

# **STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST**

**Obor č. 10: Elektrotechnika, elektronika a komunikace**

## **Stavba FM rádia**

**Lucas Martin Boels & Vít Procházka**  
**Hlavní město Praha**

**Praha 2024**

# STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 10: Elektrotechnika, elektronika a komunikace

## Stavba FM rádia

## FM radio construction

**Autoři:** Lucas Martin Boels, Vítek Procházka

**Škola:** Vyšší odborná škola a Střední průmyslová škola dopravní,  
Praha 1, Masná 18

**Kraj:** Praha

**Konzultant:** Ing. Petr **Ryba**, Mgr. Jarmila **Kulišková**

**Praha 2024**



## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem svou práci SOČ vypracoval/a samostatně a použil/a jsem pouze prameny a literaturu uvedené v seznamu bibliografických záznamů.

Prohlašuji, že tištěná verze a elektronická verze soutěžní práce SOČ jsou shodné.

Nemám závažný důvod proti zpřístupnění této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších předpisů.

V Praze dne 24.3.2024 .....

Lucas Martin Boels, Vítěk Procházka

## **Poděkování**

Chtěli bychom poděkovat našemu spolužákovi a našim učitelům, děkujeme spolužákovi Honzovi Skácelovi za inspiraci, která nás nejen posunul, ale také povzbudil abychom na tomhle pracovali. Musíme hlavně poděkovat našemu učiteli Petr Ryba, který nám pomohl vůbec s nápadem, a také když jsme si nevěděli rady tak nám pomohl najít co bylo špatně a chceme taktéž poděkovat paní učitelce Kuliškové, že nás přihlásila na tuhle soutěž.

## **Anotace**

Tato práce se zabývá stavbou a fungováním FM rádia (přijímače). Prakticky realizováno pomocí stavebnice.

## **Klíčová slova**

Demodulace, Frekvenční modulace, Rádio, Ferit

## **Annotation**

This paper deals with the construction and operation of an FM radio (receiver). Practically implemented using a kit.

## **Keywords**

Demodulation, Frequency modulation, Radio, Ferit

# OBSAH

Úvod.....	1
Teoretická část.....	2
Historie .....	2
Využití .....	3
Praktická část.....	4
1.1 Použité materiály .....	4
Měď 4	
1.1.1 Cín.....	4
1.1.2 Magnetické Jádru (Ferit).....	5
1.1.3 Elektrické součástky .....	6
1.2 Integrované obvody a další součástky.....	8
1.2.1 Integrovaný obvod TDA2822.....	8
1.2.2 Integrovaný obvod CD9088.....	9
1.2.3 Integrovaný obvod CD7642.....	12
1.2.4 Anténa .....	13
1.2.5 Reproduktor .....	13
Postup výroby rádia .....	13
1.3 Princip rádia .....	15
1.3.1 Amplitudová modulace (AM) .....	15
1.3.2 Frekvenční modulace (FM).....	16
Závěr.....	18
Použitá literatura .....	19

# SEZNAM OBRÁZKŮ

Tabulka 1: použité součástky .....	7
Obrázek 1: integrovaný obvod TDA2822 .....	9
Obrázek 2: integrovaný obvod CD9088.....	10
Obrázek 3: integrovaný obvod CD 9088CB .....	11
Obrázek 4: PCB.....	14
Obrázek 5: schéma zapojení.....	14



# ÚVOD

Udělení jednoduchého rádia bylo v době AM vysílání velice jednoduché, jenže na vlnách středního pásma už skoro žádná stanice nevysílá, ale dnes na rozhlasové stanice vysílají v pásmu velmi krátkých vln a používají frekvenční modulaci nosné vlny

Princip demodulátoru AM je jednoduchý, na demodulaci stačí dioda, kondenzátor a odpor. rozhodli jsme se vytvořit radiový přijmač který bude provádět demodulaci FM pomocí stavebnice radiového přijmače VKV s integrovaným obvodem, který provede i demodulaci FM.

Jelikož na designovat FM rádia od 0 není jednoduché, tak jsme se rozhodli použít stavebnici kterou bylo potřeba už jen napájet a sestavit.

# TEORETICKÁ ČÁST

## Historie

Příběh FM rádia začíná v roce 1873, kdy James Clerk Maxwell matematicky popsal princip šíření elektromagnetických vln. O dvacet let později Guglielmo Marconi vynalezl bezdrátový telegraf, čímž položil základy pro rozhlas. První experimentální vysílání hudby a řeči uskutečnil Reginald Fessenden v roce 1906.

V té době se rozvíjely dva hlavní typy rozhlasového vysílání: amplitudová modulace (AM) a frekvenční modulace (FM). AM byla jednodušší a levnější, ale trpěla rušením od atmosférického šumu a jiných signálů. FM slibovala kvalitnější zvuk, ale technologie byla složitější a dražší.

Edwin Armstrong, americký inženýr, věnoval mnoho let vývoji FM technologie. V roce 1933 předvedl funkční FM vysílač a přijímač. O sedm let později FCC (Federal Communications Commission) v USA schválila FM pásmo pro komerční vysílání.

Po 2. světové válce se FM rádio začalo šířit do celého světa. V 50. letech se stalo dominantním typem rozhlasového vysílání v USA a v 60. a 70. letech se prosadilo i v Evropě a dalších částech světa.

V 90. a 2000. letech přinesly digitální technologie do FM rádia další vylepšení, jako je RDS (Radio Data System), které umožňuje zobrazovat informace o stanici a programu na displeji přijímače. V posledních letech představují novou konkurenci pro FM rádio internetové technologie a streamovací služby, ale FM rádio stále zůstává populární.

Dnes je FM rádio dostupné ve většině zemí světa. Nabízí širokou škálu programů, od hudby a zpráv až po sport a vzdělávání. FM rádio je oblíbené pro svůj kvalitní zvuk, mobilní příjem a dostupnost v automobilech.

## **Využití**

Rádio FM, což je zkratka pro frekvenční modulaci, je široce používaná technologie vysílání známá svým kvalitním zvukem a odolností vůči rušení. Funguje na bázi že zvukové vlny nízké frekvence mění podle své amplitudy frekvenci vysokofrekvenční nosné vlny. FM rádio je v oblasti rozhlasového vysílání už desítky let základním prvkem, který posluchačům po celém světě nabízí nejrůznější hudbu, zpravodajství, talk show a další pořady. Díky své široké dostupnosti a snadnému použití je oblíbenou volbou jak pro vysílatele, tak pro posluchače.

# PRAKTICKÁ ČÁST

## 1.1 Použité materiály

### Měď

Měď pro svou vodivost a spolehlivost často používá v obvodech FM rádia. Měděné dráty na deskách s plošnými spoji (PCB) usnadňují tok elektrických signálů mezi součástkami, a tím zajišťují bezproblémový provoz a minimální ztráty signálu v celém obvodu rádia. Díky použití mědi v konstrukci PCB a dalších elektrických součástí mohou FM rádia zachovat vysoce kvalitní přenos a příjem signálu, což vede k čistému a nerušenému zvukovému výstupu.

Stručně řečeno, měď se v FM rádiích používá především pro svou vodivost, která zvyšuje výkon důležitých komponentů, jako jsou antény a obvody. Její schopnost efektivně vysílat a přijímat rádiové signály zajišťuje v rádiových přijímačích FM ideální kvalitu a spolehlivost signálu, takže je základním materiálem při konstrukci těchto zařízení.

### 1.1.1 Cín

Jedním z klíčových použití cínu v FM rádiích je pájení spojů. Pájka, kovová slitina obvykle složená z cínu a olova, se používá ke spojování elektronických součástek na deskách plošných spojů (PCB). Pájka na bázi cínu vytváří pevné a spolehlivé spojení mezi součástkami. Tyto pájené spoje zajišťují strukturální pevnosti a elektrickou vodivost, které jsou pro správnou funkci FM rádia důležité.

Kromě toho se cín často používá k pokrytí některých součástí FM rádií, zejména těch, které vyžadují ochranu proti korozi a lepší vodivost. Cínování lze aplikovat na konektory, svorky a další kovové povrchy, aby je ochránilo před korozí a oxidací, a tím zvýšilo životnost a spolehlivost rádia. Schopnost cínu vytvářet ochrannou oxidovou vrstvu pomáhá chránit citlivé součásti před vlivy okolí a zajišťuje tak jejich stálý výkon po dlouhou dobu.

### 1.1.2 Magnetické Jádro (Ferit)

Ferit je důležitým typem magnetického materiálu v rádiové technice. Je vyroben z keramické sloučeniny obsahující především oxid železa a další prvky jako mangan, nikl a zinek. Jeho vlastnost je vysoká magnetická permeabilita, což umožňuje snadné zmagnetování při působení vnějšího magnetického pole. Tato vlastnost je ideální pro rádiové antény a induktory, kde zvyšuje účinnost příjmu a přenosu signálu. Feritová jádra se často používají jako materiál jádra v rádiových anténách a induktorech, což zvyšuje indukčnost cívky a její schopnost zachytit radiové signály. Ferit se používá pro vysoké frekvence, protože není elektricky vodivý a nevznikají v tomto materiálu vířivé proudy a tím ztráty. Díky své stabilitě při různých teplotách a frekvencích jsou ferity vhodné pro širokou škálu rádiových aplikací. Zkráceně řečeno, ferit je klíčovým materiálem v rádiové technice a hraje zásadní roli v různých součástích díky svým magnetickým vlastnostem.

### 1.1.3 Elektrické součástky

Název dílu	Označení na desce	Parametr	Počet kusů	Název dílu	Označení na desce	Parametr	Počet kusů
Rezistor	R11, R12	4.7Ω	2	Kondenzátor	C6, C26, C27, C28, C29, C30	104	6
Rezistor	R4	680Ω	1	Kondenzátor	C21	10uF	1
Rezistor	R1	1kΩ	1	Kondenzátor	C23, C25	100uF	2
Rezistor	R5	1.5kΩ	1	Kondenzátor	C15	220uF	1
Rezistor	R8	3.3kΩ	1	Cívka	L1	7T5	1
Rezistor	R3	22kΩ	1	Cívka	L2	8T5	1
Rezistor	R2	33kΩ	1	Integrovaný obvod	IC1	CD9088	1
Rezistor	R10	100kΩ	1	Integrovaný obvod	IC2	CD7642	1
Rezistor	R7	22Ω	1	Integrovaný obvod	IC3	TDA2822	1
Rezistor	R9	330Ω	1	Kondenzátor s proměnou kapacitou	CA, CB	CBM-444	1
Rezistor	R6	10kΩ	1	Potenciometr	VOL	10k	1
Kondenzátor	C11	5p	1	Přepínač	S1 (FM/AM)	2P2T	1
Kondenzátor	C8	25p	1	Propojka (jumper)	J	-	1
Kondenzátor	C10	82p	1	Konektor sluchátek	-	3.5mm	1
Kondenzátor	C14	181p	1	Magnetické jádro	-	3x8x40	1
Kondenzátor	C7	221p	1	Anténa	-	-	1
Kondenzátor	C12	331p	1	Konektory baterií	-	-	1
Kondenzátor	C1	471p	1	Šroubky	-	-	8

Kondenzátor	C3, C19	202p	2	Reproduktor	-	40mm	1
Kondenzátor	C17, C13	332p	2	Drátky	(reproduktor, napájení, anténa)	-	5
Kondenzátor	C22	103	1	Led dioda	L	-	1
Kondenzátor	C4	683	1	Deska plošných spojů	-	-	1
Kondenzátor	C2, C5, C9, C16, C18, C20, C24	104	7				

Tabulka 1: použité součástky

## **1.2 Integrované obvody a další součástky**

### **1.2.1 Integrovaný obvod TDA2822**

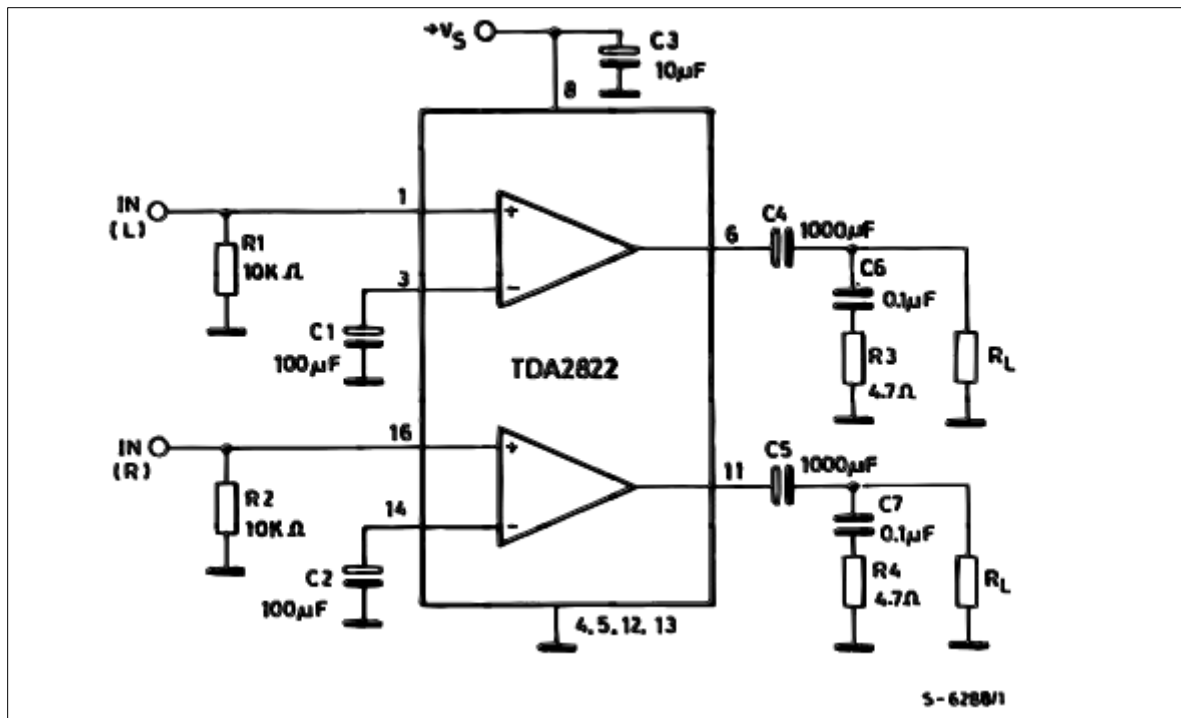
TDA2822 je integrovaný obvod určený pro zesílení nízkých frekvencí například audiosignálu. Jeho hlavní funkcí je poskytnout zesílení zvukového signálu pro reproduktory nebo sluchátka v různých zařízeních, včetně FM rádií.

V rádiích hraje TDA2822 klíčovou roli ve zvukovém zpracování. Po demodulaci FM signálu je audiosignál obvykle slabý a vyžaduje zesílení, aby se mohl převést zpět na zvukové vlny pomocí reproduktory. TDA2822 přebírá tento slabý signál a zvyšuje jeho úroveň tak, aby byl vhodný pro reprodukci prostřednictvím reproduktorů nebo sluchátek.

Tento integrovaný obvod nabízí dva nezávislé zesilovače, což umožňuje stereo zvukový výstup. TDA2822 dokáže zpracovat tento stereo signál a poskytnout stereo zvukový výstup pro posluchače.

Díky své malé velikosti a snadnému použití je TDA2822 oblíbenou volbou pro jako koncový výkonný zesilovač v různých aplikacích, včetně FM rádií. Jeho schopnost poskytnout dostatečné zesílení audiosignálu a podpora stereo výstupu z něj činí vhodný prvek pro zajištění kvalitního zvuku při poslechu rozhlasových vysílání.





Obrázek 1: integrovaný obvod TDA2822

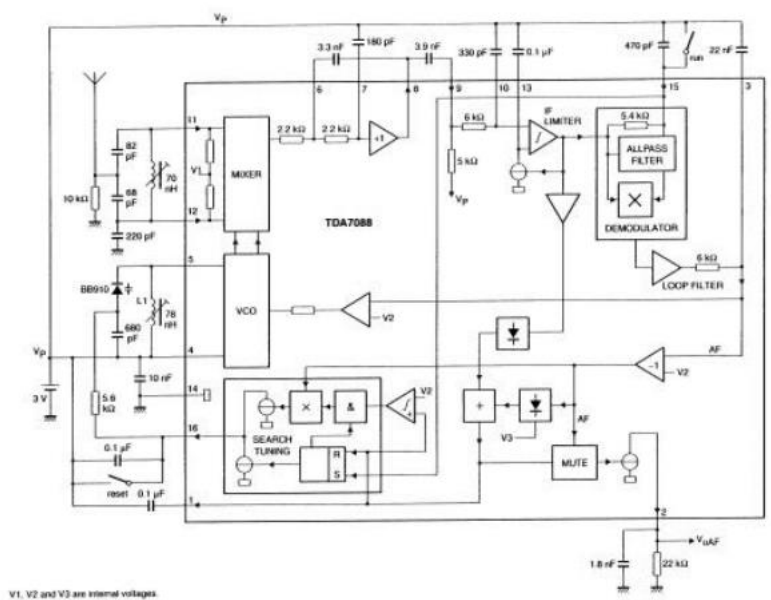
## 1.2.2 Integrovaný obvod CD9088

CD9088CB je integrovaný obvod určený pro FM rádiové přijímače. Tento čip je navržen tak, aby zesílil vysokofrekvenční signál elektromagnetické vlny, které jsou zachycené anténou a po jeho zesílení frekvenčně modulovanou vlnu demoduluje. Jeho funkce zahrnují demodulaci FM signálu, zesílení audiosignálu a ovládání dalších periférií potřebných pro správný chod FM rádia.

Primární funkcí CD9088CB je Zesílit signál z antény a pak ho demodulovat. To znamená, že přijímá FM signál ze vstupu antény a převádí ho na analogový audiosignál, který může být reprodukován pomocí, dalšího integrovaného obvodu, reproduktorů. Proces demodulace FM signálu je klíčový pro získání zvukové informace z rádiového vysílání.

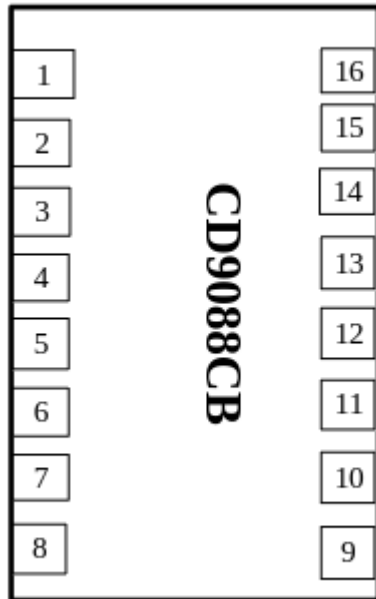
Kromě demodulace a zesílení audiosignálu má CD9088CB také funkce řízení dalších periférií. To může zahrnovat ovládání ladění rádia, ovládání hlasitosti nebo řízení různých režimů provozu rádia. Tyto funkce umožňují kompletní řízení FM rádiového přijímače pomocí jediného integrovaného obvodu.

Celkově lze říci, že CD9088CB je klíčovým prvkem v FM rádiových přijímačích, který umožňuje demodulaci FM signálu, zesílení audiosignálu a řízení dalších funkcí rádia, čímž poskytuje uživatelům kompletní a spolehlivé řešení pro poslech rozhlasových vysílání.



Obrázek 2: integrovaný obvod CD9088

**Pinout obvodu:**



Obrázek 3: integrovaný obvod CD 9088CB

- Pin 1 (OUTMUTE): Vstup pro aktivaci ztlumení.
- Pin 2 (OUTAF): Výstup pro aktivaci AF výstupu.
- Pin 3 (LOOP): Vstup pro aktivaci smyčky.
- Pin 4 (Vcc): Napájení (+5V).
- Pin 5 (OSC): Vstup pro oscilátor.
- Pin 6 (IFFB): Vstup pro zpětnou vazbu IF.
- Pin 7 (FILLPI): Vstup pro filtrování PI.
- Pin 8 (OUTIF): Výstup IF.
- Pin 9 (INIF): Vstup IF.
- Pin 10 (FILLP2): Vstup pro filtrování P2.
- Pin 11 (INRF): Vstup RF.
- Pin 12 (INLM): Vstup limiteru.
- Pin 13 (FILLIM): Vstup pro filtrování IM.
- Pin 14 (GND): Zem.
- Pin 15 (FILAP): Vstup pro filtrování AP.
- Pin 16 (TUNE): Vstup pro ladění.

### **1.2.3 Integrovaný obvod CD7642**

Integrovaný obvod CD7642 je speciálně navržen pro použití v FM rádiových přijímačích. Hlavní funkcí tohoto čipu je generování referenčního signálu pro FM demodulaci a poskytování potřebného kmitočtového prostoru pro správný provoz rádiového přijímače.

CD7642 hraje klíčovou roli v procesu FM demodulace. Generuje referenční signál, který je důležitý pro správné dekódování FM signálu z antény. Tento referenční signál poskytuje stabilní kmitočtový základ, který je nezbytný pro přesnou demodulaci FM signálu a získání zvukové informace z rádiového vysílání.

Kromě generování referenčního signálu má CD7642 také další funkce spojené s FM rádiovým přijímačem. Patří sem například řízení kmitočtového rozsahu přijímače nebo řízení ladění. Tyto funkce umožňují uživatelům nastavit přijímač na požadovaný kmitočet a naladit tak na požadované rozhlasové stanice.

Celkově lze říci, že CD7642 je klíčovým prvkem ve FM rádiových přijímačích, který poskytuje stabilní referenční signál pro demodulaci FM signálu a umožňuje správný chod a ladění rádiového přijímače. Díky těmto funkcím přispívá k přesnému a spolehlivému příjmu rozhlasových vysílání.

### **1.2.4 Anténa**

Anténa na malém rádiu, které se obvykle nachází v přenosných vysílačkách nebo ručních zařízeních, slouží k zachycování vysokofrekvenčních Elektromagnetických vln a jejich přenosu do obvodů přijímače rádia ke zpracování.

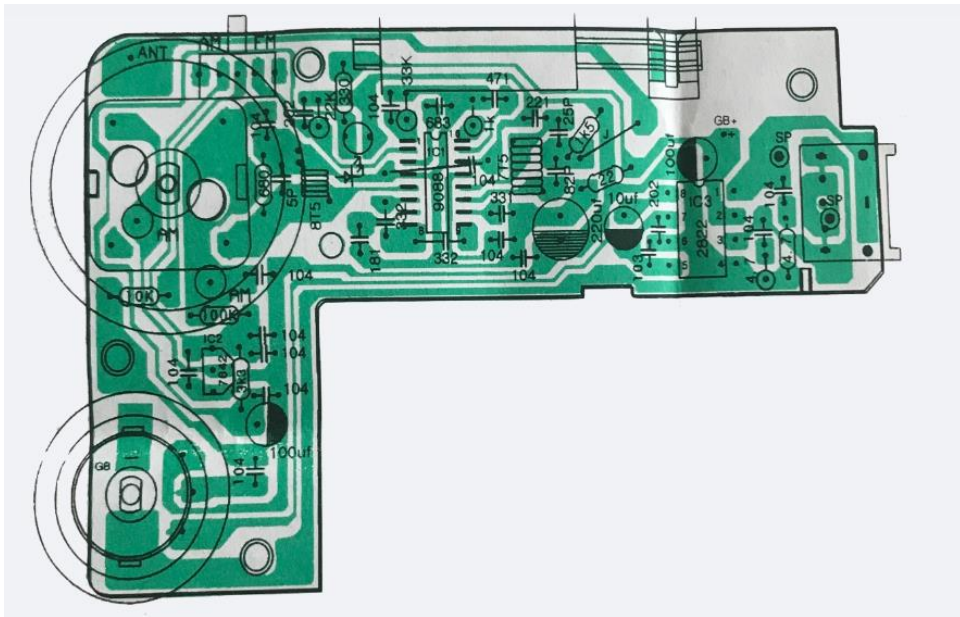
Anténa pracuje na principu elektromagnetické indukce. Když anténou Projde magnetická složka elektromagnetické vlny zmagnetuje střídavě feritové jádro, v cívce na feritovém jádře je tak vytvoří indukované napětí. Toto napětí na cívce na feritové anténě přijímač zesílí demoduluje a opětovně zesílí již signál po demodulaci a v reproduktoru převede na zvukový signál.

### **1.2.5 Reprodukční**

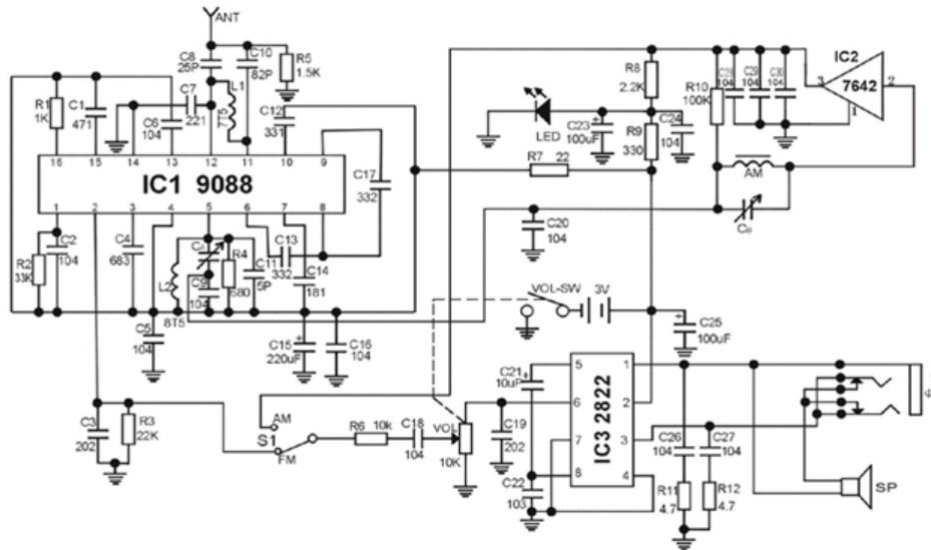
Reproduktory pracují na principu Cívky v magnetickém poli s pevným magnetem. Když je do reproduktoru veden elektrický zvukový signál, prochází cívkou z drátu nazvanou "kmitací cívka", která je umístěna v magnetickém poli vytvářeném magnetem na vodič cívky, kterou prochází střídavý proud a je umístěna v magnetickém poli působí síla která ho střídavě vytlačuje z magnetického pole nahoru nebo dolů, čím se cívka rozkmitá. Tento pohyb rozkmitá membránu (obvykle vyrobený z papíru, plastu nebo kovu), Membráta jak kmitá vytváří zvukové vlny shodující se s původním zvukovým signálem. Velikost a tvar membrány spolu s konstrukcí skříně ovlivňují vlastnosti produkovaného zvuku.

## **Postup výroby rádia**

Pro realizaci našeho FM rádia jsme zvolili stavebnici Rádio s analogovým AM/FM tunerem CF210SP, a sestavili jsme ji podle návodu, který je v příloze. Ve stavebnici jsme dostali více zmíněné elektrické součástky. Po napájení všech součástí na PCB podle návodu, viz obr č. XYZ, jsme rádio sestavili, viz obr č. XZA. ...



Obrázek 4: PCB



Obrázek 5: schéma zapojení

## 1.3 Princip rádia

Rádio je zařízení, které využívá elektromagnetické vlny k přenosu a příjmu informací. Funguje tak, že moduluje elektrické signály (jako je zvuk nebo hudba) na Vysokofrekvenční elektromagnetický vlny, které jsou pak přenášeny vzduchem pomocí antény. Rádiové přijímače mohou tyto rádiové vlny zachytit a převést zpět na elektrické signály, které lze následně přehrát jako zvuk prostřednictvím reproduktoru.

Pro přenos informací vzduchem potřebujeme kmitočet větší jak 100 kHz, takže signál z mikrofonu, který má kmitočtové pásmo 20 Hz až 20 kHz, je málo. Takže tento signál musíme převést na vyšší kmitočty. To uděláme pomocí modulace, ta se dělí na AM (amplitudová modulace), FM (frekvenční modulace) a méně používaná PM (fázová modulace).

Všechny tyto modulace pracují s nosnou vlnu, která má kmitočet takový, jaký potřebujeme. Na nosné vlně vždy něco mění podle informace kterou zrovna přináší.

### 1.3.1 Amplitudová modulace (AM)

#### **Princip:**

AM mění amplitudu nosné vlny v závislosti na amplitudě modulačního signálu. Frekvence nosné vlny se nemění.

#### **Výhody:**

- Jednoduchá a levná: AM je snadná a levná na implementaci, jak z hlediska hardwaru, tak softwaru.
- Úzké pásmo: AM vyžaduje relativně úzké pásmo přenosu, ale ne tak úzké jako digitální modulace.

#### **Nevýhody:**

- Nižší odolnost proti rušení: AM je náchylná k rušení z jiných signálů, atmosférického šumu a rušení od automobilů.

- Nižší kvalita zvuku: AM má v porovnání s FM nižší kvalitu zvuku, s větším šumem a zkreslením.
- Hloubka modulace
- Nízká hloubka modulace: Snižuje šum, ale také snižuje kvalitu zvuku a efektivitu přenosu.
- Vysoká hloubka modulace: Zvyšuje kvalitu zvuku a efektivitu přenosu, ale může také vést k přebuzení a zkreslení.

Optimální hloubka modulace: Pro AM je obvykle mezi 30 % a 50 %.

#### **Využití:**

- AM rádiové vysílání: AM se stále používá pro vysílání na dlouhé a střední vzdálenosti, ale jeho popularita klesá ve prospěch FM a digitálního vysílání.
- Letectví a námořnictví: AM se používá pro komunikaci v letectví a námořnictví, kde je důležitá odolnost proti rušení.
- Jednosměrné rádiové vysílání: AM se používá pro jednosměrnou komunikaci, například v taxi a dopravních systémech.

### **1.3.2 Frekvenční modulace (FM)**

#### **Princip:**

FM mění okamžitou frekvenci nosné vlny v závislosti na amplitudě modulačního signálu. Amplituda nosné vlny se nemění.

#### **Výhody:**

- Vysoká odolnost proti rušení: FM je mnohem odolnější proti rušení než AM, ale stále může být ovlivněna silným rušením v blízkosti vysílače.
- Vysoká kvalita zvuku: FM umožňuje přenášet zvuk s vysokou věrností a nízkým šumem.
- Široký rozsah kmitočtů: FM se používá v širokém rozsahu kmitočtů, od 88 MHz do 108 MHz pro VKV rozhlasové vysílání a od 30 MHz do 300 MHz pro televizní vysílání.

#### **Nevýhody:**

- Širší pásmo: FM vyžaduje širší pásmo přenosu než AM, což může být problematické v oblastech s omezeným spektrem.



- Složitější obvody: FM přijímače jsou složitější a dražší než AM přijímače.

### **Kmitočtový zdvih:**

Kmitočtový zdvih udává, jak moc se frekvence nosné vlny mění v závislosti na modulačním signálu. Vyjadřuje se v hertzech (Hz).

### **Využití:**

- VKV rádiové vysílání: FM je nejrozšířenějším typem rádiového vysílání pro mobilní příjem, ale digitální vysílání se stává stále populárnější.
- Televizní vysílání: FM se používá pro vysílání televizního signálu.
- Bezdrátové mikrofony: FM se používá pro bezdrátové mikrofony v profesionálních audio systémech.

### **Další modulace:**

- Fázová modulace (PM): PM má vlastnosti mezi AM a FM. Je méně běžná než AM a FM, ale používá se v některých specifických aplikacích, jako je satelitní komunikace.
- Digitální modulace: Digitální modulace se v posledních letech stává stále běžnější. Nabízí vysokou odolnost proti rušení a efektivitu přenosu.

# ZÁVĚR

Vyskoušeli jsme si zajímavou stavebnici kterou doporučujeme každému kdo se zajímá o elektroniku, je to zajímavá stavebnice, která otestuje vaši trpělivost a pájecí zkušenosti. Zjistíte, jak funguje rádio a modulace. A pokud se vám zdaří budete mít na konci funkční kapesní rádio.

# POUŽITÁ LITERATURA

- Anténa. Online. In: Wikipedia: the free encyclopedia. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Anténa>. [cit. 2024-03-18].
- Ferrite (magnet). Online. In: Wikipedia: the free encyclopedia. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Ferrite\\_\(magnet\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Ferrite_(magnet)). [cit. 2024-03-18].
- Reprodaktor. Online. In: Wikipedia: the free encyclopedia. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Reprodaktor#:~:text=Reprodaktory%20jsou%20elektroakustické%20měniče,případem%20malých%20reprodaktorů%20jsou%20sluchátka..> [cit. 2024-03-18].
- Historie FM Rádia. Online. In: Wikipedia: the free encyclopedia. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Rádio\\_FM#:~:text=září%201989%20vznikl%20sloučení%20slovenského,bylo%20založeno%20rádio%20Rock%20FM..](https://cs.wikipedia.org/wiki/Rádio_FM#:~:text=září%201989%20vznikl%20sloučení%20slovenského,bylo%20založeno%20rádio%20Rock%20FM..) [cit. 2024-03-18].
- Historie FM Rádia. Online. In: Technický portál: the free encyclopedia. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2021. Dostupné z: [https://www.technickytydenik.cz/rubriky/archiv/svetovy-den-radia-aneb-od-krystalky-a-elektronek-k-internetu\\_53411.html#:~:text=V%20roce%201922%20bylo%20v,a%20pokračovaly%20i%20po%20ní..](https://www.technickytydenik.cz/rubriky/archiv/svetovy-den-radia-aneb-od-krystalky-a-elektronek-k-internetu_53411.html#:~:text=V%20roce%201922%20bylo%20v,a%20pokračovaly%20i%20po%20ní..) [cit. 2024-03-18].
- Project: Paeansonic CF210SP CD9088+CD7642 AM/FM Radio Kit. *Gough's Tech Zone* [online]. [cit. 2024-03-25]. Dostupné z: <https://goughlui.com/2016/09/07/project-paeansonic-cf210sp-cd9088cd7642-amfm-radio-kit/>