhodnou cenu dural o tloušťce 2,5 mm, nechal jsem tedy nařezat díly o této tloušťce.

Pozinkový plech na vzpěry jsem dodal já.

V případě budoucí výroby bych volil plech o tloušťce mezi 1,5 a 2 mm.

Vyřezání proběhlo bez problémů, jen povrch dílů byl lehce narušen od řezání a následné manipulace. Na některých dílech (převážně u vzpěr) byly otřepy.

S pěnovými výplněmi jsem neměl žádný problém.



Obrázek 14: Díl VZPĚRA(100x160) s otřepy

5.2 Ohýbání na CNC ohraňovacím lisu

Jakmile mně dodali vyřezané díly, obratem jsem je šel předat do firmy Torakov, s.r.o [18], která provádí ohýbání plechu na CNC ohraňovacím lisu.

Ohnutí bylo perfektně provedené. Všechny moduly byly ohnuty stejně.

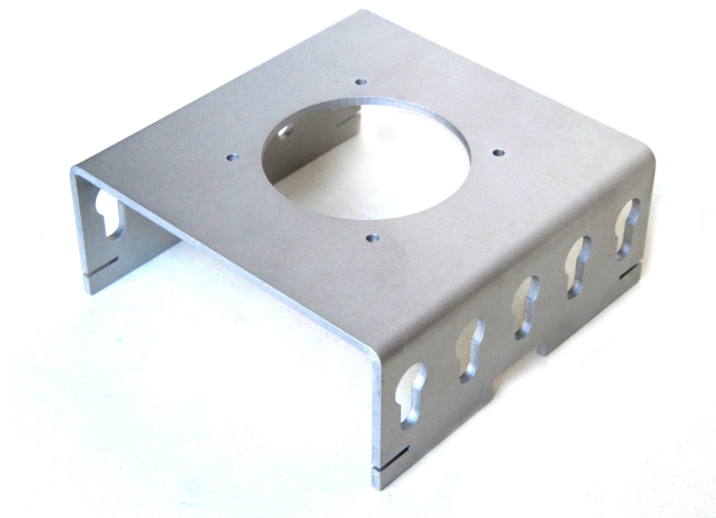
Firmě Torakov bych tímto chtěl poděkovat za kvalitně provedenou práci.

5.3 Opískování povrchu

Po ohnutí jsem nechal povrch opískovat firmou Atomo Projekt s.r.o. [19], která provádí povrchové a tepelné úpravy kovů.

Díly měly po opískování ostré hrany, a tak jsem je musel obrousit smirkovým papírem.

Opískovaný povrch je matný a lehce drsný (neklouže na něm ruka, ale ani nepůsobí nepříjemně). Bohužel je povrch náchylný na špínu. Proto zvažuji nanést na moduly lak.



Obrázek 15: Díl KNIPL OBAL_49 po ohnutí a opískování

5.4 Kompletace

Když jsem měl všechny díly hotové, zbývalo již jen moduly složit.

Začal jsem vkládáním vzpěr do modulů. Vzpěry mají přesnou velikost, ale jsou vyrobeny z tenkého 0,55 mm pozinku, který jde snadno prohnout. U větších modulů (smartphone nebo 2,4 GHz modul) nebyl problém plechy zohnout a zasunout do drážek. Problém jsem měl trochu u menších modulů pro přepínače nebo potenciometry. U nich bylo třeba lehce roztáhnout strany modulu, avšak po uvolnění se znovu vrátily do své původní polohy.

Následně jsem lepil magnety na vzpěry. Na moduly s přepínačem nebo potenciometrem jsem lepil dva magnety, u ostatních jsem použil 4 magnety. K přilepení magnetů jsem použil vteřinové gelové lepidlo Loctite 454, které pro toto použití bylo ideální. Magnety jsou umístěny v rozích modulů, kvůli rozložení síly a stabilitě modulů.

Po upevnění magnetů zbývalo u některých modulů osadit jen ovládací prvek (přepínač, potenciometr).

U modulů pro smartphon a 2,4 GHz modul bylo třeba připevnit ještě opěrný díl. Potom již byly všechny moduly dokončeny.

6 Ergonomie a design

Při konstrukci pultu i ovládacích modulů jsem také často řešil ergonomii a design.

6.1 Volba pěny

U pultových vysílaček mívají uživatelé položeny ruce na pultu a k ovládání používají prsty. S rukama většinu času nepohybují. Je potřeba, aby pro ně opření nebo položení rukou bylo pohodlné, nijak je nerušilo v činnosti a nedráždilo jejich ruce, jelikož všechny tyto aspekty by mohly uživateli vadit a po delším používání by mohly být velmi nepříjemné.

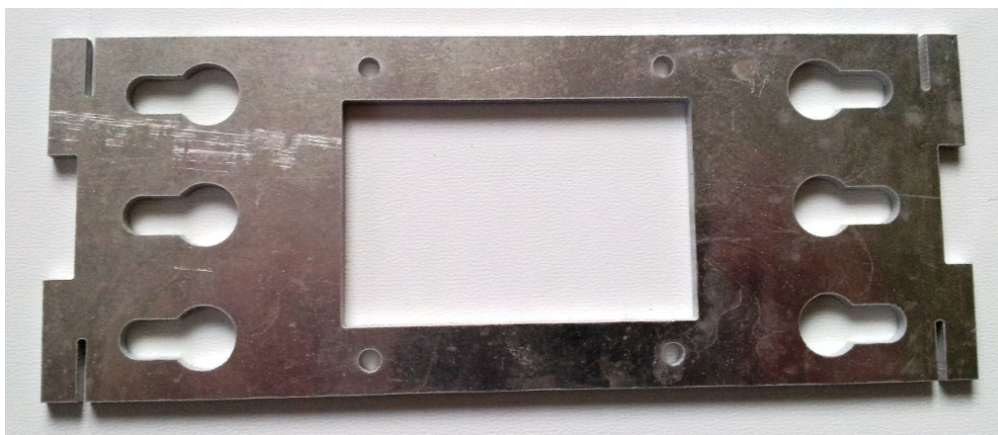
Proto jsem jako podkladní materiál použil technickou pěnu, která ovšem musela splňovat několik požadavků. Musela být dostatečně tvrdá, aby se ruce do pěny nebořily, avšak také trochu měkká, aby se přizpůsobila tvaru ruky a uživatele netlačila. Podobný problém byl s drsností povrchu. Zřejmě by nebylo dobré mít povrch, který je jako kluziště, avšak také Vás nesmí škrabat či nějak jinak výrazně dráždit na ruku. Nakonec jsem z několika vzorků vybral tu pěnu, která mi připadala jako nejvhodnější podle výše zmíněných kritérií.



Obrázek 16: Pěna použitá v pultu

6.2 Struktura povrchu hliníku

Strukturu povrchu jsem musel též vyřešit na modulech. Jelikož jako materiál, z kterého moduly vyrobím, byl zvolen hliník, byl jsem tímto materiálem limitován nebo spíše jsem mohl pracovat jen v užším pásmu navrhovaných řešení. Po vyřezání na vodním paprsku měly hliníkové díly ostré hrany a občas i otřepy. Samotný materiál byl lehce znečištěn od řezání.



Obrázek 17: Díl po vyřezání vodním paprskem

Měl jsem tři varianty jak zajistit pěkný a bezpečný povrch, který bude uživateli vyhovovat a nezpůsobil by mu žádné problémy při používání.

1. Mohl jsem povrch zkusit očistit, vyleštit a odstranit z něj nečistoty.
2. Druhou možností bylo, že bych povrch očistil a nechal naeloxovat.
3. Třetí variantou bylo opískovat povrch všech dílů.

V případě první varianty, kde bych vše očistil a následně přešetl, jsem se obával několika faktorů, které by mohly moji snahu zmařit. Jednak jsem nebyl přesvědčen o trvanlivosti tohoto řešení, protože si myslím, že lidské ruce a hlavně pot z nich by povrch brzy znovu znečistil a byly by na něm vidět skvrny. Také jsem se obával velké kluzkosti. Možná by to nebyl takový problém, ale bral jsem ho jako zápor. V neposlední řadě musím zmínit problém se škrábanci, které vznikly při výrobě, a rozleštit je by bylo relativně náročné. Z těchto důvodů jsem si tuto metodu nezvolil.

V případě druhé možnosti, použití eloxu, jsem měl některé problémy společné s první variantou. Povrch bych jednak musel také očistit (velmi důkladně) a následně

doufat, že elox dobře chytí. S eloxem bývají totiž často problémy, protože na některé slitiny hůře chytá a může vytvářet mapovitý povrch. Dalším problémem by mohly být případné rýhy z výroby, které by elox nemusel dokonale skrýt. Ovšem zásadním důvodem, proč jsem elox zavrhl, byla cena.

Proto přišla v úvahu třetí varianta, opískování, která odstraňovala několik pře-
dešlých problémů. Jednak bych před opískováním nemusel povrch nijak leštit nebo
čistit. Opískování by zahladilo díry, ale také lehké otřepy. Povrch by nebyl již úplně
hladký, ale s lehkou drsností a cena a rychlost provedení práce byla přijatelná. Proto
jsem se pro tuto variantu rozhodl.

I po opískování jsem ovšem musel strhnout všechny hrany na dílech, protože pořád
byly dosti ostré. Strhnutí ovšem nebylo nijak složité, všechny hrany jsem přešel lehce
smirkem a to stačilo.

Při používání modulů se ovšem opískovaný povrch docela špiní, s čímž jsem moc
nepočítal, a proto zvažuji ještě nanést na díly lak, který by zabránil prostupování
nečistot, ale výrazně by nesnížil drsnost povrchu.

Použití technické pěny a opískovaného hliníku mi připadá jako vhodná varianta
pro docílení ergonomických požadavků popsaných výše a zachování pěkného designu
celého zařízení. Na této kombinaci bych v budoucnu nechtěl nic měnit.

6.3 Kniply – páky křížového ovladače

Většina modelářských vysílaček má v základu krátké páky křížového ovladače. Jen
některé ovladače mívaly tyto páky delší. Podle mých zkušeností z debat s modeláři si
mnoho z nich předělává páky na delší, případně si kupují vylepšené páky přímo od
výrobce. Umožní jim to přesnější ovládání, jelikož na delší páce mají větší cit a lepší
držení.

Proto jsem se rozhodl vyrobit si vlastní páky. Mohl jsem si je zakoupit od výrobců,
avšak cena těchto pák se většinou pohybuje okolo 1000 Kč, což se mi zdálo neúměrné
funkcím a složitosti výroby. Výrobce většinou osazuje i přepínač nebo tlačítko, což
jsem já zatím nerealizoval, ale mám v plánu se tímto směrem také ubírat a přinést
nová řešení ovládání pomocí pák křížových ovladačů.

Vyrobil jsem si tedy kniply, které jsou přibližně 2,5-krát větší a o necelých 25 %
širší v místě úchopu než standardní páky. Mé páky mají na výšku 75 mm a v místě
úchopu 10 mm. Tvarově se podobají standardním pákám, od nejširšího místa úchopu
se postupně zužují k místu zakončení a spojení s ovladačem.



Obrázek 18: Modul obsahující novou páku na křížovém ovladači

Jako materiál jsem si vybral stejný technický plast jako pro kolíčky spojující jednotlivé moduly mezi sebou a tvořící dvojitou podlahu. Tento materiál se dobře obrábí, je lehký a levný, proto jsem si ho zvolil. Mohl jsem použít dřevo, avšak musel bych jej opatřit povrchovou úpravou proti nečistotám, také by se hůře obrábělo a plast mi i svým vzhledem připadal vhodnější.

Mám již rozpracováno variantu kniplu s přepínačem, tlačítkem nebo tlakovým senzorem a to v různých kombinacích a použití, avšak mám jisté problémy s výrobou a nákupem potřebných součástek. Určitě bych, ale tyto kniply s rozšířenými možnostmi ovládání chtěl v budoucnu vyrobit.

6.4 Zavěšení pultu na uživatele

Každá správná pultová vysílačka musí mít vyřešeno zavěšení ovladače na uživatele. Je to velmi důležitá věc, bez které se neobejdete. Jelikož pultové vysílačky nedržíte v ruce, musíte je mít pověšené nebo nějak připevněné na těle. Což lze řešit mnoha způsoby, ale musíme si uvědomit, že pultové vysílačky již něco váží a správný návrh uchycení bude docela podstatný.



Obrázek 19: Konstrukce zavěšení pultu 2. generace

Proto jsem se i já na tuto věc na svém pultu zaměřil. Již v 1. generaci jsem měl na bočních stranách pultu šrouby na uchycení popruhů, pomocí kterých jsem si mohl ovládací pult zavěsit na tělo. Popruhy jsem si vyrobil ze široké textilie, do které jsem zanýtoval železné kroužky jako nosné díry pro šrouby. Popruhy mají přibližně 40 mm na šířku, a to hlavně proto, aby se váha rozložila a netlačila uživatele na jednom místě. Nevýhodou těchto popruhů je, že se nedají nijak lineárně zkracovat nebo prodlužovat ve stylu popruhů, které se dávají na tašky a batohy, ale já jsem tuto nevýhodu prozatím vyřešil tak, že mám uděláno několik druhů popruhů s různými délkami.

Toto řešení mi ovšem pro novou generaci nepřišlo moc vhodné.

Zaprvé mi vadil způsob uchycení v pultu. V 1. generaci jsem měl umístěny šrouby skrz boční hranu pultu. Na vnitřní straně (uvnitř pultu) je hlava šroubu a na druhé straně je závit. Popruhy se připevňují pomocí uzavřené matice s půlkulatou hlavou. V 2. generaci by mi šrouby uvnitř pultu zabíraly místo pro moduly a matice vystupující z pultu mi také nevyhovovaly kvůli manipulaci, bezpečnosti a vzhledu.



Obrázek 20: JETI - křížový popruh (cena 1000 Kč) [15]

Zadruhé koncepce dvou popruhů přes krk není moc pohodlná a ergonomická. Velká část váhy tlačí na krk a na vrchní obratle páteře, což je nepříjemné (delší užívání člověku nemusí dělat dobře) a též z lékařského hlediska nevhodné, protože člověk by tyto partie těla neměl podobným způsobem přetěžovat.

Proto jsem způsob uchycení pro druhou generaci kompletně přepracoval a zaměřil jsem se na odstranění nedostatků z minula a přidání nových pozitiv.

Ve druhé generaci jsou na spodní straně pultu přidělány opěrné nožičky (jejich tvar se blíží půlkruhu), s tím, že dvě přední jsou provrtány skrz a dvě zadní jsou navrtány do 2/3 a je v nich vyřezán závit.

Do těchto nožiček zasouvám tvarované dráty, které mají na obou koncích závit a šroubují se do zadních nožek. Drát má tvar L, s tím, že kratší strana je pod pultem, zatímco delší strana přiléhá k tělu uživatele. Jak již jsem zmínil, na obou stranách drátu jsou závity, důvod je takový, že na konec těchto tyček šroubují nástavce pro uchycení popruhů.

Na zavěšení ovladače již nepoužívám popruhy z 1. generace, ale provizorně užívám popruhy z klíčenek (dva spojené dohromady). Odvedou podobnou práci za mnohem nižší cenu než profesionální popruhy prodávané výrobcí vysílaček v ceně kolem 1000 Kč (viz obrázek).

V blízké době bych si chtěl ušít popruh z kvalitního textilu, tak aby mi dobře seděl na zádech a dal se i nastavovat na různé výšky uchycení. Jsem přesvědčen, že dokáži popruh vyrobit za zlomen ceny standardně prodávaného popruhu, jako již zmíněný popruh od firmy JETI.

Tímto mechanismem a způsobem uchycení, jsem docílil, že váha pultu se rozkládá do ramenou a zad, což je pohodlnější a zdravější pro tělo. Také již nejsem omezen ve tvaru pultu, nikde mi nevylézají žádné šrouby a pokud popruhy nepotřebuji, celý mechanismus odšroubuji a mohu pult používat bez nich.



Obrázek 21: Zavěšení pultu v praxi

7 Elektronika

Jak jsem již zmiňoval v úvodu, rozhodl jsem se pro výrobu vlastní elektroniky.

Elektronika první generace je popsána v 2. kapitole. Tato elektronika plně vyhovovala první generaci, ale z důvodu změny celé koncepce, především kvůli modularitě, bylo potřeba pro druhou generaci vytvořit zcela novou elektroniku.

7.1 Důvody pro novou elektroniku

Při návrhu 1. generace jsem počítal s jednou deskou, která bude určena ke kompletní obsluze univerzálního ovládacího pultu.

U druhé generace jsem kvůli změně koncepce musel přehodnotit funkce řídicí elektroniky. Rozhodl jsem se, že již nebude mým cílem sestrojít elektroniku, která bude připravena na vše, ale že ji udělám tak, aby zvládla základní funkce, a v případě, že nebude dostačovat, přidám další (rozšiřující) desky.

Přitom jsem se rozhodl provést několik zásadních změn oproti předchozí generaci, které shrnuji níže.

- Velikost – zmenšit plochu desky
- Rozložení – změnit polohu konektorů
- Uchycení – přidat otvory pro uchycení desky
- Ochrana – vytvořit uzavíratelnou konstrukci
- Cena – snížit výrobní cenu

Důvody pro tyto změny byly vcelku jednoduché. Potřeboval jsem elektroniku výrazně menší, aby mi nezabírala místo v pultu a mohl jsem ji případně integrovat přímo do ovládacích modulů.

Poloha konektorů na staré elektronice prakticky tuto integraci neumožňovala, a proto jsem vytvořil kompletně novou elektroniku.

Přepracování elektroniky se mi hodilo také proto, že jsem měl několik nápadů na zlepšení, jako třeba uchycovací otvory nebo uzavíratelnou konstrukci (ochrana proti mechanickému poškození).

A když jsem již vytvářel novou elektroniku, zdálo se mi vhodné snížit její výrobní cenu, pro případ komerční výroby.

7.2 Realizace

Jako základ jsem si vybral nástupce čipu použitého v první generaci elektroniky. Jedná se o čip od výrobce Atmel z rodiny AVR Xmega [6] s označením ATXmega16A4 [7].

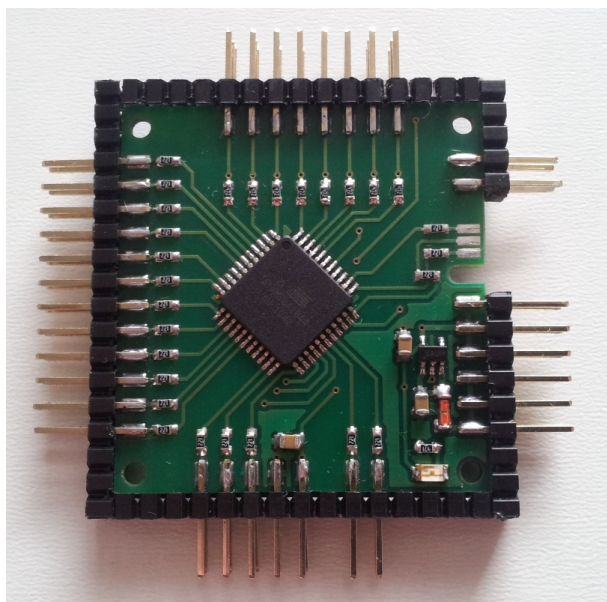
Díky němu jsem mohl konstrukci výrazně zmenšit a zlevnit.

Všechny konektory jsem umístil vodorovně na hranu desky, abych mohl zapojovat vše ze strany a z horní a dolní strany mohl umístit krycí plexisklo.

Uchycovací otvory jsem umístil do krajů desky, tak aby zabíraly co nejméně místa. Mají průměr 2,2 mm, abych do nich mohl dát šroub M2.

Pro výrobu jsem zvolil dvouvrstvou desku, díky které jsem uspořil výraznou plochu.

Dalším příspěvkem ke zmenšení desky byla již zmíněná výměna čipu za novější model, který má již přímo v sobě integrovány některé součástky, na rozdíl od staršího čipu ATmega128 [5].



Obrázek 22: Hotová řídicí deska 2. generace s osazenými součástkami

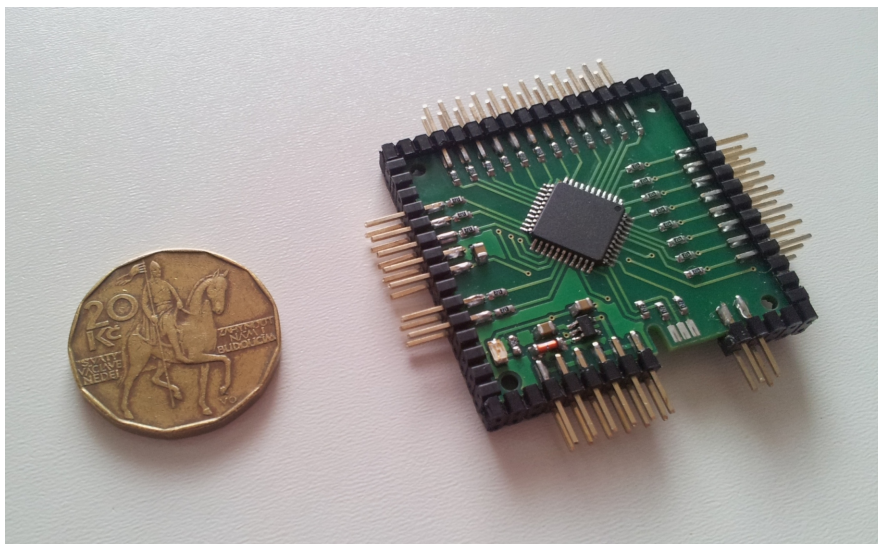
Přešel jsem též na menší pouzdra součástek jako odpory, kondenzátory, cívky atd.

Na závěr jsem odebral z řídicí desky některé komponenty, například pro obsluhu grafického displeje nebo pro měření spotřeby, které mám v plánu přidat pomocí dalších desek.

7.3 Výsledný hardware

Díky všem změnám provedeným na elektronice jsem dosáhl výrazného zmenšení desky, a to na rozměry 40 x 40 mm.

Plocha desky se oproti předchozí generaci zmenšila o 75 %. Úměrně tomu se snížily i náklady na výrobu desky, protože cena se odvíjí od plochy desky.



Obrázek 23: Elektronika 2. generace v porovnání s mincí

7.4 Uvolnění pod Opensource

Elektroniku třetí generace (viz kapitola 10) jsem se rozhodl poskytnout pod opensource licencí Open Hardware [20].

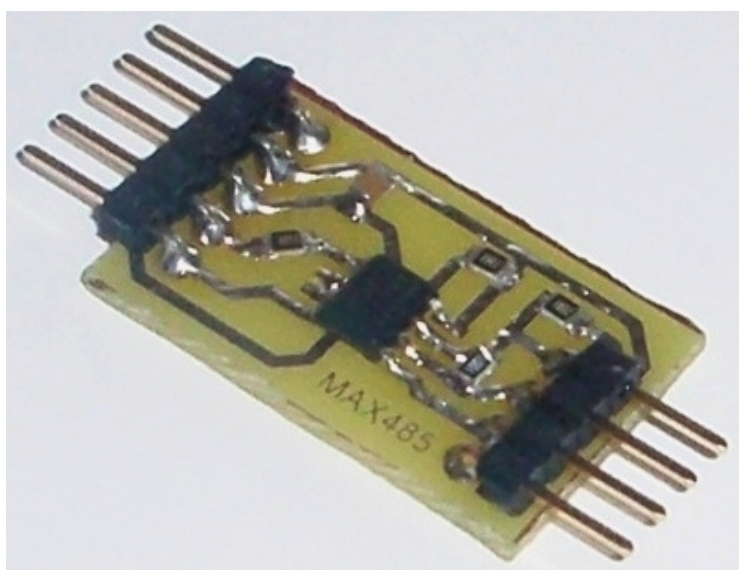
Návrh desky si může každý stáhnout z webu věnovaném mému projektu [23].

8 Komunikace

Zde naleznete popis všech zařízení sloužících ke komunikaci.

8.1 MAX485

Jedná se o modul, který jsem navrhl sám za pomoci svého konzultanta. Tento modul má osazen čip MAX485 [11], který se využívá pro komunikaci mezi dvěma zařízeními na delší vzdálenosti (až 1 km). Rozměry modulu bez pinů jsou 26 x 16 mm, kvůli zahnutí pinheadů ve směru desky, je celková délka 39 mm.



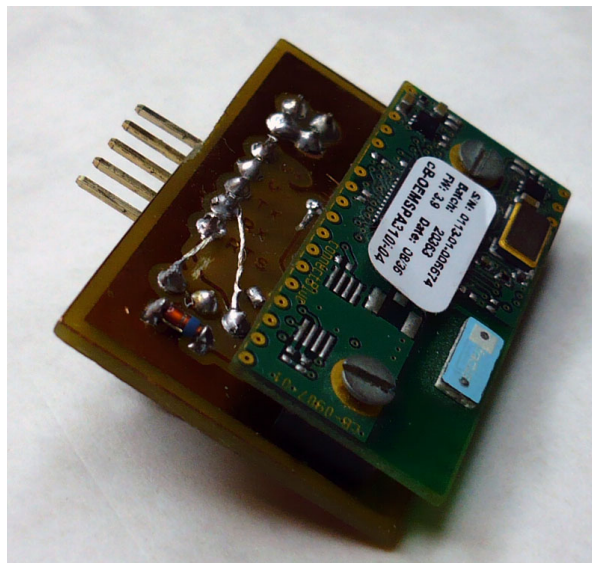
Obrázek 24: MAX485

8.2 Bluetooth

Tento modul jsem si nenavrhol sám, ale mám jej vypůjčen od přátel z Junioru – Domu dětí a mládeže v Brně [2]. Modul je osazen průmyslovým bluetooth čipem OEMSPA 310, který je možno případně vyměnit za jiný s vyšším dosahem. Bluetooth zvládá obousměrnou komunikaci a to ať už třeba s PC, mobilem či jiným bluetooth připojeným k dalšímu mikroprocesoru.

Velikost bluetooth čipu i s pomocnou deskou je přibližně 37 x 31 mm.

V rovném terénu bez překážek je dosah opravdu na úrovni 75 m, ovšem dělají se i moduly s teoretickým dosahem 1 km.

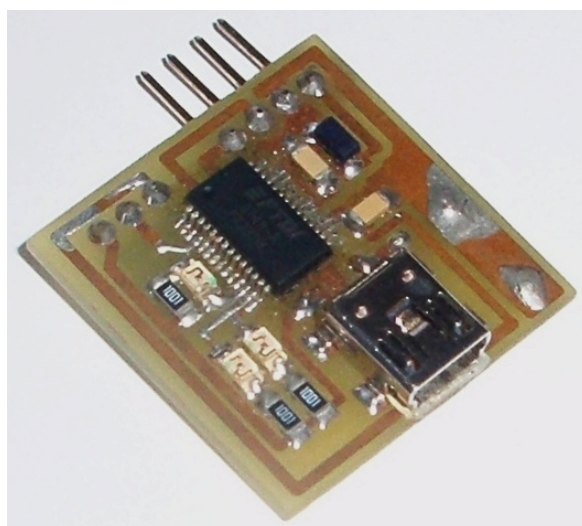


Obrázek 25: Bluetooth modul

8.3 FTDI

Tento modul mám také vypůjčený. Jedná se o desku osazenou čipem firmy FTDI FT232RL [10], sloužící ke komunikaci mezi mikroprocesorem a počítačem přes USB rozhraní. Na jednu stranu připojíte řídicí desku, na druhé straně zapojíte USB kabel do PC.

Celková velikost i se zahnutými pinheady je asi 36 x 28 mm.



Obrázek 26: FTDI modul

8.4 2,4 GHz modul

2,4 GHz modul byl zakoupen od firmy JETI model. Jedná se o model Duplex TF EX sloužící k přenosu dat z vysílaček do přijímače obsaženého v modelech. Tento modul je určen do vysílaček, které mají odpovídající výměnný modul. Tento modul mi umožní snadné přenášení informací. Nemusím nijak obstarávat spojení, protože modul si zajistí vše sám. Do modulu se posílá pouze PPM signál a ten se přenáší do přijímače v modelu a kde se dekoduje a vytvoří PWM signál pro serva, regulátory a další modelářská zařízení.

Rozměry modulu jsou 57 x 37 x 20 mm. Váha je 40 g. Dokáže přenášet až 16 kanálů.

Minimální napájecí napětí je 3,5 V a maximální je 16 V. Průměrný odběr proudu je 38 mA.



Obrázek 27: 2,4GHz modelářský vysílací modul

9 Software

Software do elektroniky jsem psal sám a využil jsem knihovny od Martina Vejnára a Jakuba Streita.

Veškerý software v univerzálních ovladačích je psán v jazyce C/C++.

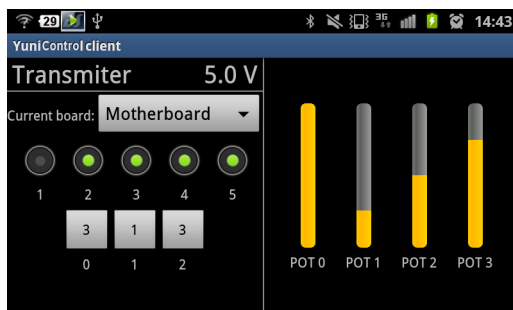
Současná verze softwaru je dokončena a plně funkční. Zdrojové kódy naleznete na příloženém CD. Software byl otestován jak při ovládání letadel, tak i robotů. Současná verze dokáže snímat hodnoty z potenciometrů a z přepínačů, generuje PPM modulaci, dokáže komunikovat přes 2,4 GHz modelářský vysílač a zvládá se připojovat přes bluetooth k dalším zařízením.

Je tedy možné ovládat modely i robotická zařízení a to jak přes kabel, bluetooth nebo i 2,4 GHz modul.

V aktuální verzi, která je momentálně ve vývoji, mám rozpracovanou komunikaci elektroniky s smartphonem, která mi již funguje. V telefonu mám aplikaci Lorris mobile, od mého kamaráda Vojtěcha Bočka, která slouží jednak k programování a komunikaci s mikroprocesorem, ale také obsahuje modul YuniControl, jenž momentálně umožňuje zobrazit polohu křížových ovladačů, pozici přepínačů, stav tlačítek a napětí na bateriích. Zároveň zvládá kalibrovat křížové ovladače nebo joystick a již je rozpracovaná verze s obsluhou a nastavováním bluetooth modulů v ovladači.

Aktuální verzi aplikace můžete nalézt na Google Play (obchod s aplikacemi pro mobilní platformu Android) [22]. Další funkce budou přibývat.

Dalším krokem bude možnost nastavování jednotlivých funkcí a konfigurací ovladače přes telefon nebo PC. V současnosti mohu přenastavit vysílačku tím způsobem, že upravím kód programu a nahraji jej přes PC a speciální programátor do ovladače. V budoucnu bych toto nastavení chtěl realizovat pomocí jednoduché aplikace do PC nebo telefonu, se kterou by neměl problém ani méně zkušený uživatel.



Obrázek 28: Modul YuniControl pro aplikaci Lorris mobile

10 Třetí generace ovladače

Momentálně probíhá vývoj třetí generace, ve které se soustředím na úpravy ovladače pro komerční výrobu a prodej a zároveň jsem si vytknul za cíl doladit ergonomii a design ovladače jako celku.

10.1 Optimalizace řezání dílů

Jedním z cílů třetí generace je snížení výrobních nákladů tak, aby to neovlivnilo funkčnost.

V druhé generaci jsem pro řezání modulů (duralových dílů) zvolil vodní paprsek. Měl jsem k němu dobrý přístup přes známého a byla tím pádem snažší komunikace ohledně výrobních podkladů.

Kdybych ale chtěl moduly vyrábět ve větším počtu, byla by již výroba nákladná. Proto jsem začal zjišťovat, jestli není levnější varianta výroby.

Došel jsem k závěru, že pokud použiji místo vodního paprsku na řezání laser, dosáhnou výrazného zlevnění. Podle informací, které jsem získal, se vodní paprsek používá hlavně tam, kdy již laser nelze použít.

Snížení nákladů na řezání vychází přibližně na 80 %, což je velmi podstatná úspora.

10.2 Změna materiálů

V prototypové výrobě druhé generace jsem řešil hlavně samotnou konstrukci modulů. Tedy jejich velikost, tvar, způsob uchycení nebo povrchovou úpravu.

Již jsem ovšem tolik nezohledňoval materiál, z kterého se díly vyrábí. Jelikož jsem měl možnost mít 2,5 mm duralový plech za výhodnou cenu, neváhal jsem a použil jsem jej.

V současnosti, kdy plánuji výrobu většího počtu dílů a hlavně komerční prodej, jsem se rozhodl přehodnotit tloušťku materiálu.

Po zvážení různých možností mi vyšla jako optimální varianta 1,5 mm dural. Na ceně řezání se sice nijak nepodepíše (rozdíl mezi řezáním 1,5 a 2,5 mm plechu je prakticky nulový), ale mohu dosáhnout příznivé změny váhy a zároveň ceny materiálu.

Při výrobě druhé generace jsem se obával o tuhost jednotlivých dílů. Po několika konzultacích jsem byl ale ujištěn, že i dural 1,5 mm bude dostatečně tuhý.

Proto v budoucích návrzích počítám s 1,5 mm plechem z duralu.

10.3 Nová kostra/pult

Ovladač druhé generace má kostru (pult) vyrobenou z dřevěné překližky. Tento materiál je velmi vhodný pro domácí výrobu. Je velmi pevný, relativně lehký (v porovnání s duralem má přibližně třetinovou hustotu), snadno se opracovává a dá se opatřit pěknou povrchovou úpravou i bez složitějších technologií.

Ovšem při opakované výrobě již není tak optimální. Čas, který by strávil pracovník na výrobě jednoho pultu, je docela vysoký (přibližně 5 hodin čistého času i s povrchovou úpravou).

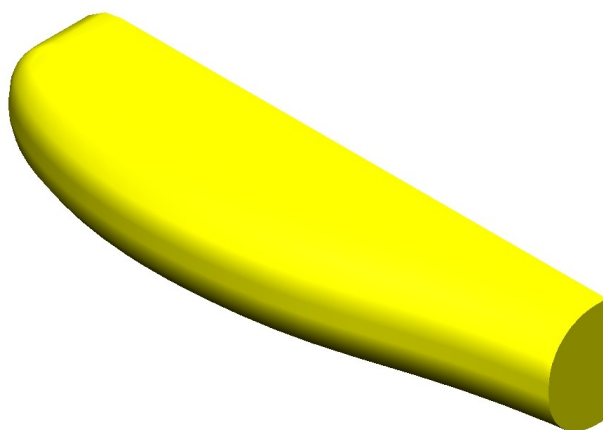
To ovšem není jediný problém. Musím přiznat, že po vzhledové stránce pult 2. generace nevypadá moc lákavě (i když je podýhován a nalakován). A přece jenom, dnes prodává design.

Proto jsem se rozhodl vytvořit nový pult pro moduly a zároveň do něj zakomponovat několik vylepšení, jako jsou možnost přidat si tvarovací moduly pro pohodlné opření pultu o tělo nebo nastavitelný rozstup mezi zavěšovacími tyčemi.

Pult třetí generace mám momentálně navrhnutý z duralových profilů, které se používají na střešní montáže. Tato varianta nemusí být konečná, ale zatím se jeví jako nejlepší.

10.4 Tvarové moduly

K novému pultu mám navrhnuté tvarové moduly, které by zpříjemňovaly používání a každodenní nošení.



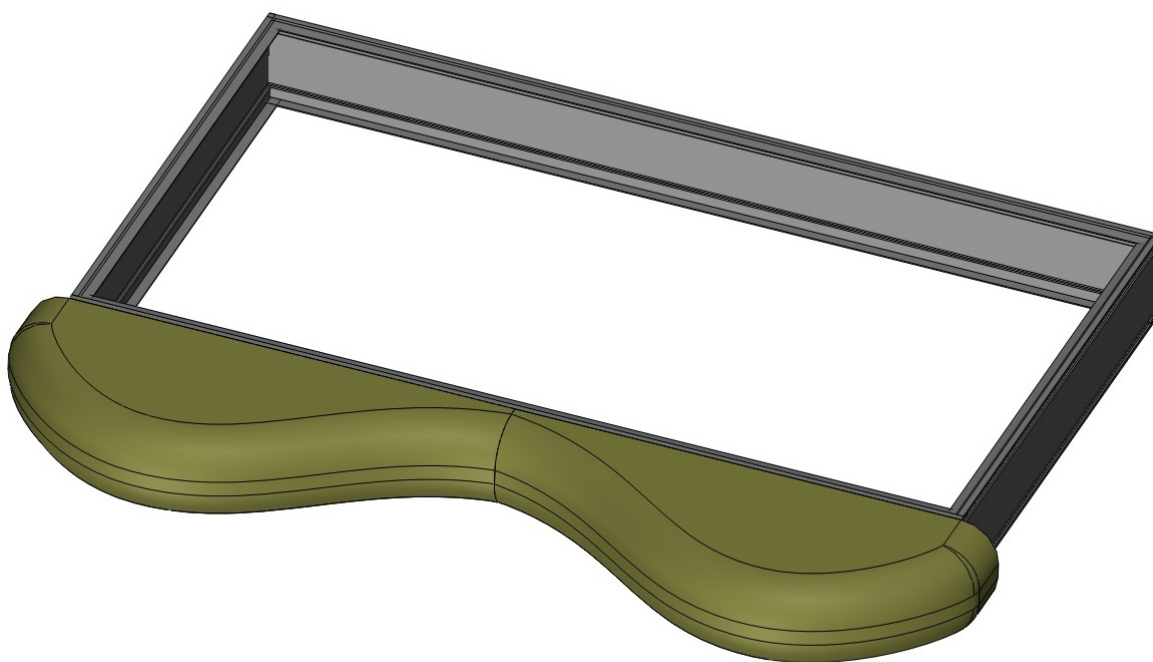
Obrázek 29: Tvarový modul

Momentálně mám navrhnut jeden modul s vybráním pro tělo uživatele. Tlak pultu se bude rozkládat po celé ploše dotyku a používání bude příjemnější. Zároveň budou moduly vylepšovat vzhled ovladače.

Moduly chci vyrábět na 3D tiskárně. Mám možnost vyrábět na takzvaných samoreplikujících se tiskárnách (anglicky RepRap [21]). Výroba na těchto tiskárnách je výrazně levnější než v klasických průmyslových tiskárnách (materiál vychází přibližně 20-krát levněji).

Použití 3D tiskárny mi umožní vyrábět tvarové moduly na zakázku a dle potřeb každého uživatele. Zároveň chci mít standardní řadu tvarových modulů, které bude mít zákazník k dispozici.

Uchycení modulů mám namyšleno buď pomocí zámků v duralových profilech nebo pomocí zámků, které využívám již v druhé generaci pro spojení jednotlivých ovládacích modulů a k tvorbě dvojité podlahy.



Obrázek 30: Rám s tvarovým modulem

10.5 Elektronika

Pro 3. generaci jsem návrh novou verzí elektroniky. Hlavní změny jsou shrnuty níže.

- USB konektor – přidán mirco-USB konektor
- Velikost – dále zmenšena plocha desky
- Upraven A/D převodník – upraveno zapojení A/D převodníků
- předělání USARTu – upraveno zapojení konektorů
- Úprava napájení – přidána druhá možnost napájení

Většina změn elektroniky byla realizována pro jednodušší a lepší použitelnost.

Přidal jsem USB konektor, aby bylo možné elektroniku nastavovat přes tento konektor a nebylo potřeba speciálního programátoru.

Zároveň jsem opět dosáhl zmenšení. Již ne tak podstatného, ale velikost desky se z rozměru 40 x 40 mm změnila na 35 x 35 mm.

Upravil jsem zapojení A/D převodníku pro snazší použití a zároveň pro přesnější měření.

Vylepšil jsem i konektory pro připojení Bluetooth modulu přes USART. Nyní již není bluetooth napájet ze stabilizátoru umístěného na desce, který je určen pro malé proudové odběry. Dva bluetooth moduly by ho mohly již velmi zatěžovat. Proto je na konektorech vyveden i pin s napájecím napětím, které si modul stabilizuje sám.

Díky přidanému USB konektoru mohu nyní elektroniku napájet jak z baterií, tak přes USB konektor.

11 Využití

Již první generace univerzálního ovladače našla několik uplatnění. Já osobně jsem ji využil pro ovládání robota na soutěži Eurobot Starter 2011 [4], kde jsem se svým týmem vyhrál první místo v celostátním kole. Jedním z hlavních faktorů našeho úspěchu byl určitě univerzální ovladač, který se zasloužil o přesné, rychlé a komfortní ovládání našeho robota.

Druhá generace celý tento projekt posouvá na další úroveň. Nejenže je k dispozici jeden univerzální ovladač, ale je vytvořena celá platforma, na které mohou stavět další lidé a rozšiřovat ji. Celý koncept modulární konstrukce může pokračovat v přidávání dalších a dalších modulů podle potřeb jednotlivých uživatelů.

Jak jsem již zmiňoval, 2. generace může sloužit pro sestavení vlastní vysílačky podle potřeb uživatele (v momentě, kdy bude dostupný jednoduchý konfigurační software, nebude rozchození vysílačky problém ani pro nezkušenou osobu).

Dalším použitím je samotné testování nových možností v ovládání, na kterém si každý může otestovat jednotlivé uspořádání. Může si doladit ergonomii atd. (fantazii se meze nekladou). Podstatné je, že uživatel bude mít k dispozici prostředek, na kterém si bude vše moci jednoduše odzkoušet.

Samozřejmě nesmíme zapomenout na standardní využití mezi modeláři a robotiky, kde se již univerzální ovladač první generace plně uplatnil. Totéž předpokládám i u druhé generace.

Ale hlavní uplatnění by mělo být v místech se specifickými požadavky, kde momentálně neexistuje žádná solidnější alternativa. Například mohu jmenovat modeláře dopravních strojů a stavební techniky a našla by se i průmyslová odvětví.

Závěr

Cílem této práce bylo vytvořit univerzální dálkový ovládací pult, který se od běžně dostupných ovladačů liší tím, že umožňuje uživateli rozmístit si libovolně a v téměř neomezeném množství ovládací prvky ze standardní nabídky modulů.

Koncept ovladače vyvinutého v této práci by měl sloužit pro zakázkovou výrobu ovladačů určených uživatelům s velmi specifickými požadavky.

Výstupem práce je ovladač, který obsahuje několik ovládacích modulů, jako jsou dvouosý křížový ovladač (knipl), přepínač, potenciometr, tlačítko, letecký joystick nebo mobilní telefon.

Na začátku jsem vytvořil první generaci univerzálního ovladače, který měl ověřit funkčnost a reálnou vyrobiteľnost. Měl stejnou koncepci jako komerční modelářské vysílačky. Cílem bylo sestavit funkční prototyp, což se mi podařilo.

V druhé generaci jsem se soustředil hlavně na modularitu a možnost uspořádat si ovládací prvky dle požadavků. Proto jsem přepracoval celý koncept. Ovladač 2. generace je založena na ovládacích modulech, které se vkládají do obalu ovladače, a vytváří tak různé ovládací konfigurace.

Pro konstrukci modulů jsem zvažoval čtyři druhy uchycení ovládacích modulů, které popisuji v práci.

Řešil jsem materiál a technologii výroby jednotlivých dílů s ohledem na výrobní náklady. Do budoucna se jako nejefektivnější jeví řezání laserem.

V rámci ergonomie při používání jsem řešil povrchy a materiál ovládacích modulů.

V ovladači mám vlastní řídicí elektroniku, kterou jsem poskytl pod opensource licencí na internetu, doplněnou o komerčně prodávané komunikační moduly.

Ovladač 2. generace je plně funkční a mám jej osobně odzkoušen na několika zařízeních (například na modelu letadla nebo na mém robotu).

Pult je vhodný pro testování různých způsobů uspořádání ovladačů a umožňuje vytváření zcela nových ovládacích zařízení, která zatím nikdo nevyrobí. Zároveň je určen pro speciální zařízení, na které běžné ovladače nestačí. Zvláště vhodný je pro aplikace, kde je pro řidiče nezbytné mít k dispozici větší množství ovládacích prvků a tyto ovládací prvky mít speciálně rozmístěny, například kvůli přesnému a rychlému ovládní.

Momentálně nevím o žádném jiném zařízení, které by umožňovalo něco podobného jako můj ovladač.

V současnosti pracuji na vývoji třetí generace, ve které jsem si vytknul za cíl

doladit ergonomii a design ovladače jako celku. Zatím není hotový prototyp, ale mám zpracovány koncepce od na zakázku vyrobeného modelu s pevně daným rozložením až po uživatelsky upravovatelný modulární ovladač. Výstupem bude ovladač, připravený pro komerční prodej a každodenní používání i v průmyslových oblastech.

Také mám rozpracovanou studii, v které chci porovnat vhodnost různých ovladačů na několika disciplínách pro odlišné skupiny lidí (od nezkušených uživatelů, přes hravé děti až po modeláře). V první fázi se chystám porovnat křížový ovladač, letecký joystick a gamepad na řízení robota a vyhodnotit, pro koho a za jaké situace je ten či onen ovladač nejvhodnější.

V budoucnu bych chtěl jako další vylepšení rozvíjet software pro řídicí desku a konfigurační aplikace pro telefon i PC, které mám již nyní vytvořené, ale obsahují jen základní funkce.

Tuto práci můžete nalézt také na adrese:

<http://www.sokolska.cz/soc-2013/paral-jaroslav-yunicontrol-univerzalni-ovladaci-pult/>

Web k projektu YuniControl naleznete na <http://yunicontrol.bitbucket.org/>



Obrázek 31: Uspořádání pultu s joystickem

PŘÍLOHY

Slovníček pojmů

Datasheet – manuál k součástce nebo čipu

DPS – deska plošného spoje

Knípl – dvouosý pákový/křížový ovladač

Osvitek – speciální fólie potištěná návrhem desky

Pinhead – lámací konektor, který se pájí na DPS a slouží k připojování periférií a dalších zařízení

A/D převodník – *Analog to Digital Convertor*, převádí analogové napětí do digitální hodnoty (např. 0 až 1024)

PPM – *Pulse Position Modulation*, pulzně polohová modulace signálu, která se využívá u většiny komerčních vysílaček k přenášení informací z vysílačky do přijímače

USART – *Universal Synchronous / Asynchronous Receiver and Transmitter*, univerzální synchronní a asynchronní přijímač a vysílač (tzv. sériová linka), slouží k propojení čipu s perifériemi

Smartphon – chytrý mobilní telefon

Literatura

Literatura

- [1] *Jihomoravské centrum pro mezinárodní mobilitu – podpora SOČ*
<http://www.jcmm.cz/cz/podpora-soc.html> (Stav ke dni 8.3.2013)
- [2] *JUNIOR – DDM, Dornych 2, Brno* (Stav ke dni 8.3.2013)
<http://www.junior.cz>
- [3] *SPŠ a VOŠ technická, Sokolská 1, Brno* (Stav ke dni 8.3.2013)
<http://www.spssbrno.cz>
- [4] *Eurobot 2011* (Stav ke dni 8.3.2013)
<http://www.eurobot.cz/eurobot2011.php>
- [5] *Datasheet – ATmega128* (Stav ke dni 8.3.2013)
http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2467.pdf
- [6] *AVR XMEGA* (Stav ke dni 8.3.2013)
http://www.atmel.com/products/microcontrollers/avr/AVR_XMEGA.aspx
- [7] *Datasheet – ATXmega16A4* (Stav ke dni 8.3.2013)
http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc8069.pdf
- [8] *JETI model* (Stav ke dni 8.3.2013)
<http://www.jetimodel.cz/>
- [9] *Dokumentace – Duplex TF EX* (Stav ke dni 8.3.2013)
<http://www.jetimodel.cz/index.php?page=product&id=190>
- [10] *Datasheet – FTDI FT232RL* (Stav ke dni 8.3.2013)
<http://www.farnell.com/datasheets/11529.pdf>
- [11] *Datasheet – MAX485* (Stav ke dni 8.3.2013)
<http://www.gme.cz/dokumentace/959/959-030/dsh.959-030.1.pdf>
- [12] Záhlava, V.: *Návrh a konstrukce desek plošných spojů*, BEN, 2010
- [13] *Eagle – freeware pro navrhování DPS* (Stav ke dni 8.3.2013)
<http://www.cadsoftusa.com/>

- [14] *Seriál o C/C++* (Stav ke dni 8.3.2013)
http://www.linuxsoft.cz/article_list.php?id_kategorie=186
- [15] *JETI – popruh křížový* (Stav ke dni 8.3.2013)
<http://www.pelikandaniel.com/?sec=product&id=65922>
- [16] *B.O.I.S. – FILTRY, spol. s.r.o.* (Stav ke dni 8.3.2013)
<http://www.bois-filtry.cz>
- [17] *Atomo Projekt s.r.o. – povrchové a tepelné úpravy kovů* (Stav ke dni 8.3.2013)
<http://www.atomo.cz>
- [18] *Torakov, s.r.o. – nástrojařství, kovoobráběčství* (Stav ke dni 8.3.2013)
<http://www.torakov.cz>
- [19] *APAMA system, s.r.o. – výroba plošných spojů* (Stav ke dni 8.3.2013)
<http://www.apama.cz>
- [20] *Wikipedia - Open Hardware* (Stav ke dni 8.3.2013)
http://en.wikipedia.org/wiki/Open-source_hardware
- [21] *RepRap - oficiální wiki* (Stav ke dni 8.3.2013)
http://reprap.org/wiki/Main_Page
- [22] *Lorris Mobile* (Stav ke dni 8.3.2013)
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tassadar.lorrismobile>
- [23] *Odkaz na web projektu YuniControl* (Stav ke dni 8.3.2013)
<http://yunicontrol.bitbucket.org/>

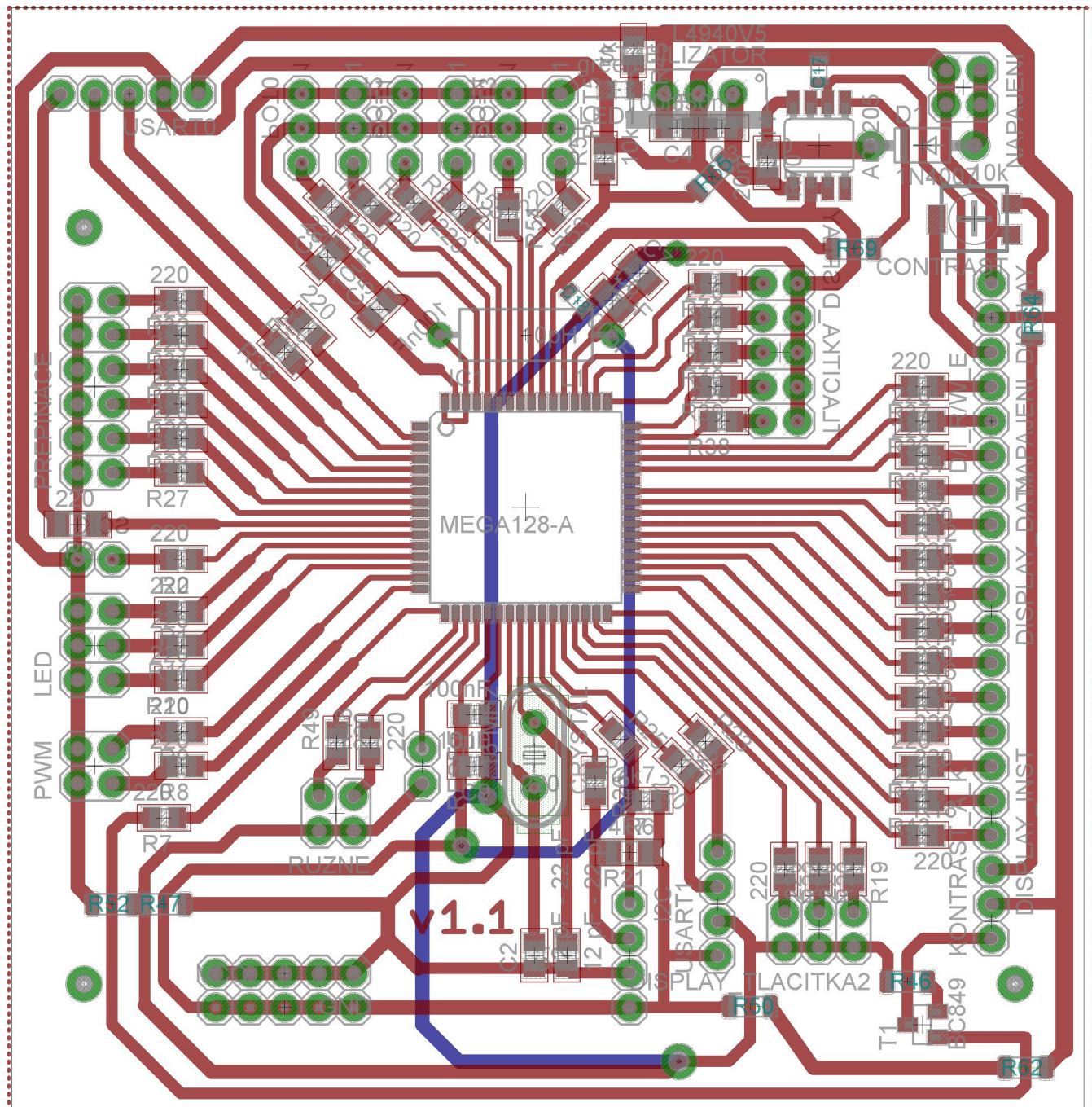
Seznam obrázků

Seznam obrázků

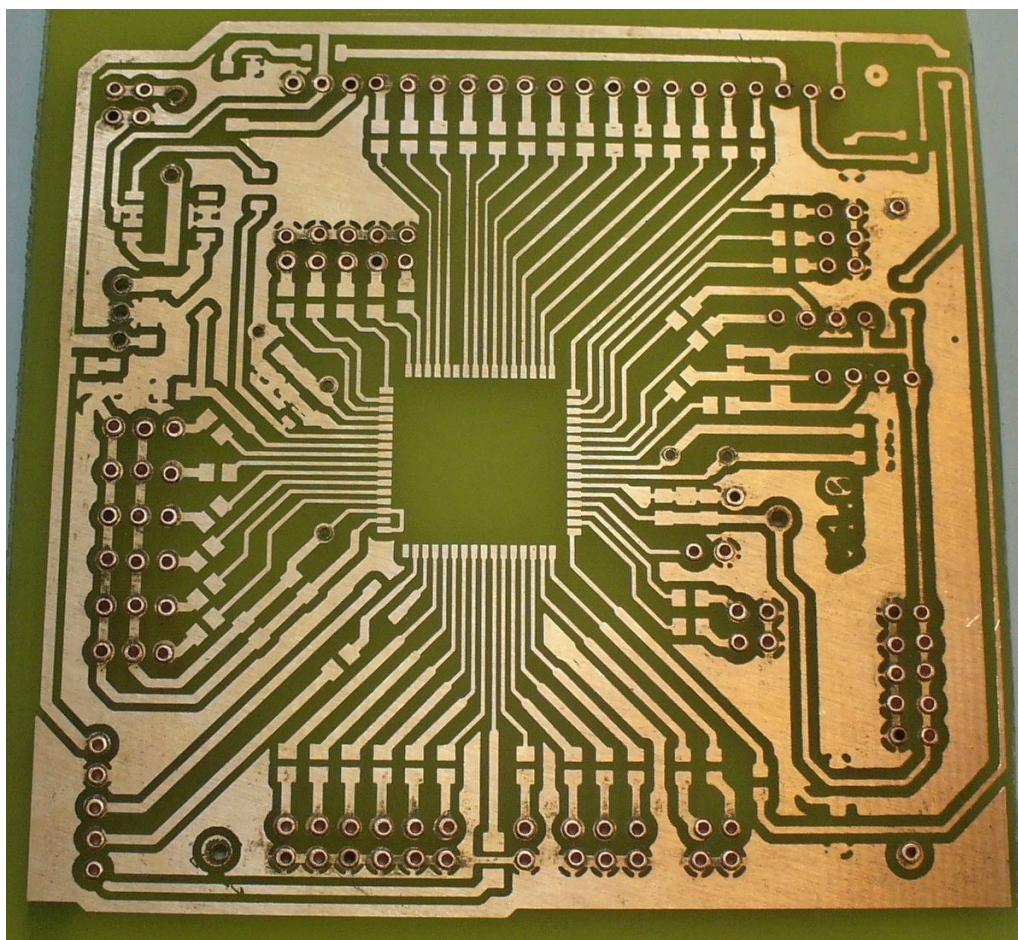
1	Hotová podoba ovladače – jedna z možností uspořádání	4
2	Návrh uspořádání ovládacích prvků první generace	8
3	Ovládací pult 1. generace bez povrchové úpravy	9
4	Ovládací pult 1. generace po nastříkání	10
5	Eurobot Starter 2011	11
6	Návrh první varianty	12
7	Návrh druhé varianty	13
8	Návrh druhé varianty	14
9	Pult s výplní	16
10	Křížový ovladač v překližkovém pouzdře	18
11	Vzpěry pro moduly	20
12	3D ukázka zámku na modulech	21
13	Ukázka kolíčku a zámku v praxi	22
14	Díl VZPĚRA(100x160) s otřepy	24
15	Díl KNIPL OBAL_49 po ohnutí a opískování	25
16	Pěna použitá v pultu	26
17	Díl po vyřezání vodním paprskem	27
18	Modul obsahující novou páku na křížovém ovladači	29
19	Konstrukce zavěšení pultu 2. generace	30
20	JETI - křížový popruh (cena 1000 Kč) [15]	31
21	Zavěšení pultu v praxi	32
22	Hotová řídicí deska 2. generace s osazenými součástkami	34
23	Elektronika 2. generace v porovnání s mincí	35
24	MAX485	36
25	Bluetooth modul	37
26	FTDI modul	37
27	2,4GHz modelářský vysílací modul	38
28	Modul YuniControl pro aplikaci Lorris mobile	39
29	Tvarový modul	41
30	Rám s tvarovým modulem	42

31	Uspořádání pultu s joystickem	46
32	Návrh plošného spoje řídicí desky 1. generace	52
33	Vyleptaná deska 1. generace s vyvrtanými a osazenými otvory	53
34	Hotová řídicí deska 1. generace – strana se součástkami	53
35	Schéma řídicí desky 1. generace	54
36	Návrh plošného spoje řídicí desky 2. generace	55
37	Osvítka řídicí desky 2. generace z vrchní strany	56
38	Osvítka řídicí desky 2. generace ze spodní strany	56
39	Hotová řídicí deska 2. generace bez osazených součástek	57
40	Hotová řídicí deska 2. generace s osazenými součástkami	57
41	Schéma řídicí desky 2. generace	58
42	Ovládací pult 2. generace bez výplně	59
43	Modul s křížovým ovladačem	59

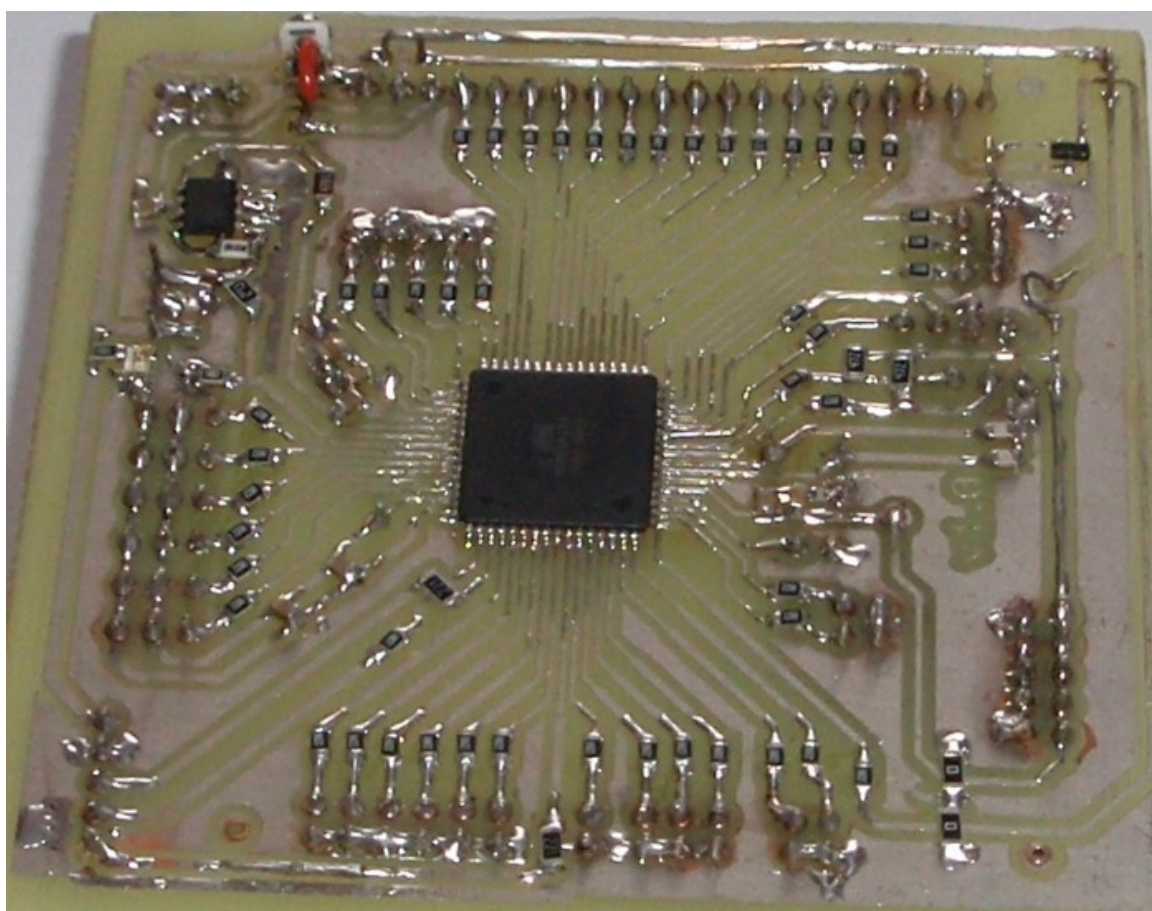
Obrazová příloha – 1. generace



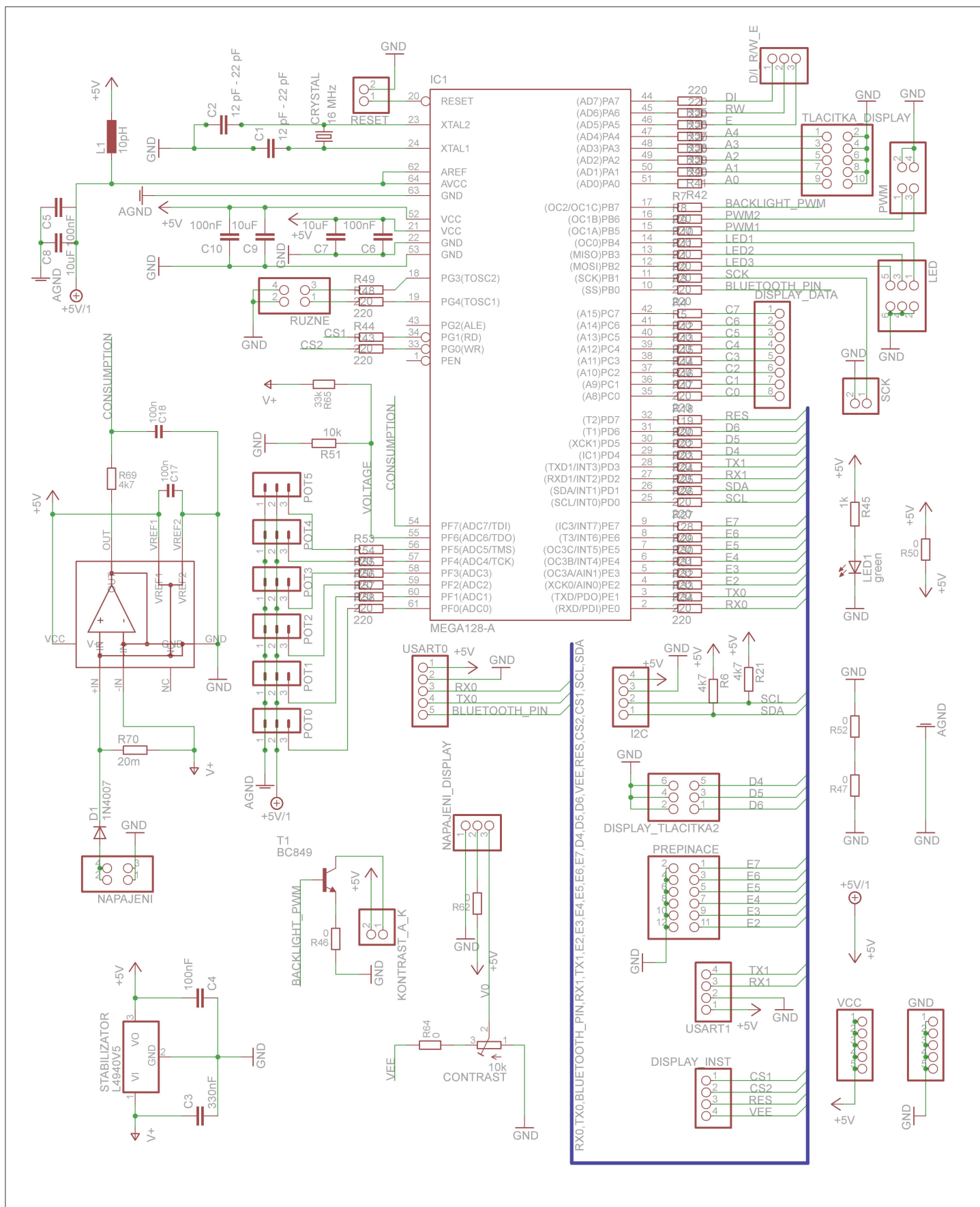
Obrázek 32: Návrh plošného spoje řídicí desky 1. generace



Obrázek 33: Vyleptaná deska 1. generace s vyvrtanými a osazenými otvory

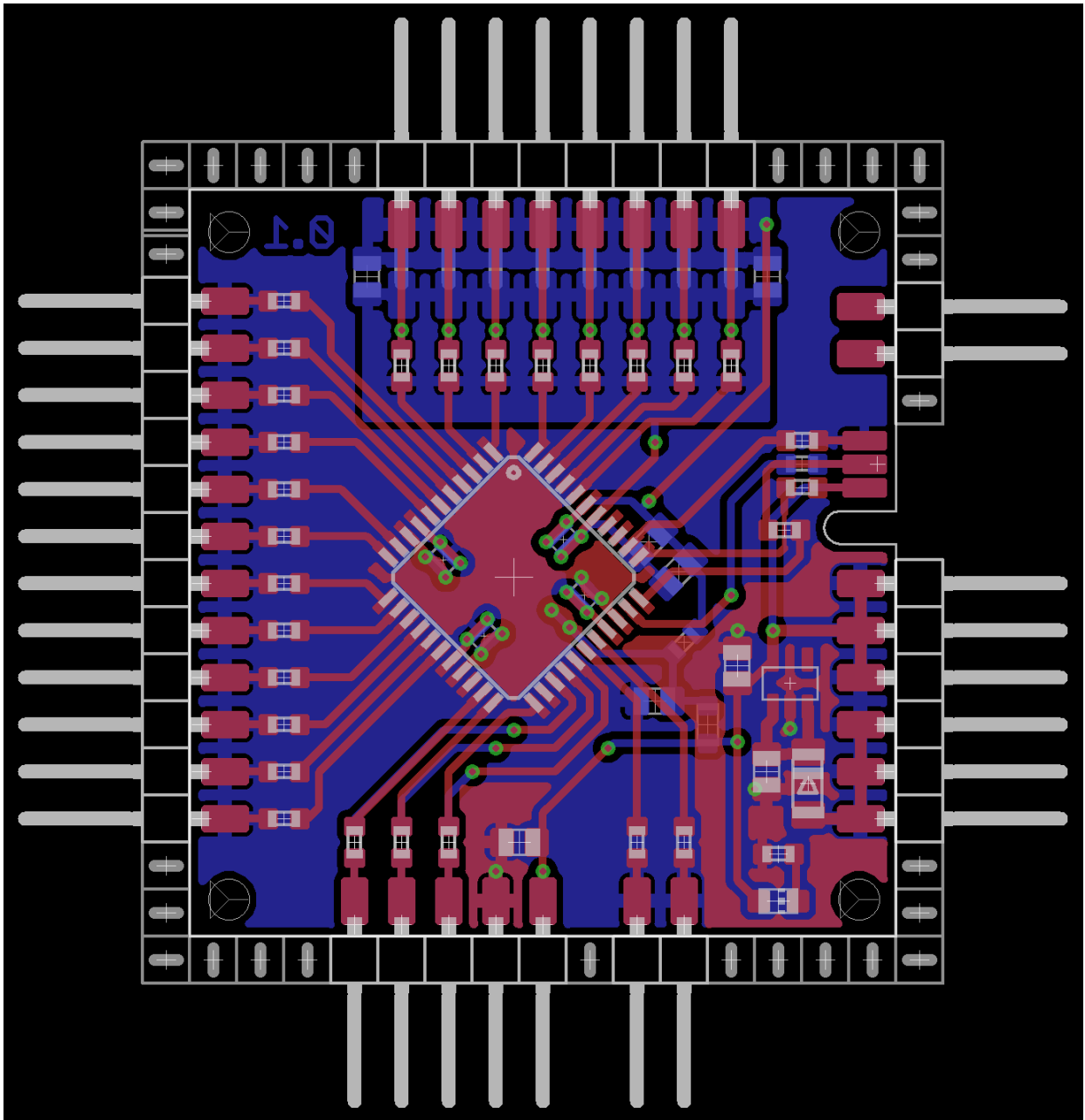


Obrázek 34: Hotová řídicí deska 1. generace – strana se součástkami

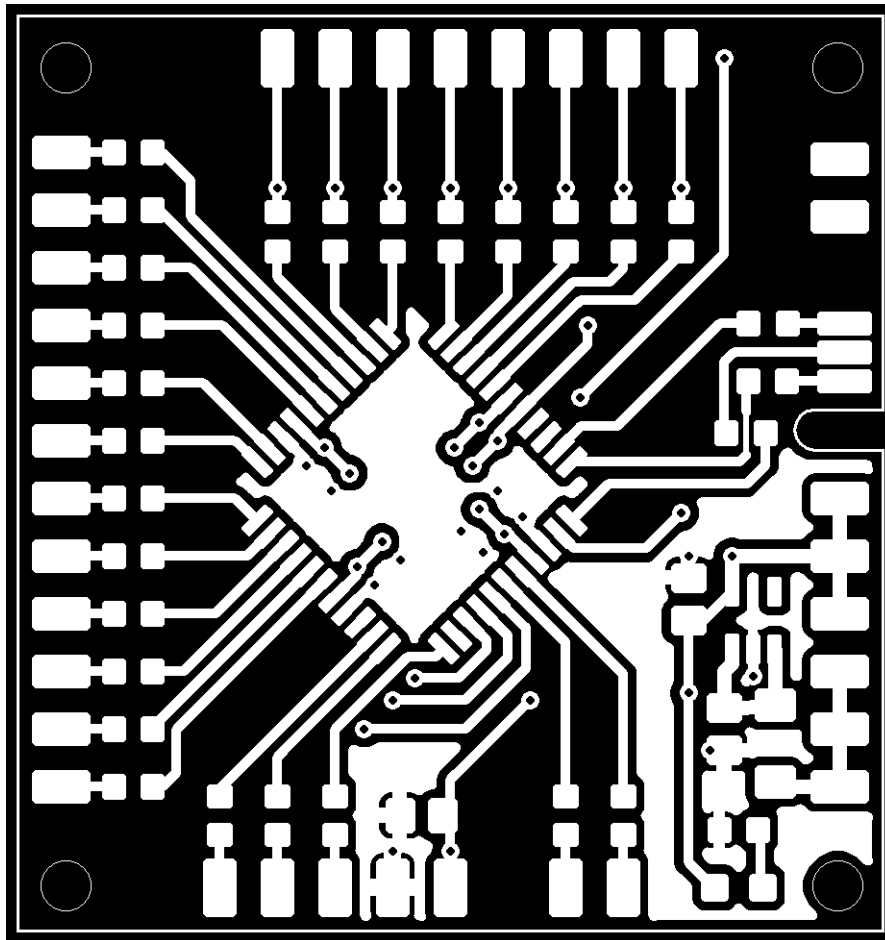


Obrázek 35: Schéma řídicí desky 1. generace

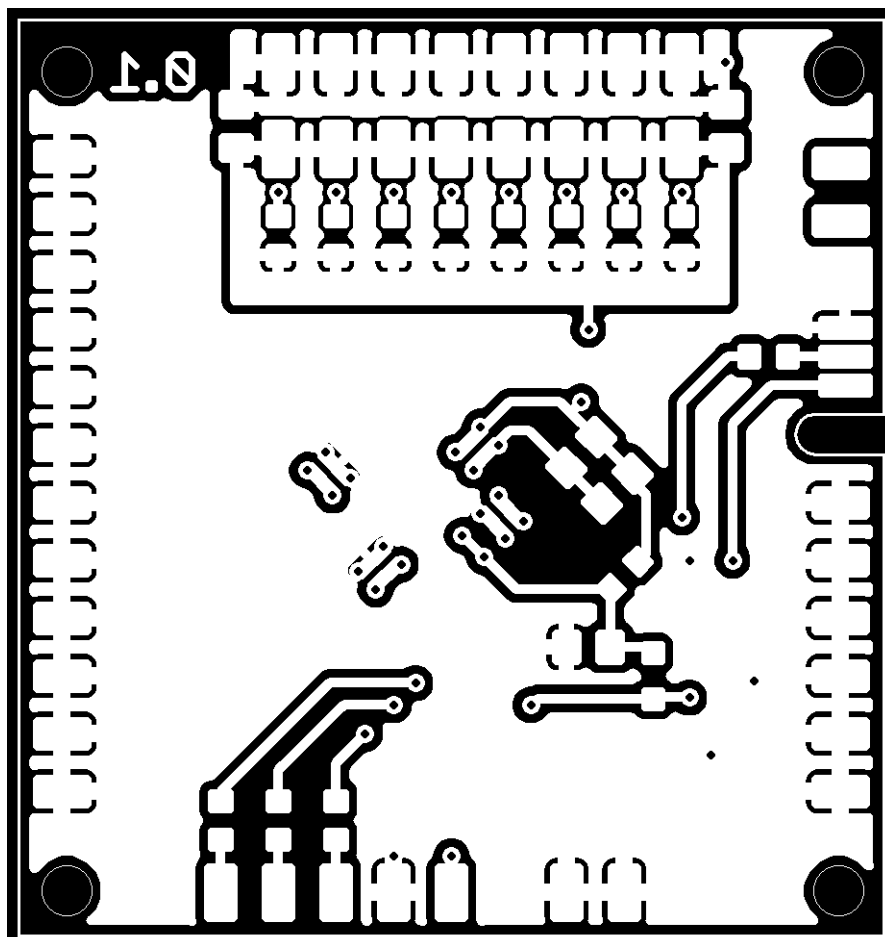
Obrazová příloha – 2. generace



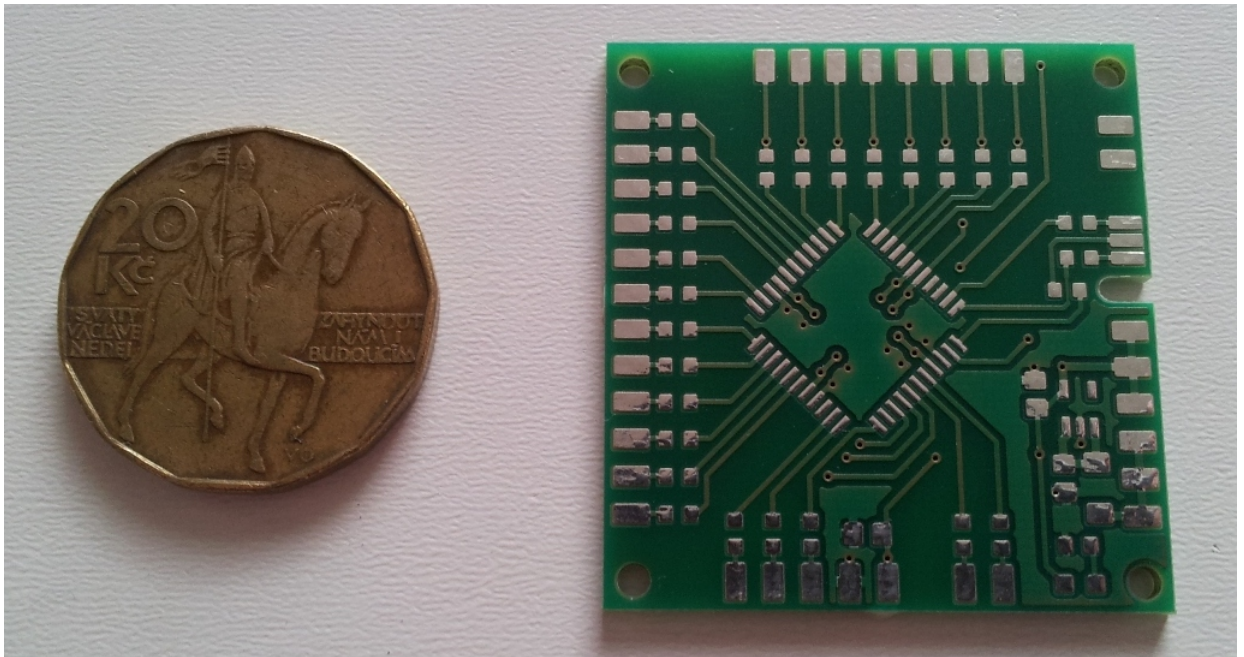
Obrázek 36: Návrh plošného spoje řídicí desky 2. generace



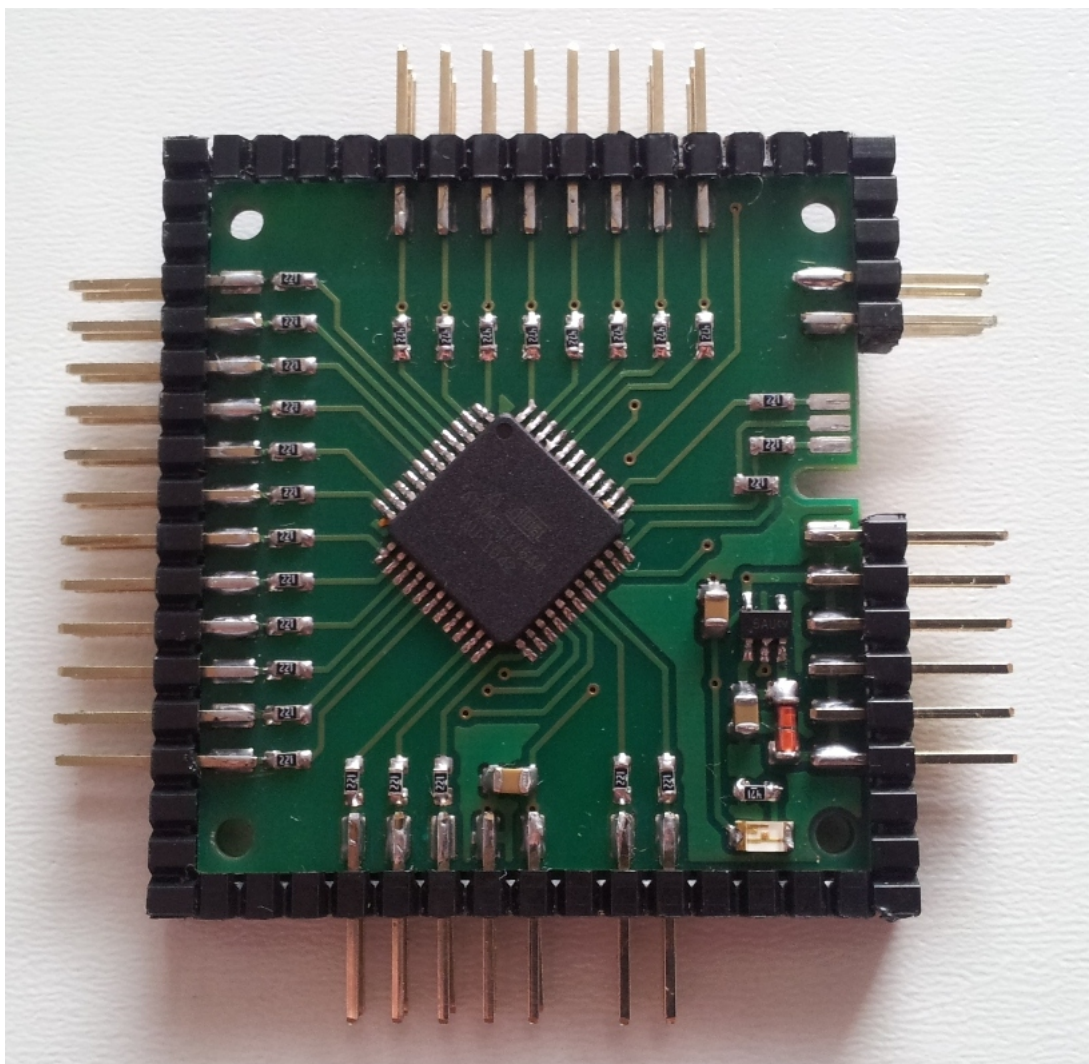
Obrázek 37: Osvitka řídicí desky 2. generace z vrchní strany



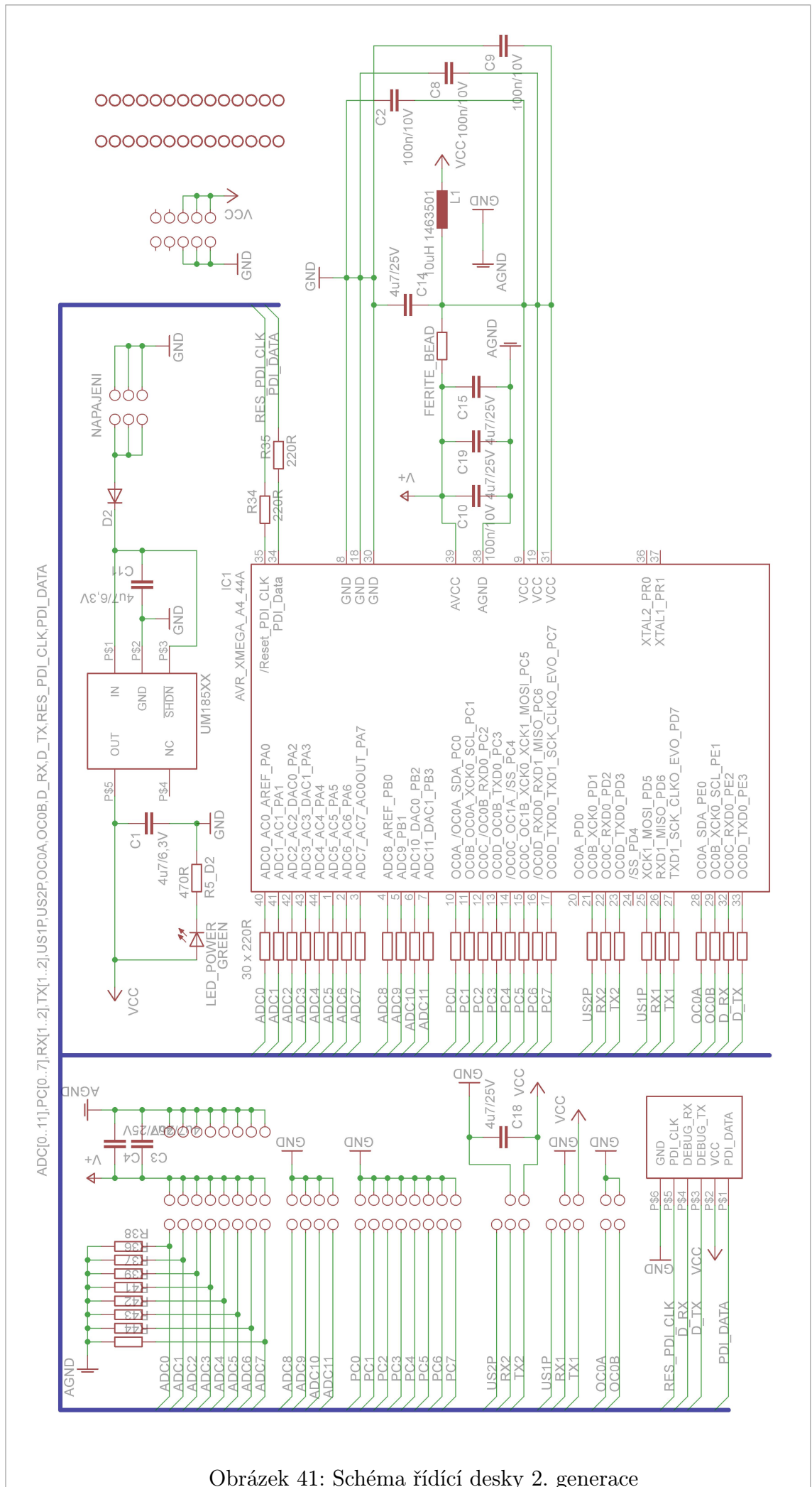
Obrázek 38: Osvitka řídicí desky 2. generace ze spodní strany



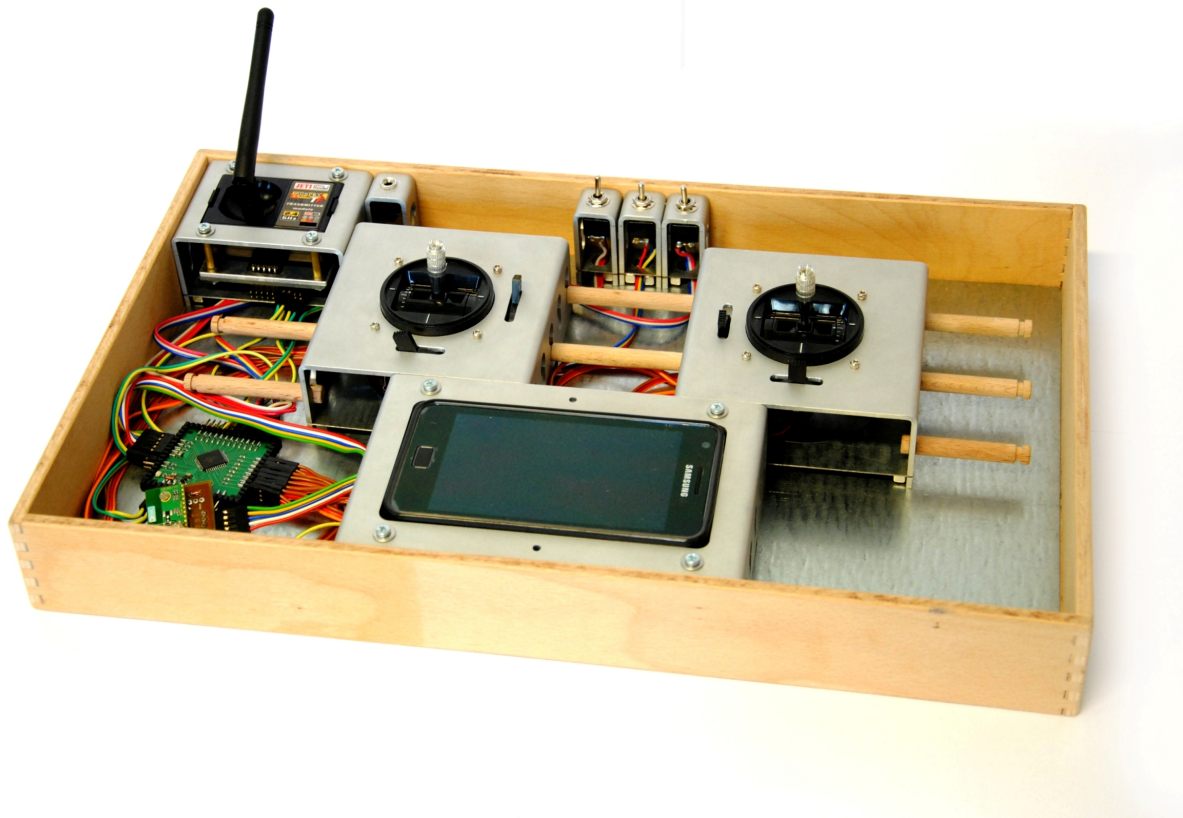
Obrázek 39: Hotová řídicí deska 2. generace bez osazených součástek



Obrázek 40: Hotová řídicí deska 2. generace s osazenými součástkami



Obrázek 41: Schéma řídicí desky 2. generace



Obrázek 42: Ovládací pult 2. generace bez výplně



Obrázek 43: Modul s křížovým ovladačem

Výkresová dokumentace

- 3-UOP – UNIVERZÁLNÍ OVLÁDACÍ PULT
- 4-UOP/1 – ZÁKLADOVÁ DESKA
- 4-UOP/2 – POZINKOVÝ PLECH
- 4-UOP/3 – PŘEDNÍ HRANA
- 4-UOP/4 – BOČNÍ HRANA
- 4-UOP/5 – NOŽIČKY
- 4-UOP-01/A – KNIPL MODUL (A)
- 4-UOP-01/B – KNIPL MODUL (B)
- 3-UOP-01-01/A – KNIPL OBAL_49(1A-100)
- 3-UOP-01-01/B – KNIPL OBAL_49(1B-100)
- 4-UOP-01-02 – VZPĚRA(100x100)
- 4-UOP-02 – SMARTPHONE MODUL
- 4-UOP-02-01 – SMARTPHONE-DRŽÁK
- 4-UOP-02-02 – SMARTPHONE-SPOD
- 4-UOP-02-03 – VZPĚRA(100x160)
- 4-UOP-03 – 2,4 GHz MODUL
- 4-UOP-03-1 – 2,4 GHz MODUL-DRŽÁK
- 4-UOP-03-2 – 2,4 GHz MODUL-SPOD
- 4-UOP-03-3 – VZPĚRA(60x80)
- 4-UOP-04 – PŘEPINAČ 0° MODUL
- 4-UOP-04-1 – PŘEPINAČ 0°
- 4-UOP-04-2 – VZPĚRA(20x20)
- 4-UOP-05 – POTENCIOMETR 0° MODUL
- 4-UOP-05-1 – POTENCIOMETR 0°
- 4-UOP-05-2 – VZPĚRA(20x20)
- 4-UOP-06 – PŘEPINAČ 30° MODUL
- 4-UOP-06-1 – PŘEPINAČ 30°
- 4-UOP-06-2 – VZPĚRA(20x20)
- 4-UOP-07 – POTENCIOMETR 30° MODUL
- 4-UOP-07-1 – POTENCIOMETR 30°
- 4-UOP-07-2 – VZPĚRA(20x20)