



STŘEDNÍ PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA SDĚLOVACÍ TECHNIKY

110 00 Praha 1, Panská 856/3

☎ 221 002 111, 📠 221 002 666

URL: www.panska.cz

e-Mail: sekretariat@panska.cz

MATURITNÍ ZKOUŠKA

PRAKTICKÁ ZKOUŠKA Z ODBORNÝCH PŘEDMĚTŮ

Od tantamu po GPS

Studijní obor:

78-42-M/001 Technické lyceum

Třída:

4.L

Martin Hlavík

Školní rok:

2008/2009

jméno a příjmení autora

ANOTACE

Tato maturitní práce obsahuje základní informace o komunikačních systémech a základní principy jejich činnosti od těch nejstarších po ty nejnovější. Součástí práce je i ukázka jednoho komunikačního systému jako funkčního modelu.

This graduation work contains basic informations and principle about communications systems and basic principles their activities since those the oldiest over those newest. Part of work is exhibit one of piece communication's system like functional model.

1. OD TAMTAMU PO GPS

Komunikace je dorozumívání mezi lidmi předáváním informací. Provádí se mluvenou nebo písemnou formou a prostředky mimo řečovými (mimika, gesta...). Dorozumívání je nezbytným předpokladem spolupráce, soupeření a výchovy, vytváření skupin a citových vztahů. Téma *Od tamtamu po GPS* jsem si vybral proto, abych zájemcům, kteří se o toto téma hlouběji zajímají, utvořil aspoň malou představu o tom jak se rozvíjely postupně schopnosti lidí, dorozumívát se mezi sebou a jak se komunikační systémy rozvíjely. Touto prací jsem se snažil vysvětlit a popsat všechny druhy komunikace mezi lidmi od těch nejstarších a nejprimitivnějších (hlas, gesta...) až po ty nejsložitější, které v dnešní době používáme a které staly se běžným prostředkem komunikace pro člověka 21. století. Tato práce ale není jen výpisem komunikačních systémů na Zemi, snažil jsem se i o to, aby každý, kdo si tuto práci přečte věděl, jak daný komunikační systém vznik, jak se vyvíjel jak funguje a kde se využívá. Také jsem se snažil krátkými životopisy představit nejvýznamnější fyziky a vynálezce, kteří se zasloužili o rozvoj komunikačních prostředků do současného stavu. Jeden druh komunikačního zařízení jsem si vybral a sestrojil, jako názornou ukázkou. Tento model také ukáže, že sestrojít si komunikační zařízení není tak složité, jak se zdá, a že ho lze sestrojít podle jednoduchého návodu.

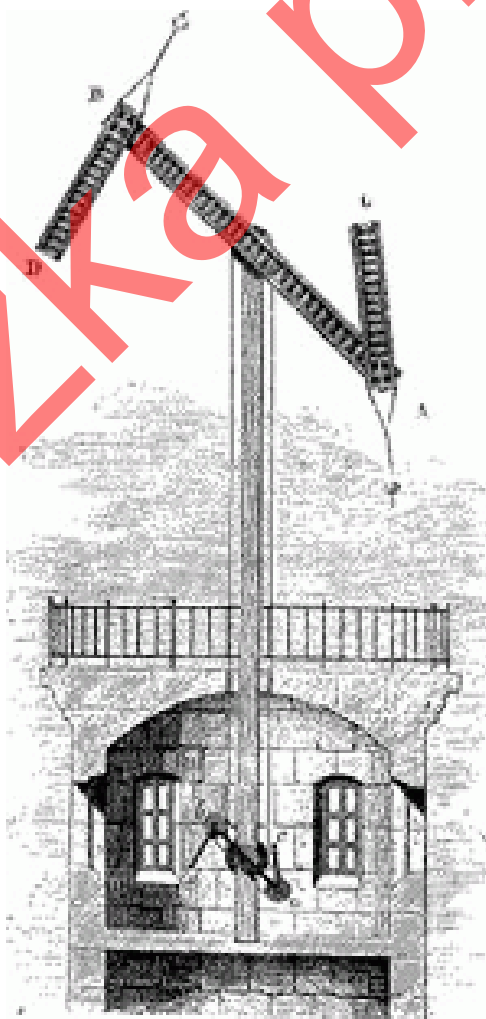
Pro mě osobně toto téma přineslo rozšíření mých poznatků o některých komunikačních zařízeních, utřídění poznatků, o kterých jsem toho moc nevěděl, a samozřejmě spoustu nových poznatků, které díky této práci vím.

4. OPTICKÉ A ELEKTRICKÉ TELEGRAFY

4.1 Optické telegrafy

Britský vynálezce Robert Hook byl první, kdo sestrojil optický telegraf a představil ho Londýnské královské společnosti na jedné z přednášek v roce 1684. Předvedl posluchačům zařízení ve tvaru dřevěné brány, s trojúhelníkovým terčem posouváním a natáčeným soustavou lan a kladek. Polohám trojúhelníku přiřadil písmena a číslice. Bylo tak sice možno signalizovat na velkou vzdálenost, ale jeho myšlenka se ještě neujala.

V roce 1793 sestrojil po několika letech pokusů Francouz Claude Chappe semaforový telegraf. Systém se skládal z věží, na nichž byla na stožáru umístěna pohyblivá ramena. Kombinací natočení ramen bylo možno zakódotovat až 196 různých znaků. Věže byly postaveny na dohled a vzájemně si předávaly zprávy. Trasy tohoto telegrafu po Francii byly později dlouhé stovky kilometrů. Tento systém vydržel až do objevu elektrického telegrafu.



Obr. 2 Chappelův telegrafní semaforový mechanismus

4.2 Elektrické telegrafy

První elektrický telegraf byl založený na elektromagnetickém principu a sestrojili ho páni Carl Friedrich Gauss a Wilhelm Eduard Weber v roce 1836 v Mnichově.

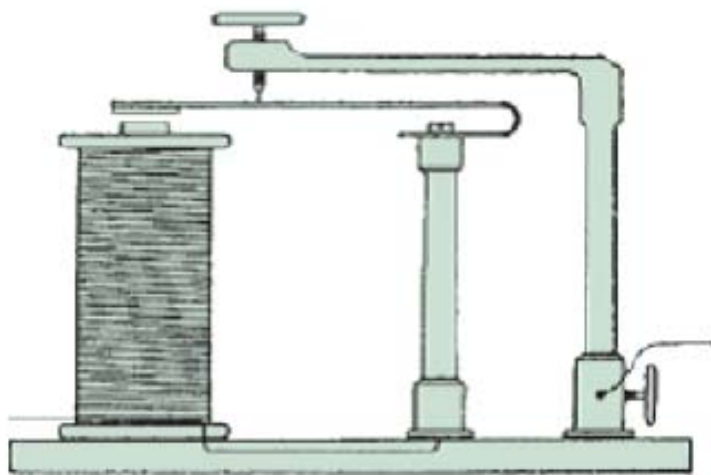
První, komu se podařil s elektrickým telegrafem skutečný průlom a kdo si ho nechal patentovat, byl americký malíř Samuel Morse se svým asistentem Alfredem Vailim. Morse by to ale nikdy nezvládl kdyby nebylo amerického vědce Josepha Henryho, který velkoryse daroval Morsemu elektrické relé (více o relé níže), které fungovalo jako zesilovač, pomocí toho relé mohl Morse snadno zaznamenávat zprávy a pak je zašifrovat do abecedy, kterou pro tento účel ustanovil. 25.května 1844 odeslal první zprávu z Washingtonu do Baltimoru na vzdálenost asi 50 kilometrů což byl na tehdejší dobu obrovský úspěch.

Morseův telegraf využívá pro přenos informace pouze dva stavy vysílače resp. zdroje signálu. Stavy se střídají tak, že je možné je ve výsledku vnímat lidskými smysly (zrak, sluch) jako sérii mezer, teček a čárek a následně dekódovat do jednotlivých písmen abecedy, číslic a dalších znaků.

Morse pro svůj telegraf vymyslel speciální později mezinárodně uznávaný protokol tzv. telegrafní abecedu neboli Morseovu abecedu. Každému znaku odpovídá série teček a čárek oddělených mezerami, reprezentovaných stavy (vysílá krátce, vysílá dlouze, nevysílá). Mezery mezi znaky jsou reprezentovány delšími mezerami ve vysílání.

Základní součástí pro přenos signálu byl z elektrické vodiče (kabely). Ty umožňovaly přenos zpráv typicky např. mezi poštovními úřady, železničními stanicemi apod. Velkým omezením však byla podmínka, že do každého místa, kam bylo později možno touto cestou telegram doručit, bylo nejprve nutno kabely zavést. K doručování telegrafických zpráv se používaly i podmořské kabely.

Telegraf je v principu elektromagnet připojený na baterii přes spínač. Pokud byl spínač dole, byl zapnutý, pokud byl spínač nahoře, byl vypnutý. Při zapnutí proud z baterie protéká přes klíč dolů po drátě, až do klapáku na opačném konci linky.



Obr. 3 Elektromagnetický přerušovač



Obr. 4 Replika Morse-Vailova klíče z roku 1844

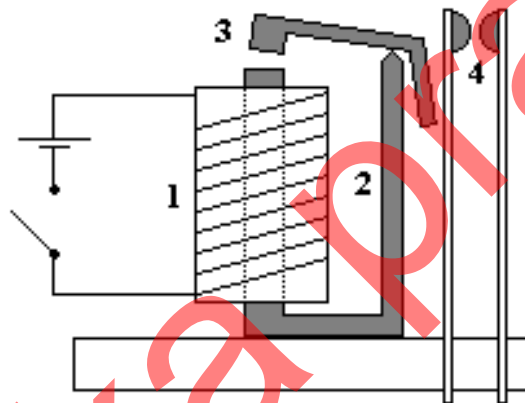
4.2.1 Morseův páskový telegraf

Telegrafista umístil na děrovaný pásek zrníčka kovu. Pásek před posláním umístili pásek do vysílače a otáčením kliky pohyboval páskem dolů po vyhrazené dráze. Při pohybu po dráze se pásek dotýkal kovového kontaktu a kovové kousky na pásku usínaly nebo přerušovaly obvod. Na přijímacím konci pohyboval proud z telegrafické linky elektromagnetem

nahoru a dolů. Tužka spojená s magnetem zapisovala tečky a čárky na pohybující se papírové pásce, kterou posouval hodinový mechanismus Edisonův tiskací telegraf .

4.2.2 Elektromagnetické relé

Elektromagnetické relé je příkladem využití elektromagnetu v zařízení, které je důležitým prvkem v soustavách automatizace. Schematicky je znázorněno na obr.5. V blízkosti elektromagnetu tvořeného cívkou (1) a jádrem (2) z magneticky měkké oceli je pohyblivá kotva (3), rovněž z magneticky měkké oceli. Kotva se dotýká pružných kontaktů (4), k nimž je připojen obvod ovládaného zařízení.



Obr. 5

Začne-li elektromagnetem procházet ovládací proud, kotva relé se přitáhne k jádru cívky a sepne pružné kontakty. Tím je ovládané zařízení uvedeno do chodu. Přitom k přitažení kotvy postačuje mnohem menší ovládací proud, než je proud, který prochází obvodem ovládacího zařízení (výkonný elektromotor, signalizační návěstí, obvod spojující telefonní stanice, ...).

5. TELEFON

První telefon zhotovil Ital Antonio Meucci v Havaně na Kubě. Od roku 1849 mu sloužil k tomu, aby mohl mluvit ze suterénu se svou invalidní ženou ve třetím patře domu. Němec Johan Philip Reis z Friedrichsdorfu 26. října 1861 přenášel ve frankfurtském Fyzikálním spolku řeč po drátě na vzdálenost 91,4 metru. Oba využili principu známého i dnes většině dětí. Dvě prázdné plechovky se spojí kusem provázku a zvukové vibrace přenášené napjatým provazem jsou zesilovány plechovkami.



Obr. 9 Ruční telefonní ústředna z roku 1896

5.2 Bellův návrh telefonu

Uvádí se, že A. G. Bell vynalezl telefon, což jak už víme není pravda. Jeho první návrh využíval membránu spojenou s kovovou tyčinkou, která byla druhým koncem ponořena do nádoby se slabou kyselinou. Když mluvící hovořil do mikrofону, rozechvívaná membrána přenášela pohyb na tyčinku, která se ve stejném rytmu pohybovala nahoru a dolů v nádobce s kyselinou a v tomtéž rytmu se měnil elektrický odpor mezi tyčinkou a dnem nádoby s kyselinou.

Druhý návrh využíval k transformaci zvuku na elektromagnetické kmity principu magnetické indukce. Místo nádoby s kyselinou používal indukční vysílač membránu spojenou s tyčí ovinutou drátovou cívku. Zvuk rozkmitával membránu a tím i tyč uvnitř cívky. Protože ale byl proud naindukovaný ve vodiči cívky velmi slabý, nebylo možné jej použít jako vysílač. Na druhé straně ovšem pracoval indukční telefon jako přijímač tak dobře, že se dodnes používá jeho princip v telefonních sluchátkách i ve všech možných zařízeních pro reprodukci zvuku.

6. ROZHLAS

Rozhlas je telekomunikační zařízení pro jednosměrný přenos zvuku na dálku. Cizím slo-
vem, které už ale v češtině značně zdomácnělo, se také rozhlas označuje výrazem rádio.
Obvykle jako přenosové médium slouží vysokofrekvenční elektromagnetické (radiové)
vlny, ale používají se i metalické linky (rozhlas po drátě, místní rozhlas) a v poslední době
se rozhlas šíří i pomocí internetu a vysíláním z družicových satelitů.

Slovem rádio se obvykle označuje jen soubor technických otázek s vysíláním spojených,
kdežto vysílání samo se označuje slovem rozhlas. Název je pravděpodobně odvozen od
slova radiace (záření) a má charakterizovat způsob, jakým se signál, sloužící k přenosu
informací, rozvádí z vysílače.

6.1 Rozhlasové vlny (radiové vlny)

Podle vlnové délky se radiové vlny dělí na:

- Dlouhé vlnové délky (DV, LW) - pásmo rádiového vysílání
- Střední vlnové délky (SV, MW, AM)
- Krátké vlnové délky (KV, SW)
- Velmi krátké vlnové délky (VKV)
- Dlouhé vlny se šíří na velké vzdálenosti a lze je zachytit všude (např. i v údolích, kam se kratší vlnové délky nedostanou). Rozměry plošného vodiče jsou značně větší než vlnová délka a proto vlnění za překážku nepronikne a za plošným vodičem vzniká stín vlnění.
- Krátké vlny se odrážejí od ionosféry (začíná ve výšce 60 – 80 km nad zemským po-
vrchem, obsahuje molekuly vzduchu rozštěpené na ionty a volné elektrony a chová se jako
vodivá plocha. Stav ionosféry se mění vlivem slunečního záření, mění se i podmínky šíření
krátkých vln v různých denních a nočních dobách) mají velký dosah.
- VKV se používají k přenosu televizního signálu, a pro šíření rozhlasového vysílání
v pásmu FM (87,5 – 108 MHz). Vysílač a přijímač musí ležet přibližně v přímce, na které
mezi nimi není překážka. Proto se dnes používají satelity – mezi oběžnou dráhou satelitu a
povrchem není žádná překážka.

7. TELEVIZE

Televize je široce používaný dálkový telekomunikační systém vysílání a přijímání televizního signálu v podobě obrazu a zvuku. Komerčně se začala využívat od 30. let 20. století, dostala se do i domácností a stala se důležitým komunikačním zdrojem a zdrojem zábavy, výrazně přispívá k celkové socializaci společnosti takřka po celém světě. Slovo televize bylo odvozeno z řeckého tele - daleko a latinského vize - vidět.

7.1 Historie – televize

Roku 1843 formuloval Alexandr Bain (skotský hodinář) tři principy přenosu obrazu na dálku. Rozklad obrazu na řádky a body. Světelné body je potřeba převést na elektrické impulsy a naopak. Rozklad i skládání musí probíhat synchronizovaně. Paul Nipkow v roce 1883 vynalezl elektrický teleskop, princip mechanického rozkladu obrazu na světelné body pomocí rotujícího kotouče (spirálově uspořádané body) byl počátek mechanického systému přenosu (předvedeno na světové výstavě v Paříži 1900). V roce 1897 vynalezl Ferdinand Braun katodový oscilograf (budoucí snímací elektronka). V roce 1923 vynalezl Kosma Zworykin snímací elektronku tzv. ikonoskop přijímací elektronky. První televizní společnost Television Ltd. založil John Baird v roce 1925. V roce 1926 předvedl členům Royal Institutu mechanickou televizi. Tento mechanický systém byl ale nespolehlivý, jelikož vyžadoval vysokou rychlost otáčení kotouče a měl nízkou kvalitu. Ve 30. letech 20. století získává převahu elektronický princip. Mechanicky dokázal přenést 1000 bodů za sekundu. Elektronicky v roce 1978 až 12,5 milionů bodů za sekundu. V Anglii, Sovětském svazu, USA, Francii a Německu probíhají první experimentální TV vysílání. 2. listopadu 1936 začíná pravidelně vysílat BBC (pro 300 majitelů TV). Vznikl nový prostředek masové komunikace.

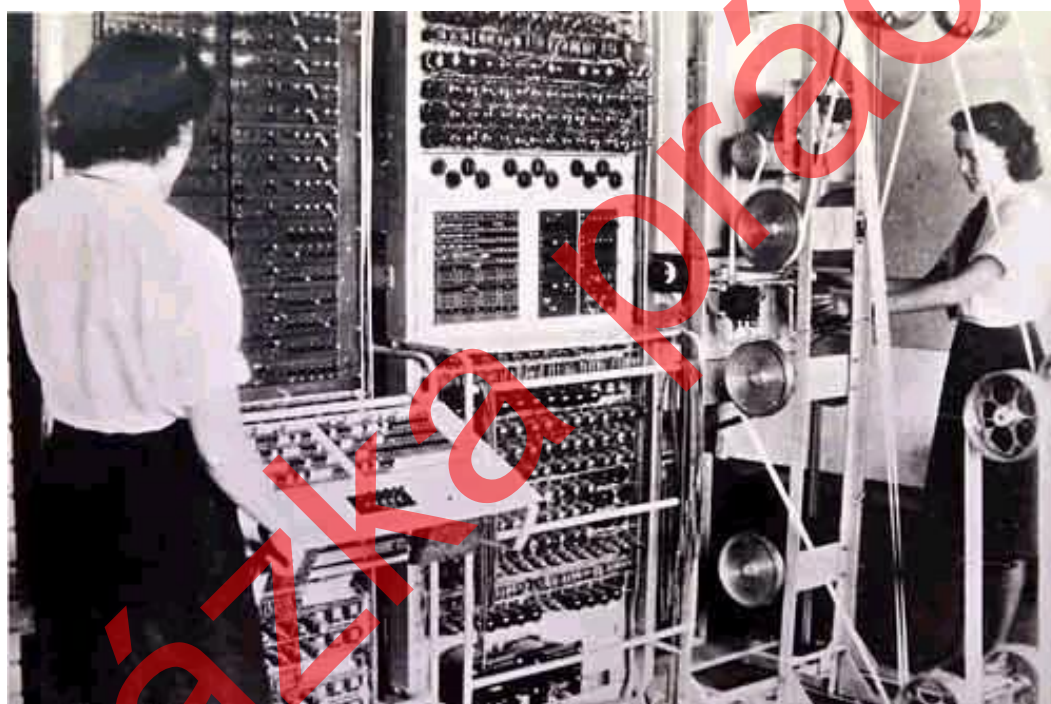
11. POČÍTAČ

11.1 První počítačové stroje

Od pradávna si lidé vymýšleli stroje a pomůcky, které by jim usnadňovali práci s čísly. Už před pěti tisíci lety se v Malé Asii objevil stroj, zvaný abakus – počítací pomůcka založená na systému korálek (v Římě zvaných „*calculi*“ – odtud název kalkulačka), které na tyčích kloužou nahoru a dolů. V sedmnáctém století byly v Anglii sestaveny první logarit-

mické tabulky, po nichž následovalo i logaritmické pravítko. Objevují se i první počítačí stroje, které pracovaly na principu ozubených kol. Byly to různé pokladny a mechanické kalkulátory, které přetrvaly až do dvacátého století (pracovali s nimi například i američtí vědci při vývoji atomové bomby) a udržely se ve výrobě i v praxi až do šedesátých let, kdy byly nejdříve nahrazeny elektrickými kalkulačkami a posléze elektronickými počítači.

Za vynálezce počítače je považován Charles Babbage, který v 19. století vymyslel základní principy fungování stroje pro řešení složitých výpočtů. Struktura stroje obsahovala „sklad“ (paměť) a „mlýnici“ (procesor), což mu umožňovalo činit rozhodnutí a opakovat instrukce tak, jako to dělají dnešní počítače pomocí příkazů IF ... THEN ... a LOOP.

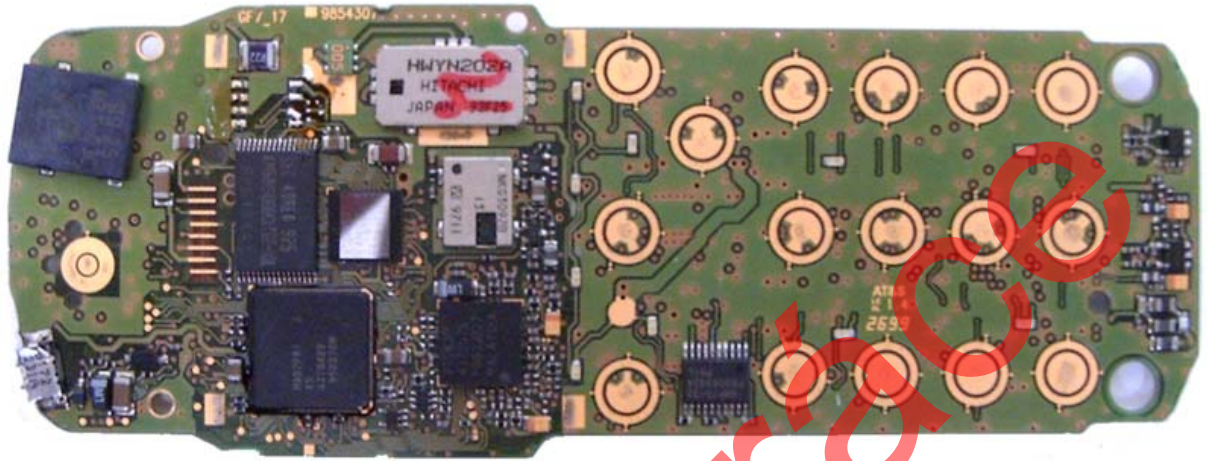


Obr. 33 Colossus počítač postaven v roce 1943 pro dekodování německých šifer.

12. MOBILNÍ TELEFON

Mobilní telefon (zkráceně mobil) je zařízení fungující podobně jako normální telefon. Má ale možnosti použití ve velkém prostoru (na rozdíl od bezdrátového telefonu fungujícího jen na omezenou vzdálenost). Mobilní telefony umožňují spojení s pevnou telefonní sítí přímo volbou telefonního čísla na vestavěné klávesnici. Nejnovější mobily používají kombinaci přenosu radiových vln a konvenčního telefonního přepojování okruhů, i když přepojování paketů je už používáno v některých částech mobilní sítě, zvláště pro služby jako internetový přístup a WAP.

Mezi největší producenty mobilů patří Alcatel, Audiovox, Kyocera (předtím mikrotelefonní divize Qualcommu), LG, Motorola, Nokia, Panasonic (Matsushita Electric), Philips, Samsung, Sagem, Sanyo, BenQ Mobile (dříve Siemens), SK Teletch a Sony Ericsson.



Obr. 48 Vnitřek mobilního telefonu (plošný spoj s procesorovou jednotkou)

13. GPS (GLOBAL POSITIONING SYSTÉM)

Global Positioning System, zkráceně GPS, je vojenský polohový družicový systém provozovaný Ministerstvem obrany Spojených států amerických, s jehož pomocí je možno určit polohu a (resp. přesný čas) kdekoli na Zemi nebo nad Zemí s přesností na desítky metrů. Přesnost GPS lze s použitím speciálních metod ještě zvýšit až na jednotky centimetrů. Část služeb tohoto systému s omezenou přesností je volně k dispozici i civilním takzvaným "neautorizovaným" uživatelům.

Vývoj GPS byl zahájen v roce 1973 sloučením dvou projektů určených pro určování polohy Systém 621B (USAF) a pro přesné určování času (US Navy). Po postupném rozšiřování se stal plně funkčním a dostupným po celém světě 17. ledna 1994, kdy byla na orbitu umístěna kompletní sestava 24 družic. Původní název systému je NAVSTAR GPS (*Navigation Signal Timing and Ranging Global Positioning System*), který nesou také družice, zajišťující sledování polohy pro potřeby GPS.

V roce 1983, kdy sovětská stíhačka ve vzdušném prostoru SSSR sestřelila civilní dopravní letadlo, přičemž všech 269 lidí na palubě zahynulo, oznámil americký prezident Ronald Reagan, že po dokončení bude GPS k dispozici i pro civilní účely. V současné době se systém využívá v mnoha oborech lidské činnosti. Na provoz GPS se ročně vynakládá přibližně 750 milionů amerických dolarů.



Obr. 51 Umístění družic budovaného evropského navigačního systému Galileo. Celkem 30 satelitů se bude pohybovat na třech různých drahách ve stejné výšce 23 222 km nad Zemí.

13.2 Struktura signálu GPS

Pro určení polohových informací se v systému GPS využívá družicových signálů, resp. přesných kmitočtových a časových informací, které jsou fázově modulovány na nosné frekvenci, jejíž kmitočet je udržován soustavou palubních oscilátorů s velmi vysokou relativní přesností. Pro přenos těchto informací je použita technologie „rozprostřeného spektra“, která byla zvolena ze dvou hlavních důvodů:

- Utajení přenosu pro neautorizované uživatele.
- Zvýšení odolnosti komunikační části systému proti úmyslnému rušení.

Signály přenáší informace, např. o časovém zdroji družice, její oběžné dráze, jejím zdravotním stavu aj. Součástí signálu jsou rovněž specifické informace určené pouze pro potřeby ozbrojených sil USA, případně jejich spojenců.

K přenosu informací se používají dvě nosné frekvence v L-pásmu, označené jako $L1$ a $L2$, které jsou odvozeny ze základní frekvence $f_0 = 10,23\text{MHz}$.

$L1 = 154 \quad f_0 = f_1 = 1\,575,42 \text{ MHz}$, což odpovídá vlnové délce 19,0 cm,

$L2 = 120 \quad f_0 = f_2 = 1\,227,60 \text{ MHz}$, což odpovídá vlnové délce 24,2 cm.

Uživatelé využívající systém GPS můžeme rozdělit do dvou skupin

- autorizovaní uživatelé (vojenský sektor USA a vybrané spojenecké armády) využívající službu *Precise Positioning Service* (PPS) mající k dispozici dekódovací klíče k P(Y) kódu na frekvencích L1 a L2. Tito uživatelé mají zaručenou vyšší přesnost systému. Uplatňují se především v aplikacích: podpora velení a vojáků v poli, doprava, navádění zbraňových systémů a vojenská geodézie a mapování.

Ostatní uživatelé (především civilní sektor) mohou využívat *Standard Positioning Service* (SPS) a mají k dispozici C/A kód na frekvencích L1. Přijímače vyrobené v USA nesmějí být exportovány, pokud nemají nastavená omezení výšky do 18 km a rychlosti do 515 m.s^{-1} . Tyto limity vychází z prevence možného zneužití jako systému orientace v prostoru ve zbraních obdobných balistickým raketám nebo střelám s plochou dráhou letu. Typickými profesemi a odvětvími civilních uživatelů jsou – doprava (pozemní doprava, letectví, námořnictvo, kosmické lety).

Od počátku 90. let 20. století je systém zdarma přístupný i pro civilní uživatele po celém světě. Nejprve byla do přijímaného signálu systému zanášena umělá chyba. Toto opatření pod názvem *Selective Availability* (SA) mělo zabránit možnosti navádět vojenské dálkové rakety. SA většinou způsobovalo chyby v rozmezí 100 m horizontálně a 140 m vertikálně. Protože USA vyvinuly systém, jak lokálně rušit signál GPS, bylo SA k 1. květnu 2000 zrušeno a přesnost zaměření zeměpisných souřadnic běžného civilního uživatele se tak zvýšila na 5 až 10 metrů, za příznivých okolností až na 3 metry.

15. PRAKTICKÁ PRÁCE (VYSÍLAČ A PŘIJÍMAČ)

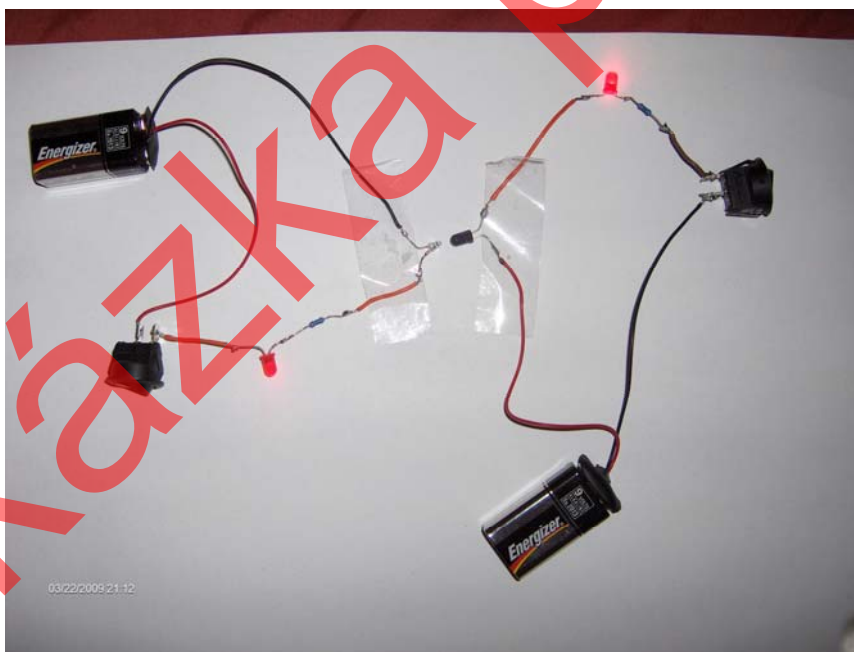
Jako praktickou část maturitní práce jsem si dal za úkol sestavit jednoduchý vysílač a přijímač. Tyto dva přístroje symbolizují jeden z nejrozšířenějších komunikačních systémů na světě rozhlas neboli lidově rádio. Na jednoduchém vysílači a přijímači jsem se snažil ukázat, že sestavit zařízení na šíření a přijímání elektromagnetických vln není těžké.

Na začátek bych chtěl vyjmenovat a podrobněji popsat všechny součástky vysílače a přijímače (základy přenosu elektromagnetických vln jsou uvedeny výše v textu).

15.2 Důkaz existence UV záření

Ultrafialové záření (zkratka UV, z anglického ultraviolet) je elektromagnetické záření s vlnovou délkou kratší než má viditelné světlo, avšak delší než má rentgenové záření. Pro člověka je neviditelné, existují však živočichové (ptáci, plazi, některý hmyz), kteří jej dokáží vnímat. Jeho přirozeným zdrojem je Slunce.

Abych dokázal existenci tohoto záření sestavil jsem dva jednoduché obvody. Jeden představuje zdroj UV záření – obsahuje UV LED diodu a druhý pomocí citlivého UV fototranzistoru zachytává UV záření. Fototranzistor funguje na principu PN přechodu tedy na fotoelektrickém jevu. Jakmile dopadne UV záření na přechod PN způsobí generaci párů elektron - díra. Napětí je soustředěno hlavně na přechodech (mají větší odpor než ostatní části tranzistoru). Ve směru elektrické intenzity se začínají pohybovat díry z osvětleného přechodu. Druhý přechod je zapojen v propustném směru pro minoritní částice - díry. Jako důkaz toho, že druhým obvodem prochází elektrický proud je do tohoto obvodu zapojena normální běžná LED, která při průchodu elektrického proudu svítí.



Obr. 61 Pravý obvod vyzařuje UV záření a levý obvod ho přijímá

15.3 Krystalka

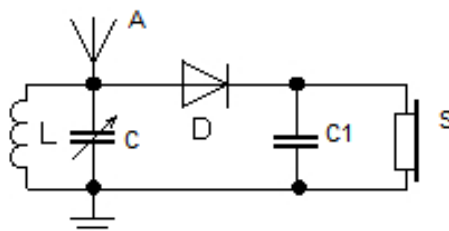
Rozhlasové přijímače patří dnes k nejdůležitějším a nejrozšířenějším sdělovacím prostředkům. Pro dobré pochopení podstaty radiového spojení jsem sestrojil krystalový přijímač. Krystalka je primitivní rozhlasový přijímač, který ke své činnosti nepotřebuje napájení.

Energii, která rozkmitává membránu jejího sluchátka, získává krystalka přímo z vysílaného signálu. Za svůj název tento přijímač vděčí hlavní součástce, kterou byl některý z krystalů s usměrňovacími vlastnostmi (nejčastěji se používal galenit).

Vysokofrekvenční amplitudově modulované signály zachycené anténou A (viz obr. 62) jsou vedeny přímo na oscilační obvod LC, kde vyvolají vysokofrekvenční elektrické kmity (vynucené kmity). Amplituda vysokofrekvenčního proudu v oscilačním obvodu dosáhne největší hodnoty, nastavíme-li vlastní frekvenci oscilačního obvodu na hodnotu rovnou frekvenci zvoleného přijímaného signálu. Ostatní současně přijímané signály, vyvolají vynucené vysokofrekvenční oscilace o amplitudě tím menší, čím větší je rozdíl frekvence oscilačního obvodu a frekvence přijímaného signálu.

Vysokofrekvenční napětí, které je na oscilačním obvodu, se jednocestně usměrňuje diodou D a získané stejnosměrné napětí se přivádí na sluchátka přemostěná filtračním kondenzátorem C1. Soustava D, C1 tvoří tzv. demodulační obvod. Usměrněné napětí má složku stejnosměrnou a střídavou. Proud, odpovídající stejnosměrné složce napětí, prochází sluchátkem, vysokofrekvenční střídavé proudy prochází převážně kondenzátorem C1, který má pro ně podstatně menší impedanci než sluchátka.

Když je přijímaný signál amplitudově modulovaný, je usměrněné napětí časově proměnné synchronně s modulací přijímaného signálu. Sluchátka, jako elektroakustický měnič, vydávají modulaci odpovídající akustický signál, tedy v našem případě zvuk. Pro krystalový přijímač nemůžeme použít normální sluchátka jako např. do přehrávače zvukových souborů, do počítače a mp3. Potřebujeme speciální vysokoohmová sluchátka. Důvod proč potřebujeme tato sluchátka je jednoduchý. Krystalka, která hraje pouze na energii získanou z antény, vyžaduje sluchátka s co nejvyšší impedancí. Délka antény v našem případě je okolo 10 m.



Obr. 62 Schéma krystalového přijímače

Sehnat potřebné součástky, které se používaly dříve a pro praktickou ukázkou vyhovovali lépe nebylo tak lehké jak se může zdát. Většinu součástek jsem sehnal v malých bazarech s elektrotechnikou. Oba kondenzátory jsou opravdu dobové, jak jsem se dozvěděl od prodejce (neposuvný kondenzátor je z roku 1922 od americké firmy Always a posuvný kondenzátor byl vyroben v československé Tesle v roce 1970). Vysokoohmová sluchátka jsou také z bazaru. Další součástky jsou z normálních elektronických obchodů a nebo ručně sestrojeny.



Obr. 63 Všechny součásti krystalového přijímače před sestavením. Úplně nahoře ručně vyrobená cívka se 60 závitů, vlevo od ní je posuvný dvoujádrový kondenzátor a pod ním v současné době běžně používaný kondenzátor. Vpravo jsou sluchátka a dole dráty sloužící jako anténa.

Po menších problémech se mi podařilo sehnat všechny součásti. Vše jsem měl pečlivě připravené, ale konečného výsledku jsem se obával. Nakonec po úspěšném zapojení a drobném ladění kondenzátoru, jsem ze sluchátek opravdu uslyšel slabý zvuk hudby a věděl jsem že vše funguje.

Jako pokus jsem zkusil mojí anténu připojit na anténu u nás v panelovém domě a výsledek byl ohromující. Zvuk se opravdu výrazně zesílil a mohl jsem si vychutnat nádhernou hudbu. Tím se mi potvrdilo že krystalka funguje. Můj cíl byl splněn!



Obr. 64 Hotový model krystalového přijímače

16. ZÁVĚR

Tato práce se nezrodila snadno. Stálo mě hodně úsilí a hledání, abych našel potřebné informace o všech komunikačních systémech. Samozřejmě některé zdroje, ze kterých jsem čerpal, byly úplně zcestné nebo byly špatně vysvětlené, takže jsem hodně práce také strávil nad opravováním chyb ve vysvětlení určité látky. První moje představy o ukázce šíření

elektromagnetického záření dopadly špatně, protože moje představy nešli zrealizovat nebo to bylo příliš komplikované (telegraf, vysílač a přijímač elektromagnetického záření). Nemohu zapomenout ani na svoje vlastní psaní a popisování, které bylo hotová katastrofa. Doufám že se mi povedlo i pro úplného laika přiblížit všechny komunikační technologie, kterými člověk disponuje. A některé fyzikální jevy a procesy, na kterých jsou tyto systémy založeny. Aby studenti měli i povědomí o tom, kteří největší vynálezci a fyzikové se podíleli na vývoji komunikačních technologií a věděli něco o jejich životě, jsou připojeny stručné životopisy těchto vynálezců.

Ukázková práce