

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta designu a umění Ladislava Sutnara

Diplomová práce

ZVUKOVÁ INSTALACE
„Cyklus“

Bc. Ondřej Líbal

Plzeň 2021

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta designu a umění Ladislava Sutnara

Katedra výtvarného umění

Studijní program Výtvarná umění
Studijní obor Intermediální tvorba S
pecializace Intermedia

Diplomová práce

ZVUKOVÁ INSTALACE

„Cyklus“

Bc. Ondřej Líbal

Vedoucí práce: MgA. Jan Morávek
Katedra výtvarného umění
Fakulta designu a umění Ladislava Sutnara
Západočeské univerzity v Plzni

Plzeň 2021

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta designu a umění Ladislava Sutnara

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Ondřej LÍBAL**
Osobní číslo: **D18N0050P**
Studijní program: **N8206 Výtvarná umění**
Studijní obor: **Intermediální tvorba, specializace Intermédia**
Téma práce: **ZVUKOVÁ INSTALACE**
Zadávající katedra: **Katedra výtvarného umění**

Zásady pro vypracování

Prostorová instalace využívající zvukové stopy k přenesení informace, modelaci prostoru nebo vyprávění.

Tvůrčí záměr: Student vytvoří zvukovou prostorovou instalaci pomocí různých čidel a detektorů, které budou interaktivně reagovat na posluchače/diváka v prostoru uměleckého díla.

Způsob realizace: Student k realizaci využije různá čidla, detektory, kinety zakomponované do funkčního celku instalace. Čidla/detektory budou součástí kovové konstrukce.

Cíl: Cílem instalace je, aby se posluchač/divák stal součástí uměleckého díla a pomocí instalovaných snímačů aktivně reagoval a měnil jeho zvukovou či kinetickou strukturu.

Předpokládaný charakter výstupu: instalace – objekt využívající platformu Arduino, syntezátor, kovové součásti. Instalace bude větších rozměrů, aby mohl divák reagovat celým tělem.

Rozsah průvodní zprávy: min. 3 normostrany.

Rozsah teoretické části: **min. 3 normostrany textu**
Rozsah praktické části: **vyplyne ze zpracování DP**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

OSBOURNE, P. *Conceptual art*. London : Phaidon, 2002. ISBN 0-7148-3930-2.
BURROWS, T. *The Art of Sound*. Thames & Hudson Ltd, 2017. ISBN 9-7805-0051-9288.
FORRÓ, D. *Domácí nahrávací studio*. Praha: Grada Publishing, spol. s r. o.. 248 s. ISBN 80-7169-231-X.
BLÁHA, I., *Zvuková dramaturgie audiovizuálního díla*. AMU, Praha, 2004. ISBN 80-7331-010-4.
BERANEK, Leo and MELLOW, Tim (Eds.) *Acoustics: Sound Fields and Transducers*. Academic Press, 2012. ISBN 978-0-12-391421-7.
KOLMER, Felix a KYNCL, Jaroslav. *Prostorová akustika*. 1. vyd. Praha, SNTL, 1980. 242.
MELKA, Alois. *Základy experimentální psychoakustiky*. 1. vyd. Praha: Akademie múzických umění v Praze, 2005. 327 s. Akustická knihovna Zvukového studia Hudební fakulty AMU; 5. ISBN 80-7331-043-0.
ROSS, Alex. *Zbývá jen hluk: naslouchání dvacátému století*. Vyd. 1. Praha: Argo, 2011. 578 s. Zip; sv. 25. ISBN 978-80-257-0558-2.

Vedoucí diplomové práce: **MgA. Jan Morávek**
Katedra výtvarného umění
Oponent diplomové práce: **Ing. Oldřich Tureček, Ph.D.**
Katedra materiálů a technologií

Datum zadání diplomové práce: **29. května 2020**
Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2021**

Dle rozhodnutí č. j. *ZUM/07/11/2021*
stanoven nový termín odevzdání BP/DP
30-07-2021



L.S.

Doc. akademický malíř Josef Mištera v.r.
děkan

Mgr. Jindřich Lukavský, Ph.D. v.r.
vedoucí katedry

Prohlašuji, že jsem umělecké dílo vypracoval samostatně a nejedná se o plagiát.

Plzeň, červenec 2021

.....
podpis autora

Chtěl bych poděkovat MgA. Janu Morávkovi ze výborné pedagogické vedení ateliéru Intermédií. Rozhodnutí studovat v ateliéru Intermédií pod jeho vedením byl pro mne významný krok v životě. Po životní praxi s grafickým designem jsem si konečně mohl dovolit rozvinout mojí zálibu v ovládání zvukových modulů a celé studium zkusit nasměrovat právě touto cestou. V ateléro jsem osvojil své schopnosti v hudebních a ručových podkladech, které jsme se spolužáky nadále využíval jako podkresy do projekcí a světelných instalací. Všechny tyto podněty za celou dobu studia nyní utvořily zvukový objekt do fyzické podoby.



CYKLUS

Obsah

Úvod	1
Frekvence.....	2
Modul	4
Stavba	6
Resumé	7
Použité zdroje	8
Seznam příloh	9
Přílohy 10

Úvod

Už od jakživa mě baví konstruovat, něco vytvářet rukama, kroutit, utahovat, propojovat, zapnout, vypnout. Myslím si, že tuhle dovednost jsem zdědil po dědovi z otcovi strany. Když jsem jako malý rád sledoval jeho ruce na soustruhu, kde obráběním zrovna připravoval stojánek pro lampičku. Jeho dílna byla plná nářadí, drátků, motůrků a různých pohyblivých součástí. Do teď cítím nádech oleje v ovzduší tohoto místa. Z této fascinace konstrukčním světem jsem si před lety postavil kompletní mechanický stroj s názvem automobil, dalo by se říci, od základu. Stále více mi baví hrát si a vymýšlet různé vymoženosti. Má druhá záliba nemá od konstrukčních věcí moc daleko, zde nahradily mechanické části tištěné obvody, čipy a drátky. Už nějaký čas se pohybuji ve zvukových modulech a hudební produkci, kde při tvorbě propojuji různé moduly mezi sebou pro vygenerování nějaké změny např. v oscilátoru¹. Stále více dostupných možností u mne evokuje myšlenky tyto dvě cesty spojit a pokoušet se konstruovat zvukové objekty, či hudební kontroléry v konceptuálnější rovině.

1) Oscilátor (z lat. oscillo, kmitat) je systém nebo zařízení, schopné kmitavého pohybu, při němž se hodnoty určitých parametrů (poloha, rychlost, napětí atd.) periodicky opakují.

Frequence

„Pokud chcete nalézt tajemství vesmíru, je ukryto v pojmech energie, frekvence a vibrace.“²
Nikola Tesla - vynálezce, fyzik a elektroinženýr 1856 - 1943

Jednou mi někdo řekl, že zvuk byl na světě dřív než světlo, bůh řekl „Budiž světlo“, tím pádem musel být zvuk první. Byl tu ještě když na planetě nebyl nikdo, kdo by ho vyslechl. Zvukem se dorozumíváme, sluchová kognice dokáže organizovat zvuky a skládat je do celků, zvukem dáváme najevo svoje pocity, dokážeme je rozeznat zdali jsou negativní či pozitivní. Zvuk je energie. Ve volném prostoru se vytváří různá zvuková pole na které reagujeme, hluk projíždějícího hasičského auta se sirénou není tak příjemný jako pár brknutí do strun harfy. Zvuk a hluk v nadměrné míře, ať v nízkých tónech či vysokých, je velice nebezpečný a může způsobit člověku nebo zvířeti zranění. V dnešní době je hluk spíše v urbanizovaných částech planety, především v dopravě, kde je hlasitost kolem 90 dB,³ největší hluk dělají letadla (140 dB) při níž hrozí při dlouhodobém poslechu zdravotní potíže se sluchem, poruchy nervové soustavy z čehož se dostavuje stres a poruchy spánku. Dlouhodobé ticho, ale také přeci může způsobit potíže. Psychologie zvukového prostředí určuje s jakými významy se zvuky pojí, jak ovlivňují prožitek či výkon. Infrazvuk⁴ je asi jedním z nejnebezpečnějších zvuků co známe. Jeho nízké kmitočty dokáží člověku až způsobit infarkt, jeho frekvence je tak nízká, že jí neslyšíme. Hranice tohoto zvuku bývá od 0,001 Hz až do 20 Hz, ale přesná hranice neexistuje. Hertz je míra frekvence na jednotku času nebo množství cyklů za sekundu a popisuje zvukové kmitočty. Zajímavé je, že 7 Hz odpovídá frekvenci alfa rytmů v mozku, které vyvolávají stav duševního klidu a pohody. Každá mozková vlna má své vlastnosti, jež představují určitý stav vědomí. Každá vlna má také specifickou frekvenci, měřenou v cyklech za sekundu. Frekvence v mozku pracující na elektrické aktivitě a dělí se do čtyř částí - DELTA (0,1 to 3,5 Hz) - hluboký spánek, REM, frekvenční vlny jsou velmi pomalé, THETA (4-8 Hz) - nazvána jako pomalá aktivita spojená s kreativitou, fantazií, intuicí, pamětí a emocemi, věděním, ALPHA (8-12 Hz) - alfa vlny způsobují mentální koordinaci hlavně při relaxaci a odpočívání, BETA (nad 12 Hz) - používání smyslů, přemýšlení při řešení problému, úsudek, rozsudek, komunikace s okolním prostředím. Každý z nás prožívá v průběhu dne tyto různé stavy, které můžeme změnit frekvenci mozkových vln, chceme-li dosáhnout určité úrovně vědomí. Při nespavosti je dobré synchronizovat mozkové vlny s frekvencí, která koresponduje se zvukem pomáhajícím usnout. Této technice se říká přizpůsobení mozkových vln.⁵ Tato synchronizace může mít třeba za příčinu úmrtí, když naladíte tikající budík u postele na tep srdce a budík se v průběhu spánku zastaví. Zvuk o frekvenci větší než 16 kHz se nazývá ultrazvuk. Ten je hojně využíván v lékařství, kde můžeme dojít k číslům až 15 MHz, lidské zdravé ucho funguje v rozsahu cca 20 Hz - 20 kHz. Tento rozsah je pro nás dobře slyšitelný a vnímáme ho ve škále od hlubokých tónů až po vysoké. Rychlost šíření zvuku je závislá na podmínkách prostředí, především teplotě, tlaku a také vlhkosti. V normálním prostředí v interiéru je rychlost zvuku zhruba 345 m/s.

2) <https://citaty.net/autori/nikola-tesla/>

3) Decibel je jednotka nejnámější svým použitím pro měření hladiny intenzity zvuku

4) Příloha č. 9a

5) Příloha č. 9b

Pokud máme kvalitní reproduktory můžeme si vyzkoušet experimenty se slyšitelnými frekvencemi např. na zvukovém modulu, který dokáže vygenerovat oscilační zvukovou křivku ve čtyřech typech.⁶ Sine Wave - nejhladší, hodně používaný na jemné hloubky, Square wave - agresivní, bohatší, bzučivější, používaný na bicích modulech, Triangle wave - kombinace Sine a Square wave nakloněním křivky do tvaru trojúhelníku, Saw wave - ostřejší, vysoké bzučivé frekvence. Tyto čtyři typy tvoří primární křivky, které generují základní složky zvuku. Výška zvuku je dána konkrétní frekvencí, čím vyšší je frekvence, tím vyšší je tón. Hudební akustika určuje jako základní tón 440 Hz. Od tohoto základu se frekvenční vlna rozšiřuje, zkracuje a naopak, tím může tvořit tóny v širokém spektru od hlubokých hladkých basů až po nepříjemné pískání autoalarmu. Frekvenční modulaci dvou a více harmonických vln lze dosáhnout velice pestrých spekter např. u hudebních nástrojů typu syntetizér,⁷ který dokáže těmito věcmi disponovat. U každého tohoto nástroje platí pravidlo více oscilátorů, což nabízí více rozmanitosti v kombinacích zvukových vln. Nemohl bych ale opomenout použití pouze jedné vlny, tato samostatná křivka je velice využívána při hlubokých basových podkladech. Jako příklad bych dal legendární basový modul Roland TB-303 z roku 1981, ale to už se trochu odpoutávám od tématu, protože zvukové moduly by si zasloužily vlastní zdlouhavý průzkum. Zvuky se mohou lišit odlišným zabarvením při stejné výšce tónu, kde spektrum určuje barvu zvuku, podle které rozeznáváme hudbu od hlasů.

6) Příloha č. 9c

7) Syntezátor jako samostatné zařízení je obvykle vybaven klaviaturou, nemusí tomu ale tak být vždy. Může být vybaven i jiným ovladačem nebo může mít i podobu zvukového modulu.

Modul

Při zkoumání nad zvukovou instalací mi zaujala myšlenka působení zvuku na okolí. Možná prvotní impuls byl z dokumentu o sonických zbraních, když Dr. Vladimír Gavreau v roce 1957 v podstatě omylem vytvořil sonickou zbraň. Jeho kolegové se po zapnutí experimentálního sonického přístroje udělali nevolno, Gavreau si všiml kruhů v hrníčku od kávy pulzujících ve stejných frekvencích. Po vypnutí přístroje bylo zas vše v pořádku. Při hlubším hledání tohoto úkazu jsem narazil na používání a testování sonických zbraní proti lidem. K mému překvapení výzkum stále probíhá a z neoficiálních zdrojů jsem se dozvěděl, že tyto zbraně byly (nebo možná ještě jsou) používány proti vylodění migrantů v Řecku. Nebylo by to poprvé co takhle zbraň byla v provozu, ale prvně byla použita na potlačení protestů v Pittsburghu v roce 2009 na summitu G20. Lidé neutíkali, což je běžná situace, ale leželi na zemi, drželi si uši a křičeli. Podle výpovědi jednoho ze svědků, byl zvuk popsán jako alarm z pekla. Nechtěl jsem postavit sonickou zbraň, ale něco podobného, co by bylo nepříjemné na uši a přitom interaktivní s divákem, účastníkem instalace. Při produkci hudby se snažím spíše držet líbivých tónů, slazených do líbivých celků. Má reflexe jen vychází ze zraku, z toho jestli se lidé baví nebo ne a do hudby mi nikdo nevstupuje. I když prosba o změnu hudby už tu několikrát byla. Taková změna by mohla skončit ve vyjimečných situacích pro zvukové moduly i katastrofou. Je zajímavé sledovat jak lidé vnímají a různě reagují na určité frekvence. Interakce účastníka na objekt by měla přesně tohle splňovat, reagovat na pohyb a měnit zvukovou frekvenci. Možná by se mohlo zdát, že je to princip hudebního nástroje, ale osobně bych tyto dvě věci nespojoval. Chtěl jsem udržet myšlenku nelíbivosti odpudivým zvukem podobný sonické zbraně a tím se snažit vynutit u účastníka komunikaci s objektem a vstupovat do něj. Hledat frekvenci, která je pro ucho líbivá, snesitelná. Dlouhé hledání správné frekvence by mohlo dokonce dojít až k jakémusi omámení. Hovořím z vlastní zkušenosti, kdy při dlouhých frekvenčních testech, jsem se po vypnutí cítil malátně s hlubokým hučením v hlavě. Že bych se na vteřinu střelil do frekvence smrti, jako Dr. Gavreau? V tu chvíli jsem si uvědomil, že si pohrávám s docela nebezpečnou věcí. Nastavení frekvence objektu musí být blízké běžným frekvencím, aby nedošlo k újmě na zdraví. Ideální nastavení frekvence objektu je od 30 Hz - 1,5 kHz, nižší frekvence jsem si technicky nemohl dovolit i s výkonným reproduktorem. Přišlo mi, že pod takhle nízkou frekvencí reproduktory nevydrží při použití spektra Square wave. Ve vyšších frekvencích jsem se dostal do dosti vysokých tónů, velice podobných sonické zbraně. Přístroj jsem musel skoro ihned vypnout. Ovládací mozek celé práce je postavený na platformě malého jednodeskového počítače Arduino a různých digitálních periférií, jako např. PWM (modulace pulsní délky). Generátor signálu lze nastavit na určitou frekvenci a určitý pracovní cyklus pulzně šířkové modulace. Dvojí nastavení tohoto generátoru bylo ideální pro práci v prostoru. Nastavení frekvence (FRQ) je na ose X a pracovní cyklus (DUTY) na ose Y, což si doslova vynutilo tvar koule. Přičemž je rozsah frekvence na ose X (30 Hz - 1,5 kHz / -900 - 900) a cyklus na ose Y (25 - 900 / -900 - 900). Možnost reakce v plném rozsahu na náklon zajišťuje gyroskop s rozsahem -900 - 900, tento údaj je 360° rotace. Načítáním aktuálního náklonu (X,Y) modul vysílá informace do naprogramovaného počítače, který předává informace do generátoru frekvence. Gyroskop skýtá ještě jednu funkci a tou je akcelerometr s reakcí na změnu rychlosti. Tuto výhodu jsem využil na vypnutí objektu v době klidu a zapnutí objektu při náhlém pohybu. Při testech se ukázalo, že čas do vypnutí je ideální nastavení.

8) Arduino [čti Arduíno] je v informatice název malého jednodeskového počítače založeného na mikrokontrolerech ATmega od firmy Atmel.

9) "pulse width modulation" - zkratka pulzně šířkové modulace

10) gyroskop - je zařízení pro orientaci v prostoru

11) příloha č. 6

Chtěl jsem objekt mít hlasitý, aby proniknul zvuk skrz hliníkovou nádobu osazenou komponenty a reproduktory a zůstal dosti hlasitý při polohách s vysokou a hlubokou frekvencí. Při zkouškách ještě bez obmotání prodlužovací šňurou připomínal objekt úl se zvuky digitálních včel, někdo zas nazval objekt pračkou zvuku. Kostra objektu je použita ze staré ruční pračky DEZA. Abych předešel těmto záměnám odpoutání se od cesty jednotného estetického vyjádření, zvolil jsem pro dodělání objektu 46 m prodlužovací šňůry obmotané okolo hliníkového skeletu, kde jsem se snažil dodržet jakýsi princip podobný elektrické kouli, možná i ze zkušeností stálého rozmotávání kabelových svazků. Citát v začátku textu od Nikoly Tesly není náhodný a cítím tu spojitost s tímto vynálezcem a průkopníkem své doby. Teslovy stroje byly hodně založené na cívkách z drátu smotané do kruhů. V dnešní době jsou cívky běžnou součástí našeho života, aniž bychom si to uvědomovali a vlastně je i slyšeli. Kdybychom přiložili citlivý mikrofon k transformátoru, dostali bychom se na podobné frekvence, které vychází ze zvukové instalace CYKLON. Jedná se o zvuky procházejícího proudu spleť kabelů. Možná kdyby v minulosti vyhrál souboj o lepší využitelnost stejnosměrného či střídavého proudu Nikola Tesla, nemusela by být elektřina v jakémkoliv stavu, tak obávaným soupeřem.

Stavba

Již od počátečních nápadů, jak zadání zpracovat, bylo vhodné řešení sestrojít zdrojově nezávislé zařízení poháněné baterií s napětím 12 voltů. Při použití výkonného reproduktoru budu potřebovat silný zdroj, reproduktor má sám o sobě velký odběr a baterie bude napájet ostatní výškové reproduktory a ještě všechny komponenty v přístroji. Z tak malého přístroje, jako je Arduino, respektive generátor frekvence, mám zapojit zdroj signálu přímo do zesilovačů? Tento problém jsem vyřešil použitím další platformy kompatibilní s počítačem Arduino s funkcí záznamníku a možností vysílat audio v reálném čase. Výhodou tohoto modulu je přímý výstup pro audio (+)(-). Bohužel modul byl osazen jediným mikrofonním vstupem, který jsem odletoval a pokusně zkusil naletovat audiový signál z generátoru frekvence. Netušil jsem co se stane. Je to pro mne poprvé co jsem se pustil do tak složitého elektronického projektu řízeného naprogramovaným počítačem. Signál se zdál být dobrý a použitelný i po připojení zesilovačů a reproduktorů. Musím podotknout, že letování tištěných spojů není moje silná stránka. Celý mozek přístroje pracuje na 5ti voltech a proto jsem musel použít měniče napětí z 12 voltů na 5 V. Při zapojení Arduina přímo na 12 V z baterie se počítač spálil i když výrobce tvrdil použitelnost tohoto napětí. Při mých domácích stavbách rád využívám věci kolem sebe, vše je kolem nás. Našel jsem automobilovou USB nabíječku napájenou cigaretovým zapalovačem ve voze, která naprosto vyhovuje těmto požadavkům. Druhým měničem napětí se napájí hlasový záznamník. Bohužel na platformě Arduino není tolik napájecích výstupů, aby poskytly napájení všem komponentům. Pro napájení reproduktorů (3x 25W a 1x 400W) jsem vybral dva zesilovače. Zkušenosti s ozvučením automobilů, které pracuje též, na 12ti voltech bylo nejlepší řešení pro napájení subwoofru (1000W) použít tento zesilovač s hodnotami 2x 300W nebo 1x 600W. Zesilovač jsem přemostil na 1x 600W. Originální zesilovač k tomuto reproduktoru měl výkon 250W. K ozvučení ostatních výškových reproduktorů postačil slabší zesilovač (2x 50w, 1x100W). Hodnoty ve watech jsou uvedeny v maximálním zatížení.. Objekt je rozložitelný (po odstranění prodlužovačky) na dvě části. Jedna část obsahuje počítač, gyroskop s akcelerometrem, generátor frekvence, hlasový záznamník, 2x reproduktor, 2x zesilovače, 2x 5V měniče napětí a celkový rozvod elektroinstalace. Druhá polovina je osazena baterií, středovýškovým reproduktorem a subwoofrem (basový reproduktor), vystlána akustickou pěnou pro lepší utlumení a udržení hlubokých frekvencí uvnitř objektu. Obě tyto poloviny jsou spojeny konektory na napájení a reproduktorech pro lepší manipulaci při případné opravě. Objekt CYKLON je vybaven externím nabíjením baterie, tlačítkem zapnout a vypnout a pro případné programování i možnost připojení usb kabelu.

Resumé

CZ: Myslím, že v uměleckém prostoru je málo zvukových instalací, což bych chtěl v budoucnu změnit a tím napomoci této umělecké disciplíně se přiblížit současným návštěvníkům uměleckých galerií nebo jen kolemjdoucím při venkovních akcích. Konstruovat tyto objekty mi velice baví a rád v těchto stavbách budu pokračovat dál i na úkor spálených počítačů, komponentů, nefunkčních kabelů a problémů z programováním. Občas říkám „zlatý analog“. Beru to jako výzvy k dosažení cíle a jsem velice potěšen, že je diplomová práce funkční a snad splní svojí úlohu se prezentovat v nějaké galerii jakožto zvuková instalace a potěší či rozlobí účastníky expozice.

EN: I think that there are not so many sound installations in the art space, which I would like to change in the future and help this art discipline to get closer to current gallery visitors or just passers-by at outdoor events. I really enjoy constructing these objects and I will be happy to continue these constructions at the value of burned computers, components, broken cables and programming problems. Sometimes I say "good old analog". I take it as a challenge to achieve the goal and I am very pleased that this work is functional and will hopefully fulfill its role of presenting itself in a gallery as a sound installation and will please or anger the participants of the exhibition.

Použité zdroje

www.perfectcircuit.com/signal/difference-between-waveforms

<https://worldtruth.tv/wp-content/uploads/2014/01/binaural1.jpg>

<http://www.kentolofsson.com/>

<https://www.rdacoustic.cz/cs/blog/2019/03/30/teorie-akustiky-chovani-zvuku-v-mistnosti/>

https://www.youtube.com/watch?v=XpNbyfxxkWE&ab_channel=HarvardNaturalSciencesLectureDemonstrations

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Oscil%C3%A1tor>

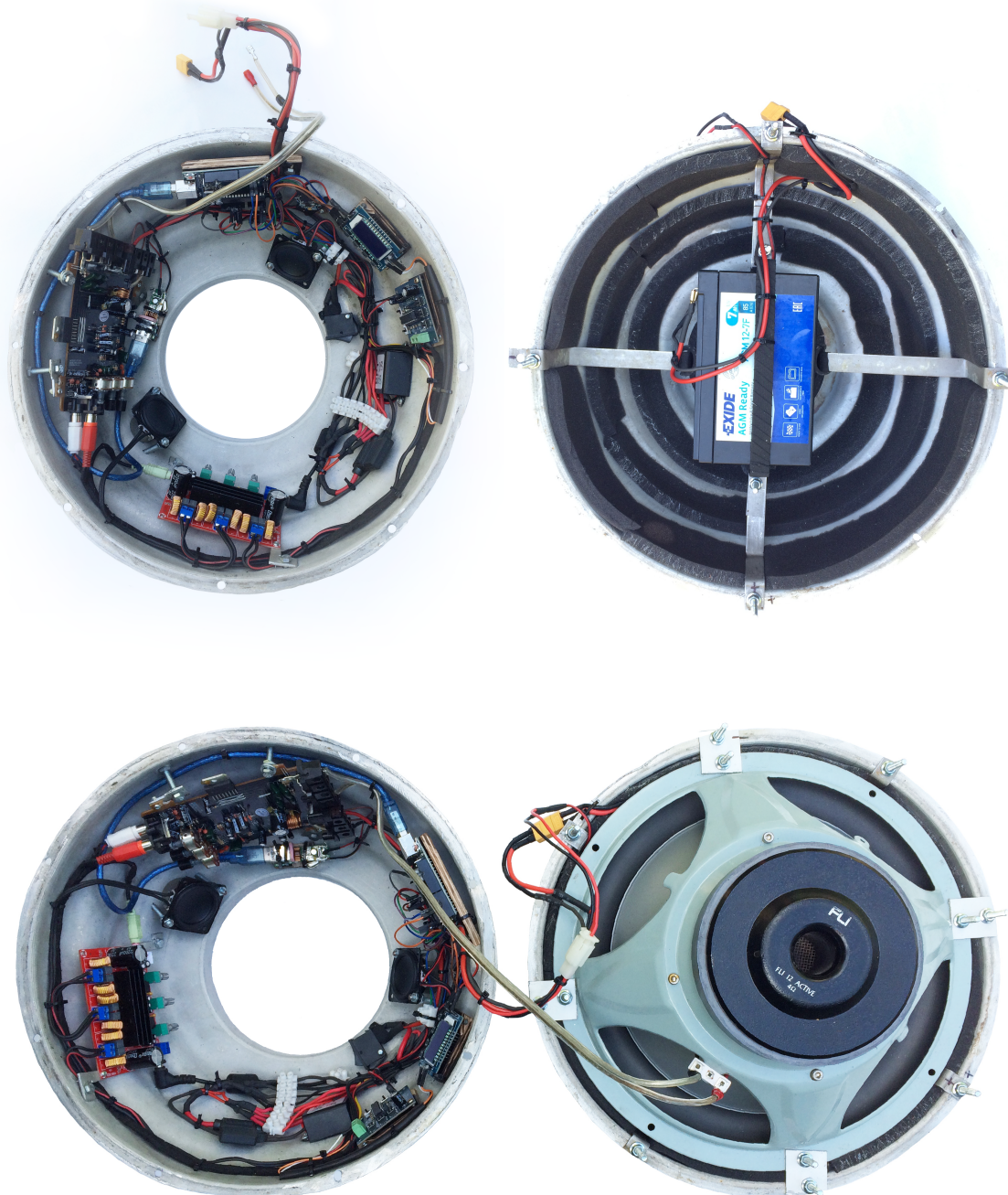
Seznam příloh

Příloha č. 1.....	obal z pračky, osazený subwoofer
Příloha č. 2.....	pohled do interiéru objektu
Příloha č. 3.....	detailní pohled do interiéru objektu
Příloha č. 4.....	skelet z venkovních stran + usazení baterie
Příloha č. 5.....	schéma zapojení
Příloha č. 6.....	zdrojový kód
Příloha č. 7.....	pohled na vnitřní osvětlení od přístrojů
Příloha č. 8.....	samotný objekt
Příloha č. 9.....	objekt zasazený do prostoru
Příloha č. 10	přílohy k textům

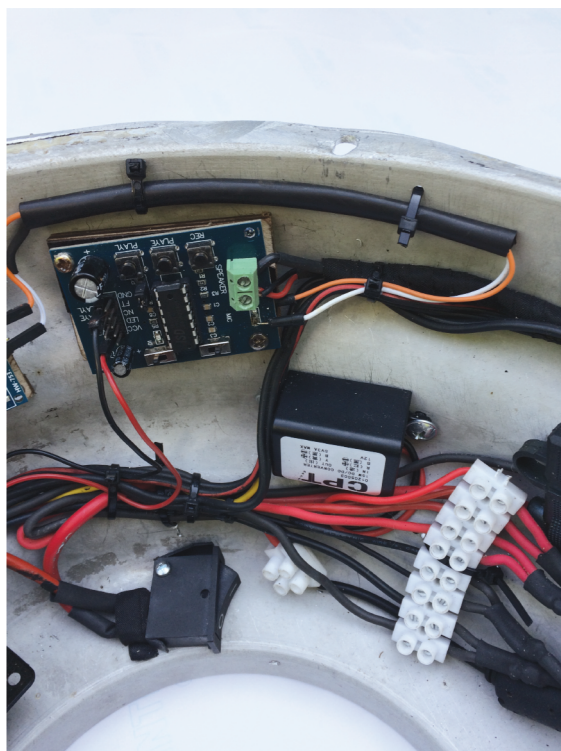
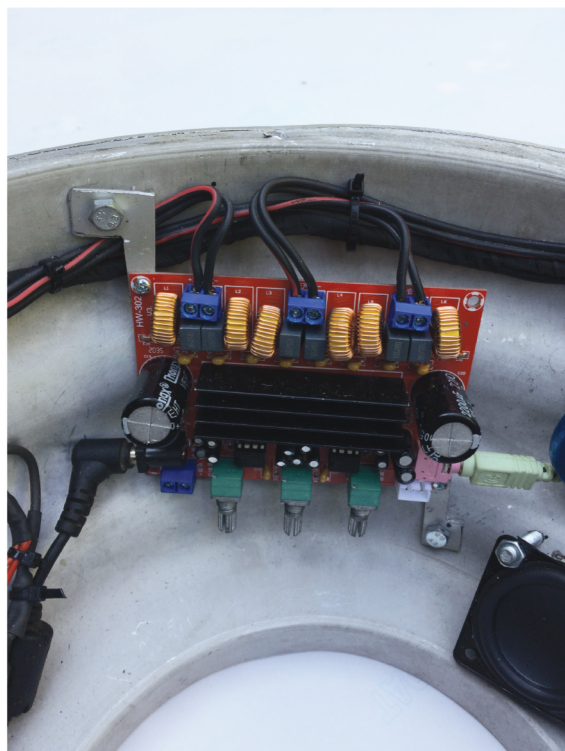
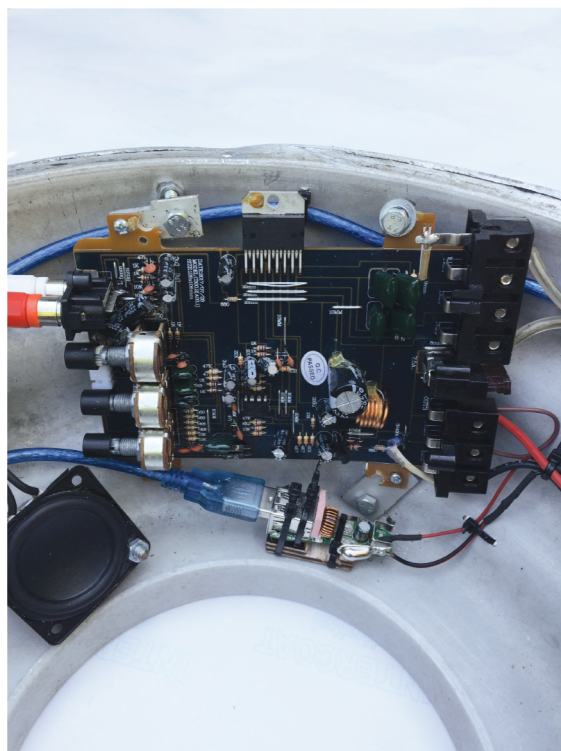
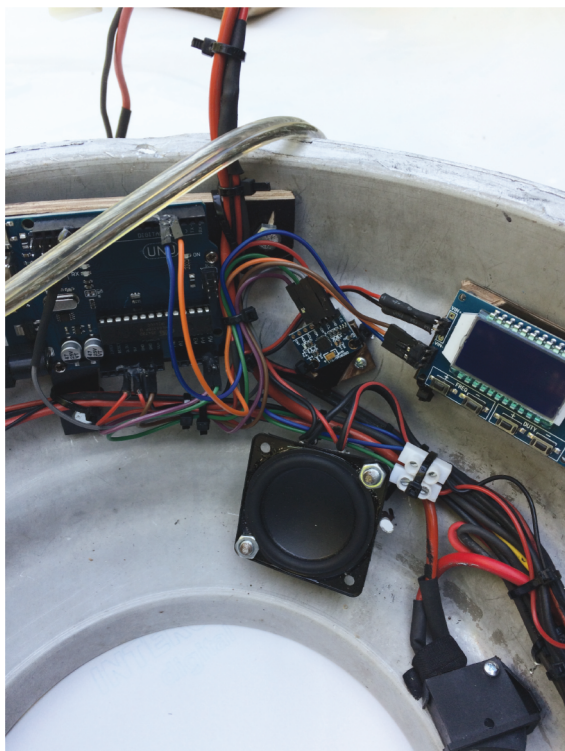
Příloha č. 1



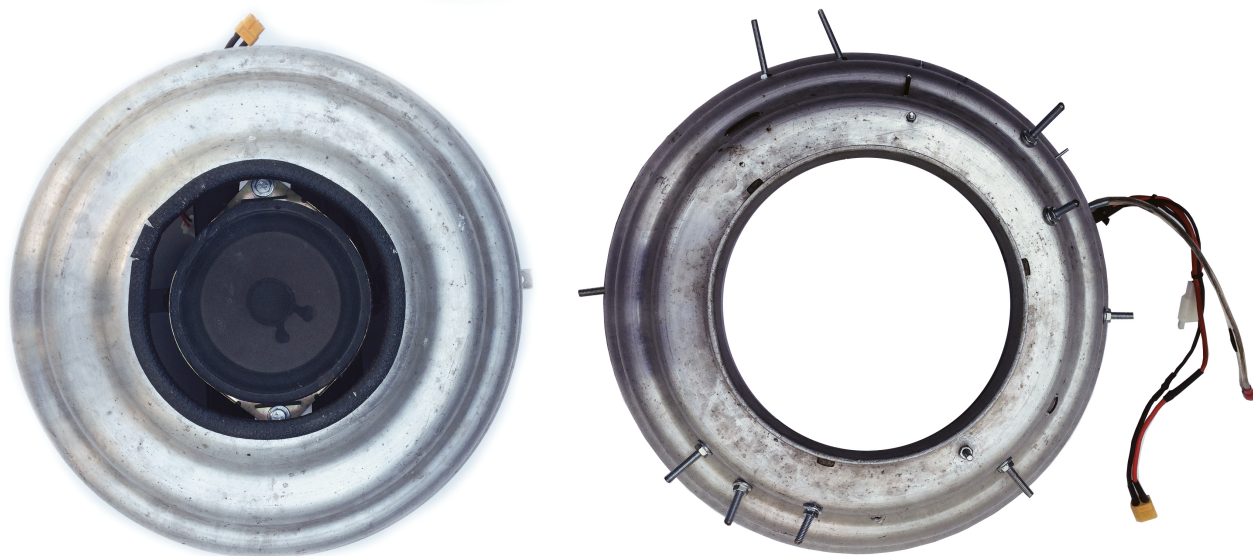
Příloha č. 2



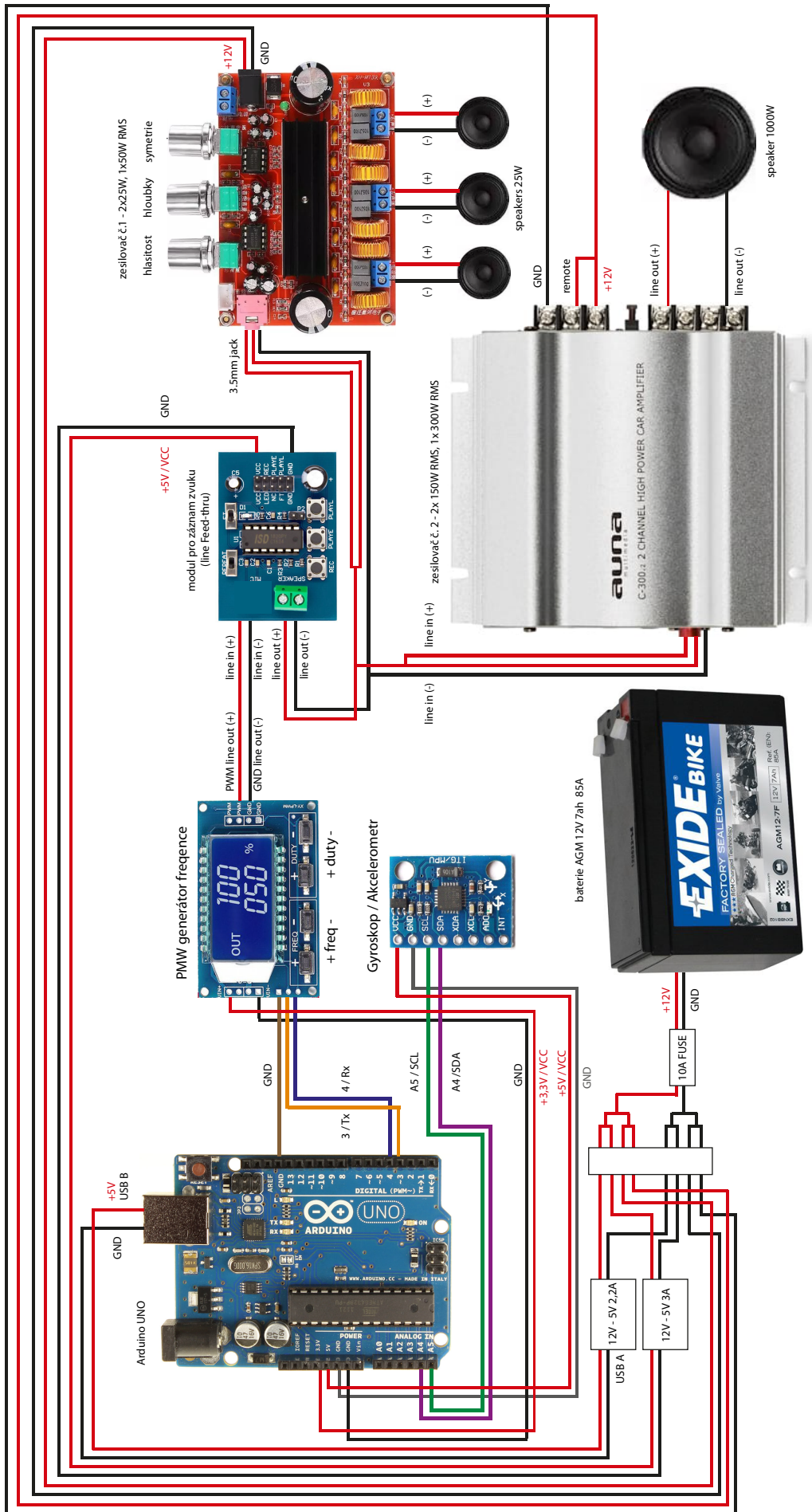
Příloha č. 3



Příloha č. 4



Příloha č. 5



Příloha č. 6

```
int freqLOW = 30;
int freqHIGH = 1500;
int dutyLOW = 10; //minum 25
int dutyHIGH = 99; // maximum 90
int casdovypnuti = 8; // sekund
```

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Adafruit_MPU6050.h>
#include <Adafruit_Sensor.h>
#include <Wire.h>
Adafruit_MPU6050 mpu;
```

```
#include "mpu.h"
```

```
float hodnotaX, hodnotaY, hodnotaACCx, hodnotaACCy;
long previousMillis1;
long currentMillis;
int counter;
boolean casovacvypnuti;
```

```
SoftwareSerial mySerial(3, 4); // RX, TX
```

```
void setup()
{
```

```
  Serial.begin(9600);
```

```
  setupGYRO();
```

```
  mySerial.begin(9600);
```

```
}
```

```
void loop() // run over and over
```

```
{
  currentMillis = millis();
```

```
  if (currentMillis - previousMillis1 >= 1000) { //sekunda
    previousMillis1 = currentMillis;
```

```
    if (casovacvypnuti) {
```

```
      counter ++;
```

```
    }
```

```
    else {
```

```
      counter = 0;
```

```
    }
```

```
    Serial.println(counter);
```

```
  }
```

```

//nastaveni gyro
sensors_event_t a, g, temp;
mpu.getEvent(&a, &g, &temp);

hodnotaX = a.acceleration.x * 100;
hodnotaY = a.acceleration.y * 100;
hodnotaACCx = g.gyro.x * 100;
hodnotaACCy = g.gyro.y * 100;

//float to int
int INThodnotaX = int(hodnotaX);
int INThodnotaY = int(hodnotaY);
int INThodnotaACCx = abs(int(hodnotaACCx));
int INThodnotaACCy = abs(int(hodnotaACCy));

//FREQ + duty
String freq = String(map(INThodnotaX, -900, 900, freqLOW, freqHIGH));
String duty = String(map(INThodnotaY, -900, 900, 10, 99));

//vypnout zapnout

if (INThodnotaACCx < 5 || INThodnotaACCy < 5) {
  casovacvypnuti = true;
  Serial.println("je v klidu");
}
else {
  //Serial.println("NENIjhdsgjsdf");
  casovacvypnuti = false;
}

if (counter >= casdovypnuti) {
  mySerial.println("D000");
  delay(10);
}
else {
  mySerial.println(OUTPUTduty);
  delay(10);
  mySerial.println(OUTPUTfreq);
  delay(10);
}
}

```

```
delay(10);
```

```
/* Print out the values */  
// Serial.print("Acceleration X: ");  
// Serial.print(INThodnotaX);  
// Serial.print(", Y: ");  
// Serial.print(INThodnotaY);  
// Serial.print(", Z: ");  
// Serial.println("");  
// Serial.print("Rotation X: ");  
// Serial.print(g.gyro.x);  
// Serial.print(", Y: ");  
// Serial.print(g.gyro.y);  
// Serial.print(", Z: ");  
// Serial.print(g.gyro.z);  
// Serial.println(" rad/s");  
}
```

```
void setupGYRO() {  
  // Try to initialize!  
  if (!mpu.begin()) {  
    Serial.println("Failed to find MPU6050 chip");  
    while (1) {  
      delay(10);  
    }  
  }  
  Serial.println("MPU6050 Found!");  
}
```

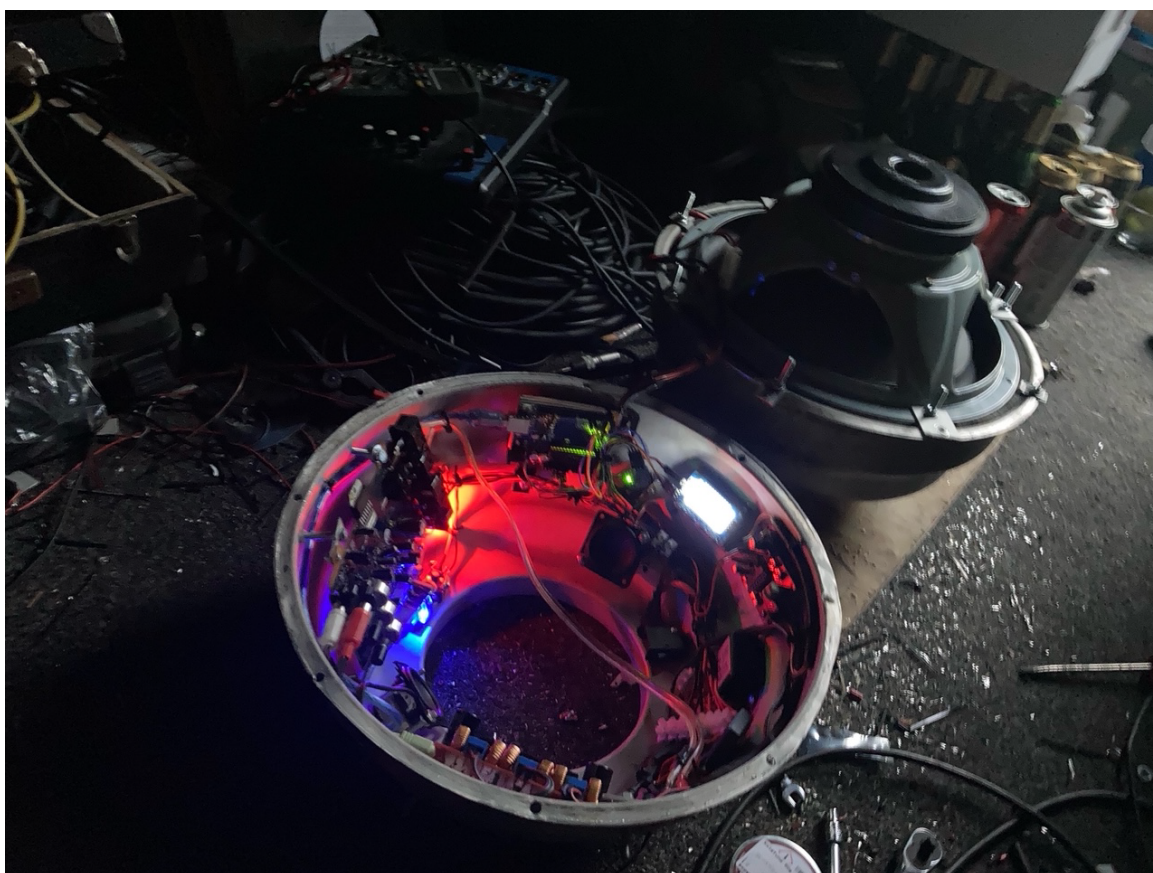
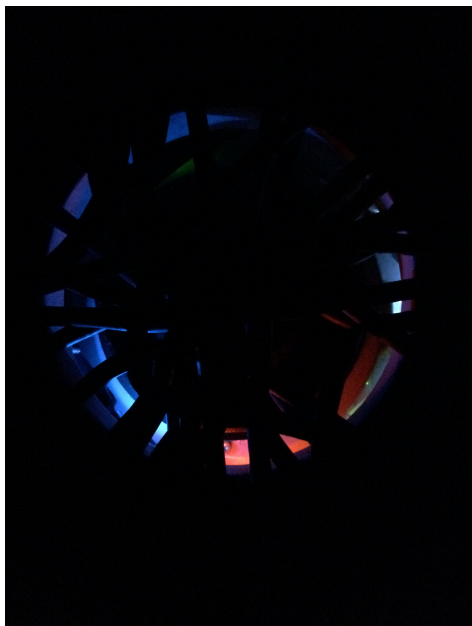
```
mpu.setAccelerometerRange(MPU6050_RANGE_8_G);  
Serial.print("Accelerometer range set to: ");  
switch (mpu.getAccelerometerRange()) {  
  case MPU6050_RANGE_2_G:  
    Serial.println("+2G");  
    break;  
  case MPU6050_RANGE_4_G:  
    Serial.println("+4G");  
    break;  
  case MPU6050_RANGE_8_G:  
    Serial.println("+8G");  
    break;  
  case MPU6050_RANGE_16_G:  
    Serial.println("+16G");  
    break;  
}  
mpu.setGyroRange(MPU6050_RANGE_500_DEG);  
Serial.print("Gyro range set to: ");  
switch (mpu.getGyroRange()) {  
  case MPU6050_RANGE_250_DEG:  
    Serial.println("+ 250 deg/s");  
    break;  
  case MPU6050_RANGE_500_DEG:  
    Serial.println("+ 500 deg/s");  
    break;  
  case MPU6050_RANGE_1000_DEG:  
    Serial.println("+ 1000 deg/s");  
    break;  
}
```



```
case MPU6050_RANGE_2000_DEG:
  Serial.println("+/- 2000 deg/s");
  break;
}

mpu.setFilterBandwidth(MPU6050_BAND_21_HZ);
Serial.print("Filter bandwidth set to: ");
switch (mpu.getFilterBandwidth()) {
case MPU6050_BAND_260_HZ:
  Serial.println("260 Hz");
  break;
case MPU6050_BAND_184_HZ:
  Serial.println("184 Hz");
  break;
case MPU6050_BAND_94_HZ:
  Serial.println("94 Hz");
  break;
case MPU6050_BAND_44_HZ:
  Serial.println("44 Hz");
  break;
case MPU6050_BAND_21_HZ:
  Serial.println("21 Hz");
  break;
case MPU6050_BAND_10_HZ:
  Serial.println("10 Hz");
  break;
case MPU6050_BAND_5_HZ:
  Serial.println("5 Hz");
  break;
}
}
```

Příloha č. 7



Příloha č. 8

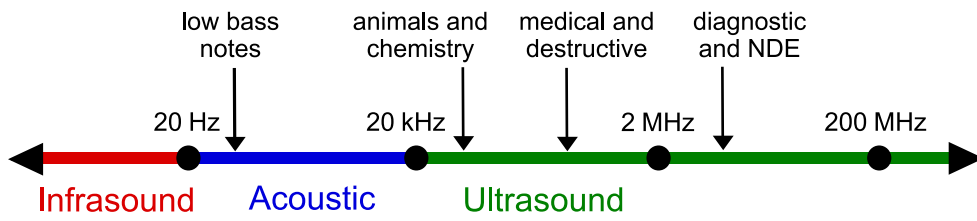


Příloha č. 9

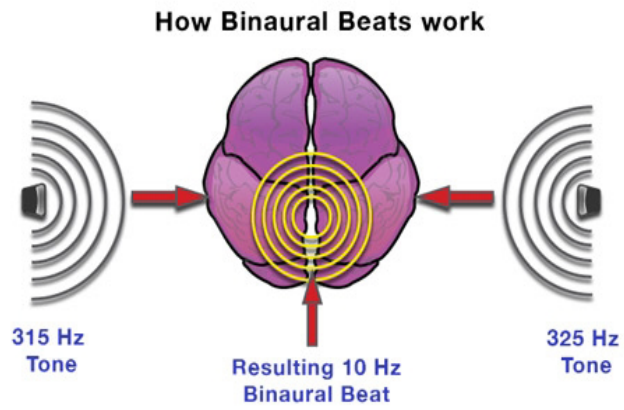


Příloha č. 10

Příloha č. 10a



Příloha č. 10b



Příloha č. 10c

