



STŘEDNÍ PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA SDĚLOVACÍ TECHNIKY

110 00 Praha 1, Panská 856/3,

☎ 221 002 111, 📠 221 002 666, [www.panska.cz](http://www.panska.cz), e-mail: sekretariat@panska.cz



# LIDSKÉ SMYSLY Z HLEDISKA FYZIKY

MATURITNÍ PRÁCE ZE ZKUŠEBNÍHO PŘEDMĚTU  
**aplikovaná informatika**

Autor: **Dennis Hemmer**

Studijní obor: **78-42-M/001**

**Technické lyceum**

Školní rok: **2010/2011**

Třída: **4.L**

# Úvod

Jako téma maturitní práce jsem si zvolil širokouhlé téma Fyzika lidského těla. Zabýval jsem se konkrétně lidskými smysly z hlediska fyziky a její praxe. V práci jsem také uplatnil znalosti z informatiky a vytvořil pro moji práci internetové stránky, kde je k vidění popis i chronologické postupy práce. Naměřené hodnoty, o nichž je pojednáno dále, jsem zpracoval v tabulkovém editoru, viz seznam zdrojů, a graficky prezentoval. Grafické výstupy prací obecně jsou v současné době, kdy jsou k dispozici počítače, diaprojektory, dotykové tabule a další moderní prostředky, velmi žádané. Jsou navíc velmi přehledné a dokážou danou problematiku velmi dobře zobrazit.

Lidské smysly jsou pro nás nedílnou součástí každodenního života, který nejvíce právě lidské smysly ovlivňují. Kvůli vadám různých vjemů či smyslů má člověk mnohočetné indispozice, které jeho život velice ovlivní a omezí řadu činností, koníčků a podobně. Mezi základní lidské smysly patří zrak, chuť, hmat, čich a sluch. Při jejich poškození jsou následky individuální a to v různých dopadech na život dotčeného. Například při poškození zraku se automaticky mění reakční doba mezi mozkiem a očima, horší se viditelnost a nastávají problémy, které dnešní věda je schopna řešit s velkým procentuálním úspěchem a to právě díky dlouhodobým bádáním a pokusům. V praktické části maturitní práce jsem vyrobil přístroj na měření reakční doby mezi okem a mozkiem, respektive doby, kdy signál předá mozku informaci a od něj je dál poslána reakční odpověď na vzruch do prstu ruky. Tento pokus jsem realizoval přístrojem, který určil za jakou dobu je mozek zkoumané osoby schopen zareagovat na světelný impuls vydaný diodou zapojenou do obvodu (respektive zvukový impuls vydaný sirénou zapojenou do obvodu). Tak jsem naměřil data, která jsem porovnával s daty v odborné literatuře, a tím jsem také měřil a porovnával výsledky různých skupin osob (například skupin rozdělených podle věku, podle intelektu, dosaženého vzdělání nebo dokonce podle pohlaví) a získal tím zajímavé tabulky. Ovšem vše spočívalo na jedinci a také na počtu testovaných lidí, kterých jsem oslovil 210 a rozdělil je do tří skupin.

# Teoretická část

## Senzorické funkce

Veškeré změny, které se odehrávají v lidském organismu nebo jeho okolí, jsou zaznamenávány senzorickými funkcemi. Mezi tyto funkce patří pět základních lidských smyslů, které jsou v této práci podrobně popsány.

## 1 Senzibilita buněk, způsoby předávání informací

Pro důkladné zaznamenání změn prostředí nebo činností v organismu je velmi důležité jejich rozpoznání. Na základě rozpoznání je schopen lidský organismus dále podnět zpracovávat.

Dráždivost je schopnost reagovat na změny prostředí, tj. na podněty, vůči kterým je organismus vnímavý neboli senzibilní. Senzibilita je tedy předpokladem dráždivosti, kdy buňky přijímají informace a kódují je, na což navazují metabolické a efektorové funkce. Vstupní informace v podobě chemických signálních látek mohou proniknout k buňce z jejího bezprostředního okolí (změna skladby extracelulární tekutiny), z větší vzdálenosti krevním oběhem (hormony, antigeny, farmaka), anebo - k specializovaným čichovým či chuťovým buňkám - z vnějšku. Specifickým signálem pro jiné specializované receptorové buňky (např. mechanoreceptory, fotoreceptory) je odlišný druh energie (podněty mechanické, světelné, zvukové, termické).

Rychlejší nervová signalizace prostřednictvím vzruchové aktivity, resp. vzruchových vzorců (různě rychlý sled akčních potenciálů a jejich členění do skupin), kóduje spojitě změny membránového potenciálu neuronu nebo specializované čidlové buňky. Je vedena nervovými vlákny přes synapse, kde je obvykle převáděna chemicky k dalším neuronům nebo k svalovým či k sekrečním, ev. nesekrečním buňkám.

## 1.3 Subjektivní fyziologie smyslových buněk

### 1.3.1 Obecné pojmy

Subjektivní smyslová fyziologie zkoumá vnímání v kategoriích počitků a vjemů. Počitek je základní prvek vnímání zobrazující jednotlivou vlastnost vnímaného podnětu (např. počitek barvy, vůně) a nemůže být dále dělen. Vjem je komplex počitků, do kterého se promítá zkušenost a emotivita.

Počitky a vjemy řadíme podle příbuznosti (specifity smyslových orgánů) k různým modalitám (zraková, sluchová ...), v nichž pak rozlišujeme čtyři základní dimenze vnímání: kvalita související se specifikou typů receptorů smyslového orgánu (tyčinky - jas, čípky - barvy), intenzita určená silou podnětu, prostorovost, vyjádřená možností lokalizovat podnět a rozlišovat tvary, a časovost umožňující vnímat trvání a pohyb podnětu.

### 1.3.2 Specifita smyslových orgánů - adekvátní a neadekvátní podnět

Morfologické a fyzikálně-chemické vlastnosti receptorů určují periferní specifitu smyslových orgánů (maximální citlivost vůči podnětu), kdy k podráždění stačí minimální množství určité energie. Nejúčinnějším podnětům (formám energie) pro daný receptor se říká adekvátní podněty. Neadekvátní podněty představují méně účinné formy energie. Při neadekvátním dráždění proximálních úseků sensorické dráhy se projeví centrální specifita tím, že vznikne vjem odpovídající danému smyslu či modalitě (*chorda tympani* - chuť).

K projevům centrální specifity lze řadit i preferenční vnímavost centrálních sensorických neuronů pro určité charakteristiky adekvátního podnětu, např. směr jeho pohybu. To souvisí s určitým zapojením daného neuronu.

### 1.3.4 Rozdílový práh a Weberovo pravidlo

Aby se v nadprahové oblasti daly právě odlišit dva různě silné podněty, je nutné, aby hodnoty jejich intenzit byly v určitém minimálním vzájemném poměru (přírůstek intenzity  $\Delta S$  silnějšího podnětu k intenzitě podnětu základního  $S$ ). Ten je ve velkém rozsahu intenzity stálý:  $\frac{\Delta S}{S} = \text{konst.}$  Tento vztah se označuje jako Weberovo pravidlo (Weberův zlomek). Zobrazuje rozdílový (relativní, přírůstkový, diferenční) práh.

Německý lékař E. H. Weber zjistil, že lze postřehnout nejmenší rozdíl v hmotnosti, když k 29 g přidáme 1 g (přírůstek intenzity o **Chyba! Záložka není definována.**  $\frac{1}{29}$ ). Nepostřehneme jej však, porovnáme-li 59 g a 60 g či 89 g a 90 g. Rozdíl však poznáme při komparaci o 58 g a 60 g (přírůstek o  $\frac{2}{58} = \frac{1}{29}$ ) nebo 87 g a 90 g atd.

Weberovým pravidlem vysvětlíme, proč pětigramový rozdíl v hmotnosti dvou dopisů rozeznáme lehce, kdežto týž rozdíl v hmotnosti dvou kufrů nikoliv, anebo proč vidíme hvězdy v noci a ne ve dne. Základní intenzita podnětu je tu odlišná, i když její přírůstek je stejný.

Německý lékař Fechner odvodil z Weberova pravidla obecný vztah mezi intenzitou vjemu ( $V$ ) a intenzitou podnětu ( $S$ ):  $V = k \cdot \log \frac{S}{S_0}$ , resp.  $V = k \cdot \log S + C$ .  $k$  a  $C$  jsou konstanty,  $S_0$  je prahová intenzita podnětu.

Podle tohoto Weberova – Fechnerova zákona intenzita vjemu se zvyšuje lineárně, když intenzita podnětu vzrůstá logaritmicky. Intenzita vjemu je tedy úměrná logaritmu intenzity podnětu. Jinak řečeno, intenzita vjemu je logaritmickou funkcí intenzity podnětu. V grafu, v němž na vodorovnou osu vynášíme intenzitu podnětu v logaritmické stupnici a na svislou osu intenzitu vjemu v lineární stupnici, se tato funkce zobrazí jako přímka. Weber – Fechnerův zákon platí spíše u podnětů střední intenzity.

Lépe a ve větším rozsahu intenzit vyjadřuje tuto závislost Stevensova mocninná funkce:  $V = k(S - S_0)^n$ , resp.  $V = k \cdot S^n$ , kde exponent  $n$  dostatečně charakterizuje funkci smyslového orgánu. V grafu s logaritmickou stupnicí na obou osách se tato závislost

zobrazí jako přímka a exponent je její směrnici. Když je exponent menší než 1, má přímka méně strmý průběh než v opačném případě.

Závislost intenzity vjemu na intenzitě podnětu podle Weberova - Fechnerova zákona nebo Stevensovy funkce je dána membránovými strukturami receptorů. Od receptorů výše má však předávání informací lineární charakter: např. počet akčních potenciálů nervového vlákna je přímo úměrný amplitudě receptorového potenciálu.

### **1.4.2 Adaptace receptorů**

Působí-li déle podnět stálé intenzity na receptor, amplituda receptorového potenciálu se různě rychle snižuje a frekvence akčních potenciálů v příslušném vláknu klesá. Receptor se adaptuje. U tonicky reagujících receptorů, které se pomalu adaptují (pomalý pokles amplitudy RP), vzruchová aktivita nemusí vymizet úplně ani po dlouhé době (neúplná adaptace, viz obr. 1). Tyto receptory registrují především intenzitu déle působících podnětů (z kožních mechanoreceptorů např. Merkelovy terče registrující tlak na kůži).

U fázičky reagujících rychle se adaptujících receptorů (rychlý pokles RP) nastává adaptace úplná. Takové receptory zaznamenávají okamžitou změnu intenzity stimulace či její rychlost (Vaterova-Paciniho tělíska – letný dotyk kůže nebo rychlé vibrace). Tato periferní receptorová adaptace úzce souvisí se strukturou receptoru. Aferentní vlákna „tónických“ receptorů jsou tenčí a méně vodivá než „fyzických“. Centrální neurony sensorických drah jeví adaptaci (centrální adaptace), která trvá – podobně jako adaptace daného vjemu – déle než periferní adaptace receptorová.

## **3 Zrak**

Smyslovým orgánem zraku je u člověka oko. Oči jsou složité smyslové orgány, které se vyvíjí po celou dobu existence člověka a jsou pro něj nejdůležitějším smyslovým orgánem. Udává se, že až 90 % informací získává člověk prostřednictvím oka. V každém oku je v ochranném obalu uložena vrstva receptorů, na něž optický systém soustřeďuje světelné paprsky, a systém neuronů, které vedou signály od receptorů do mozku. Vidění je složitý proces. Jeho podstatou je příjem a zpracování informačních signálů o vnějším okolí

ve formě fotonů viditelného světla. Jako viditelné světlo označujeme tu část spektra elektromagnetického vlnění, která je vnímána lidským okem.

Zrakem vnímáme světlo o vlnové délce 400 nm - 760 nm, ovšem uvedený rozsah je určen citlivostí fotoreceptorů sítnice, ve skutečnosti jsou však fotoreceptory schopné vnímat vlnové délky až do 315 nm. Za normálních okolností však materiál oční čočky světlo vlnové délky kratší než 400 nm pohlcuje. Okem také vnímáme barvy světla, od absolutního prahu (cca  $10^{-17}$  J) až po vysokou úroveň osvětlení. Zrak je však především zaměřen na rozlišování kontrastu (černobílého a barevného), a tím i kontur. Tomu značnou mírou napomáhají pohyby oka, které zajišťují okoohybné svaly. Bez nich by bylo vidění značně defektní. Stavba oka je na obr. 10. Tvar oka je dán pevností obalů (rohovka, skléra) a nitroočním tlakem (2 kPa - 2,9 kPa), závislejícím na tvorbě komorové vody řasnatém tělísku.

Celkový zrakový systém lze jednoduše rozdělit na následující funkční části:

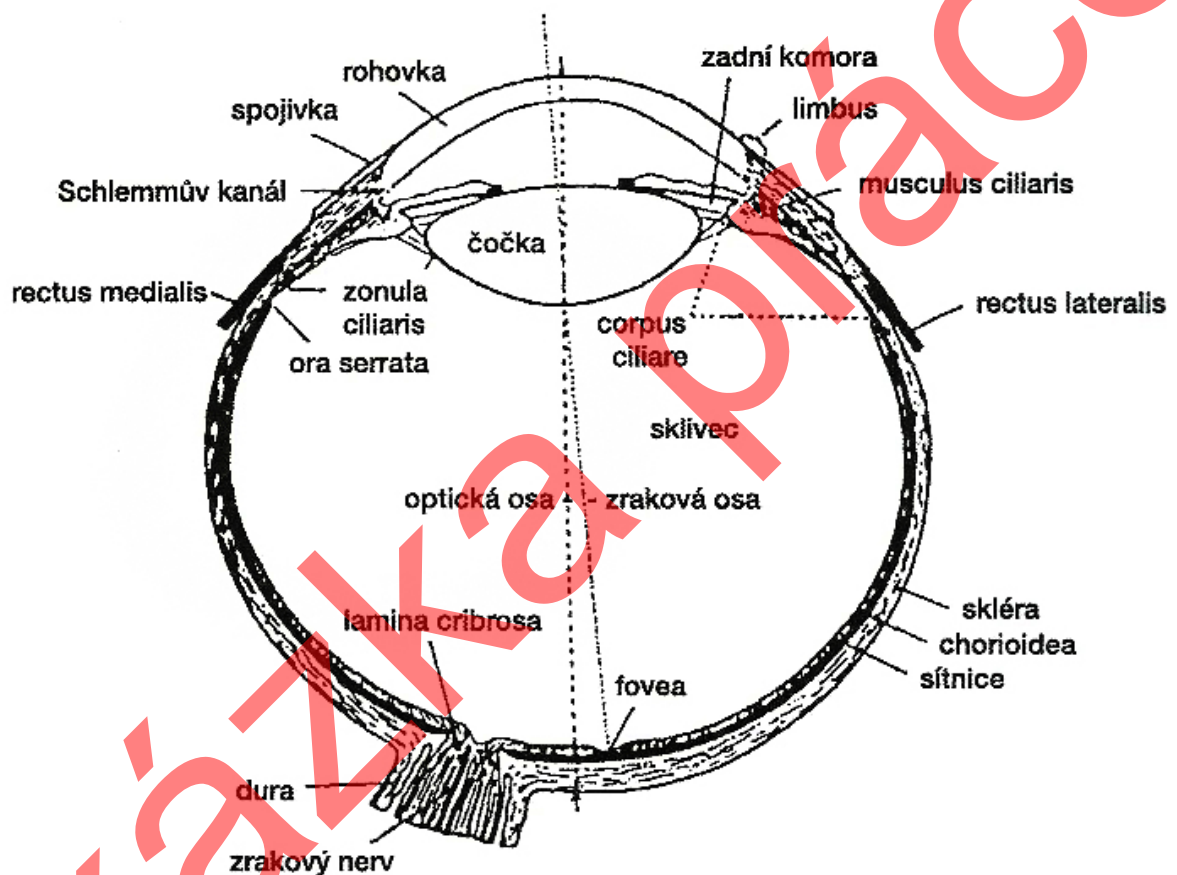
### 3.1 Oko

**Chyba! Záložka není definována.** Oko je složený optický systém (obr. 10). Jeho hlavní bod leží na přímce (optická osa), procházející předním předmětovým ( $F_p$ ), zadním obrazovým ( $F_z$ ) ohniskem a středem kulové plochy (rohovky) v místě přechodu centrálního paprsku z jednoho prostředí do druhého.

Hlavním bodem prochází hlavní rovina H, která je kolmá na optickou osu. Paprsek z horního okraje předmětu prochází uzlovým bodem U, tj. optickým středem, aniž se láme (obr. 11). Zraková osa je odchýlena od optické osy asi o  $5^\circ$  (obr. 10) a prochází kruhovou jamkou (foveou). Optická mohutnost čočky (lomivost)  $\varphi$  se stanoví vztahem  $\varphi = \frac{1}{f}$ , kde  $f$  je ohnisková vzdálenost optického aparátu.

$[\varphi] = D$  (dioptrie). Protože přední ohnisko leží asi 17 mm před okem, optická mohutnost zdravého lidského oka je necelých 59 D. Rohovka se tu podílí více (43 D) než čočka (16 D), jejíž lomivost se však může zvětšit akomodací, v dětství až o 16 D.

Oko tvoří oční koule uložená v tukovém polštáři v očníci, jež má tvar pyramidy s vrcholem směřujícím dovnitř a jejíž kostěné stěny tvoří pevnou ochranu pro oko. Otvorem ve vrcholu očníce vstupuje zrakový nerv a v jeho okolí se vyskytuje dalších šest okohybných svalů, které se připojují k oční kouli a zajišťují její pohyb. U dospělého zdravého člověka má oční koule průměr asi 24 mm a téměř dokonale kulovitý tvar. Oční koule se skládá ze tří vrstev. První vrstva je složená ze zevní bělimy, což je tuhá, vazivová a dokonale neprůhledná vazivová blána.



Obr. 10 Pravé oko na horizontálním řezu

### 3.7 Mechanismus transformace světelného signálu v elektrický

Pohlcení fotonů viditelného světla a jejich transformace v elektrický signál ve fotoreceptoru je klíčovým dějem procesu vidění. Mechanismus je shodný v tyčinkách i čípcích. Dopad určitého kvanta světla vhodné vlnové délky na systém membránových



disků zevního segmentu způsobí rozpad fotopigmentu. Chemický proces probíhající v barvivu poté vede ke vzniku napěťové změny – generátorového (receptorového) potenciálu – na povrchové membráně fotoreceptoru.

### **3.8 Zraková dráha**

Zraková dráha je souhrn neuronů, které převádějí vizuální informaci z oka do příslušné korové projekční oblasti centrálního nervového systému. Trakt je tvořen čtyřmi nervovými buňkami (obr. 17).

První neuron představují fotoreceptory, druhý bipolární buňky a třetí gangliové buňky sítnice. Axony gangliových buněk se sbíhají na sítnici do papily zrakového nervu, opouštějí zde oční bulbus a vytvářejí oční nerv.

V lebeční dutině se oba oční nervy sbíhají a posléze spojují do zkřížení mediálních vláken zrakového nervu. Soubor nervů vycházejících ze zkřížení (chiasmatu) vytváří zrakový svazek.

V důsledku křížení obsahuje každý optický svazek vlákna ze stejnostranných polovin obou sítnic a vlákna z obou očních makulí. Poté celý svazek putuje až do mezimozku a některé části svazku ústí do prodloužené míchy.

Primární zraková korová oblast se nalézá v mezimozku a je zde uloženo hlavní centrum pro vnímání zraku. Primární zraková oblast provádí dekodování vizuální informace a přeměňuje ji v nejjednodušší smyslový vjem zvaný počitek.

Na obrázku 16 můžeme vidět celé schéma zrakové dráhy. Zraková dráha popsaná v této kapitole je hodně zjednodušená. Ve skutečnosti z oka vychází mnoho vláken, které se spojují a vedou do mezimozku, a každé vlákno zvlášť nese svoji specifickou informaci pro vytvoření obrazu v mozku.

## **4 Sluch**

Sluch je schopnost vnímat zvuky, je společná všem vyšším živočichům, kteří jsou vybaveni speciálním smyslovým orgánem: uchem. Sluch a zrak jsou nástroje lidské komunikace. Sluch se řadí na druhé místo mezi nevýznamnější a nejpoužívanější smysly a je z nich nejcitlivější.

## 4.1 Fyzikální podstata zvuku

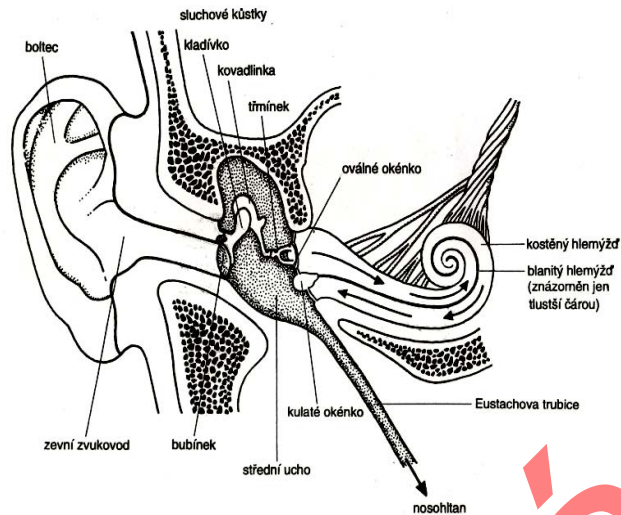
Sluchem vnímáme zvuk, tj. podélné kmitání částic hmotného prostředí. Zvukové vlnění šířící se například vzduchem je charakterizováno střídajícím se zhušťováním a zředováním molekul vzduchu. Místa zhuštění a zředění postupují vzduchem určitou rychlostí, kterou nazýváme rychlost šíření zvuku  $v$ . Jedna vrstva zhuštění a jedna sousední vrstva zředění molekul prostředí vytváří zvukovou vlnu. Vzdálenost dvou sousedních míst maximálně nebo minimálně koncentrovaných částic určuje délku zvukové vlny  $\lambda$ . Počet zhuštění nebo zředění částic za 1 sekundu určuje frekvenci zvukového vlnění  $f$ . Mezi vlnovou délkou a její frekvencí platí vztah:

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

## 4.2 Struktura a funkce periferních částí sluchového systému

Pro správné pochopení fyzikální podstaty přenosu zvukové informace až do mozku je nutné uvedení anatomických poznatků o lidském uchu. V následujících kapitolách se tedy seznámíme se strukturou i funkcí lidského ucha.

Sluchový systém se stává z části periferní, tvořené vnějším, středním a vnitřním uchem (obr. 18) a z části centrální, do níž patří sluchová dráha a příslušné projekční oblasti mozkové kůry. V následující kapitole popíšeme strukturu a funkci periferního oddílu sluchového systému.



Obr. 19 Schéma lidského ucha

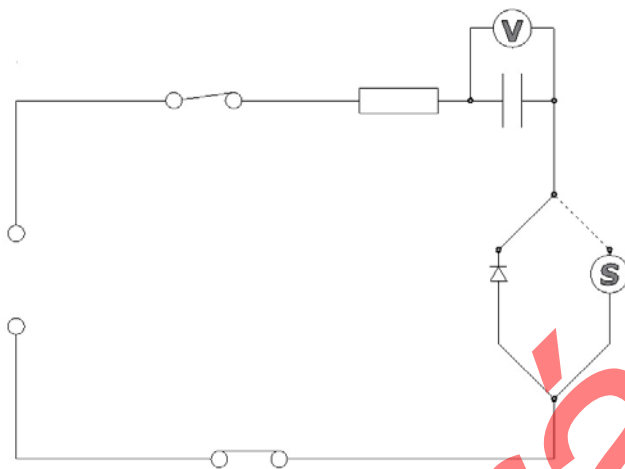
# Praktická část

## 7 Měření reakční doby

V dnešní době už není veliký problém změřit reakční dobu mozku, resp. za jakou dobu se signál z oka dostane do mozku a ten následně odpoví. To ovšem velice ovlivňuje nejvíce jeden prostředek – finance. S neomezenými financemi dostaneme pomocí počítačů velmi přesné výsledky. Mým cílem bylo ovšem najít to nejsnazší řešení, které nebude finančně náročné, a poté svá data porovnávat s odbornými publikacemi.

Moje měření využívá nabíjení kondenzátoru. Na počátku měření je kondenzátor vybit. Po zapnutí vypínače začne obvodem téct proud a kondenzátor se přes rezistor začne nabíjet. Osoba, jejíž reakční dobu měříme, v okamžiku zaznamenání zrakového nebo sluchového vjemu přivod proud do kondenzátoru vypne. Z napětí měřeného na kondenzátoru můžeme určit, jak dlouho dioda v obvodu svítila, resp. byla v činnosti siréna, než byl obvod testovanou osobou přerušen.

## 7.1 Schéma obvodu



Obr. 25 Schéma obvodu

## 7.3 Zjednodušené počítání obvodu

Výpočet času se výrazně zjednoduší, pokud je napětí  $U$  na kondenzátoru podstatně menší než napětí baterie. Pak je proud  $I$  tekoucí do kondenzátoru prakticky konstantní. Náboj kondenzátoru, a tedy i napětí v něm, proto roste přímo úměrně.

Tento předpoklad je splněn i v případě našeho obvodu. Při napětí baterie  $U_b = 4,5 \text{ V}$  a odporu rezistoru  $R = 4,7 \text{ k}\Omega$  do kondenzátoru pak teče proud přibližně  $1 \text{ mA}$ . Za  $1$  milisekundu se zvětší náboj kondenzátoru přibližně o  $1 \mu\text{C}$ :

$$\Delta Q = I \cdot \Delta t = 10^{-3} \text{ A} \cdot 10^{-3} \text{ s} = 10^{-6} \text{ C}$$

Má-li kondenzátor kapacitu  $C = 100 \mu\text{F} = 10^{-4} \text{ F}$ , vzroste na něm za uvedenou  $1 \text{ ms}$  napětí o:

$$\Delta U = \frac{\Delta Q}{C} = \frac{10^{-6} \text{ C}}{10^{-4} \text{ F}} = 10^{-2} \text{ V} = 10 \text{ mV}.$$

Jedné milisekundě proto odpovídá nárůst napětí o  $10 \text{ mV}$ , desetina milisekundy pak napětí  $1 \text{ mV}$ .

S danými hodnotami součástek tedy stačí naměřené napětí v milivoltech dělit deseti a dostaneme čas v milisekundách. Spokojíme-li se s přesností řádu procent, můžeme

takto měřit časy do desítek milisekund. Porovnání s přesným vzorcem odvozeným v podkapitole 7.2 ukáže se, že ještě pro 40 ms činí chyba méně než 5%.

## 8 Měření

Měření reakční doby jsem rozdělil do tří skupin podle věku testovaných osob. Do první skupiny jsou zařazeny testované osoby do 25 let věku. Druhou skupinu tvoří lidé středního věku, tj. lidé od 25 let do 60 let věku a třetí poslední skupinu tvoří lidé od 60 let výš. Členění je velice vhodné pro konkrétnější výsledky testování. Výsledky testování jsem zapsal do tabulek, do každé zvlášť jsem uvedl jiný druh měření: v levé tabulce je měření reakční doby zraku a ve druhé tabulce vpravo je měření reakční doby sluchu.

Při měření byl kladen důraz na soustředění dané osoby, která byla testována. Všechny vnější vlivy totiž velice razantně ovlivňují měření tohoto charakteru. Největším problémem bylo odposlouchávání mého tlačítka pro spuštění přístroje, protože to samozřejmě dalo impuls také testované osobě, co nejdříve odpovědět na daný podnět.

Testované osoby byly vybírány náhodně. První skupinu testovaných osob jsem si vybral na střední zdravotnické škole. Studenti byli velice ochotní a měření zabralo přibližně dvacet minut. Testy na lidech ze druhé skupiny jsem prováděl v práci mé matky, kde jsem požádal 70 pracovníků městské policie, jestli na nich smím provést měření. Lidé byli ochotní, ale bohužel chodili postupně po delších intervalech a celkové měření trvalo přibližně dvě hodiny. Třetí skupina byla pro mě nejkomplikovanější. Lidí nad 60 let moc neznám, a tak jsem požádal svoji babičku o spolupráci. Babička mě zavedla do domova důchodců. Staří lidé byli vcelku ochotní, až na pár výjimek. Horší to bylo s vysvětlováním daného pokusu. Pochopení daného úkonu jim trvalo déle a já jsem strávil odpoledne s nimi. Nakonec jsem ovšem provedl měření na všech 210 osobách.

### 8.4 Naměřená data

Naměřené hodnoty v každé z vybraných skupin lidí samozřejmě kolísají. Nelze se nikdy zaručit stabilitu čísel, protože je spousta fyzikálních veličin a okolností, které měření

ovlivňují. Testovaní lidé se musí koncentrovat jen na vykonávanou činnost, což je ovšem velmi těžce dosažitelné. Další důležitý faktor, který nelze opomenout, je zvuk stisknutí tlačítka, který já vyvolávám prstem při spuštění přístroje. Každý dotyčný slyší stisknutí a tím se i on orientuje, kdy začne přibližně dioda svítit, resp. siréna houkat. Při tomto měření jsem se snažil dodržet korektnost a kladl jsem důraz na dané instrukce.

Data, která jsem naměřil, jsem poté zapisoval do tabulek a výsledný aritmetický průměr srovnával s odbornou publikací [1]. V této knize se uvádí z lékařského hlediska reakční doba zdravého jedince, jehož věk je nejvýše 25 let, na zrakový podnět zhruba 200 ms. Na zvukový podnět je to přibližně 350 ms. Obě měření byla prováděna na izolovaných lidech, ke kterým se nedostával žádný okolní vyrušující faktor rušící jejich pozornost. Tyto studie daly také najevo rozlišnost výsledků. Mechanické měření, které jsem prováděl i já, měří reakční dobu signálu a také dobu stiknutí apod.

Z mnou naměřených výsledků je zřetelné, jak ovlivňuje data hlavně věk testovaných osob. Počtem 70 osob z každé skupiny jsem chtěl zaručit správnost výsledků a jejich větší přesnost pro danou skupinu. V první skupině, tedy skupině s lidmi do 25 let věku, jsem naměřil reakční dobu na zrakovou reakci přibližně 388 ms. Toto číslo je bohužel odlišné než se vyskytuje v publikaci [1], ale je nutné brát ohled na podmínky měření. Reakční doba na sirénu byla průměrně 835 ms, což je přibližně dvojnásobek naměřené hodnoty u zraku. To se vysvětluje dvakrát delší nervovou dráhou sluchového signálu mezi uchem a mozkem, než je nervová dráha zrakového signálu mezi okem a mozkem. V druhé skupině bylo naměřeno na zrak průměrně přibližně 550 ms. Tato hodnota se od předchozí hodnoty první skupiny lidí liší skoro o 200 ms. Z toho vyplývá, že nejvíce ovlivňující faktor je věk. Průměrná doba 950 ms naměřená při reakční době sluchu odpovídá přibližnému dvojnásobku reakční doby na zrakový podnět. Třetí a poslední skupinou, byly lidé vyššího věku. U nich byly znát sluchové a zrakové vady omezující jejich vykonání procesu. Jejich reakční doba zraku byla okolo 1075 ms a sluchu 1700 ms.

## 9 Závěr

Tato maturitní práce udává reakční doby na zrakový a sluchový podnět u osob různého věku. Nejpoužívanějším a nejdůležitějším lidským smyslem je zrak, proto se zrak po celou dobu existence člověka vyvíjí nejvíce. Z naměřených dat pozorujeme přibližně

dvakrát kratší reakční dobu zrakového podnětu než sluchového. Náš organismus je tedy mnohem lépe přizpůsoben na přijímání reakčních zrakových signálů.

Měření v práci také poukazuje na postupné zhoršování reakčních dob dvou lidských smyslů závislých na stáří jedince. Mezi fyzikální veličiny a okolnosti přispívající k zhoršování našich smyslů patří samozřejmě také vliv okolí a každodenní lidské činnosti. V mé práci není bohužel zahrnuto rozdělení testovaných osob do skupin např. podle pohlaví, zaměstnání apod, a nemůžu tedy srovnávat reakční doby zrakového ani sluchového podnětu podle kritérií ovlivňující lidské smysly. Práce je tedy vypracována pouze z objektivního hlediska na danou problematiku.

Praktickou část bych velmi rád použil k dalšímu bádání našich smyslů. V práci je měření pouze podle věku a rád bych ji rozšířil o další zajímavé skupiny. Mým cílem je vytvoření skupiny podle zaměstnání např.: zaměstnanci v kanceláři, učitelé, dělníci a pozorovat tím vlivy pracovního prostředí na naše zrakové a sluchové vjemy.