

# Přenosová technika

# Přenosová technika

## Základní pojmy a jednotky

**Přenosová technika** je oblast sdělovací techniky, která se zabývá konstrukčním provedením, stavbou i provozem zařízení sloužících k přenášení, tj. k vysílání a přijímání zpráv, dat, obrazů a návěští všeho druhu po vedeních.

# Přenosová technika

## Základní pojmy a jednotky

**Přenosovým vedením** se rozumí soubor vodičů i s případnou izolací, sloupy, podpěry atd., které slouží ke spojení vysílacího zařízení na jedné straně a přijímacího zařízení na druhé straně přenosové cesty.

Vedení může být buď skutečné, které je tvořeno dvěma vodiči, nebo sdružené, jež vzniká vhodným propojením několika skutečných vedení.

# Přenosová technika

## Rozlišujeme

- **Podle účelu**, kterému vedení slouží, se rozlišují vedení telegrafní, telefonní, rozhlasová a televizní.
- **Podle způsobu výstavby** mohou být vedení venkovní a kabelová.

**Elektrické vlastnosti vedení** lze popsat dvěma druhy charakteristických veličin, které se nazývají **primární a sekundární konstanty vedení**.

# Přenosová technika

**Primární konstanty vedení** jsou takové, které se mění velmi málo a s frekvencí přenášeného proudu, teplotou, změnou povětrnostních vlivů apod.

Jsou rozloženy rovnoměrně po celé délce vedení a udávají se na 1 km délky vedení.

Patří mezi ně odpor  $R$  ( $\Omega/\text{km}$ ), indukčnost  $L$  ( $\text{H}/\text{km}$ ), kapacita  $C$  ( $\text{F}/\text{km}$ ) a svod  $G$  ( $\text{S}/\text{km}$ ).

# Přenosová technika

**Sekundární konstanty vedení** jsou závislé na konstantách primárních a umožňují matematické vyjádření hodnoty napětí a proudu v libovolném místě vedení.

Mezi ně patří konstanta (míra) přenosu  $\gamma$ , která se skládá z konstanty útlumu  $\beta$  a konstanty posunu  $\alpha$ .

Konstanta útlumu  $\beta$  charakterizuje zmenšování amplitudy napětí nebo proudu podél vedení.

Vyjadřuje se v dB/km.

# Modulace

**Elektrické kmity** získané z mikrofonu mají **malý kmitočet (20Hz – 20kHz)**, aby se mohly šířit na větší vzdálenost.

**Elektromagnetické vlny s vyšším kmitočtem (např. 1MHz)** schopnost šíření na větší vzdálenost mají, tyto vysoké kmitočty již naše ucho nevnímá.

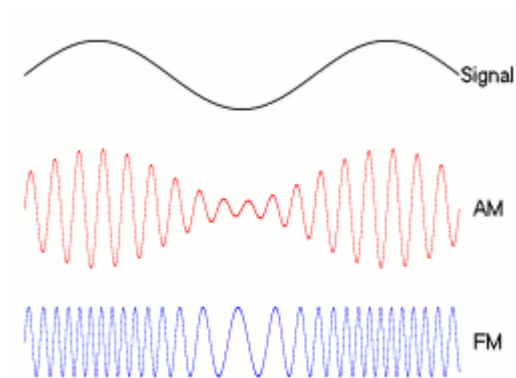
**Řešení:** oba signály vhodným způsobem spojíme...

# Modulace

Nízkým kmitočtem, který chceme přenést, ovlivníme některou charakteristickou veličinu nosné vlny (amplitudu, kmitočet, fázi, sled impulzů apod.)

Ovlivňování parametrů nosné vlny, kterým je NF signál ovlivňován. Dělíme modulaci:

- **amplitudovou**
- **kmitočtovou**
- **fázovou**
- **impulzní atd.**





# Amplitudová modulace

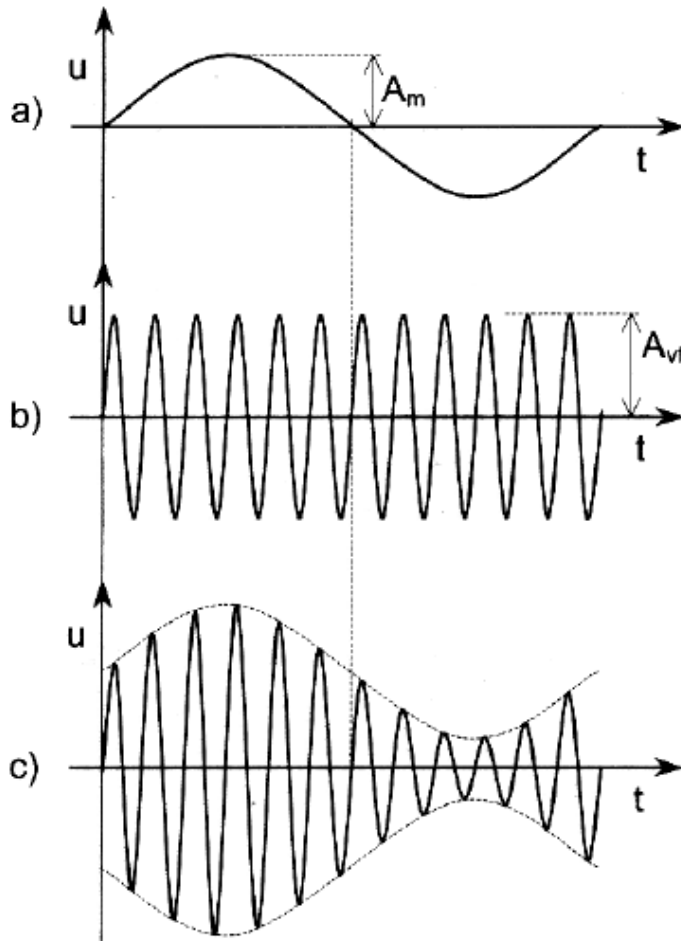
Při **amplitudové modulaci (AM)** se mění amplituda nosné vlny v závislosti na změnách okamžité hodnoty amplitudy modulačního signálu. Kmitočet nosné vlny přitom zůstává stejný.

Amplituda nosné modulované vlny je v každém okamžiku součtem nebo rozdílem amplitudy nosné nedomulované vlny a okamžité hodnoty modulačního signálu.

**Hloubka modulace** - poměr amplitud modulačního signálu a nosné vlny. **Bývá < 100 %**.

$$m_A = \frac{A_m}{A_{vf}} \times 100\%$$

# AM, průběhy signálu



modulační signál

nosná vlna

amplitudově modulovaná  
nosná vlna

# Amplitudová modulace

**Využití AM** – při vícekanálovém přenosu

- + AM je **nejjednodušší** způsob modulace
- má však **malou** energetickou účinnost
- modulovaná nosná vlna je **značně ovlivňována rušivými signály**, zvláště při dálkovém přenosu

# Kmitočtová modulace

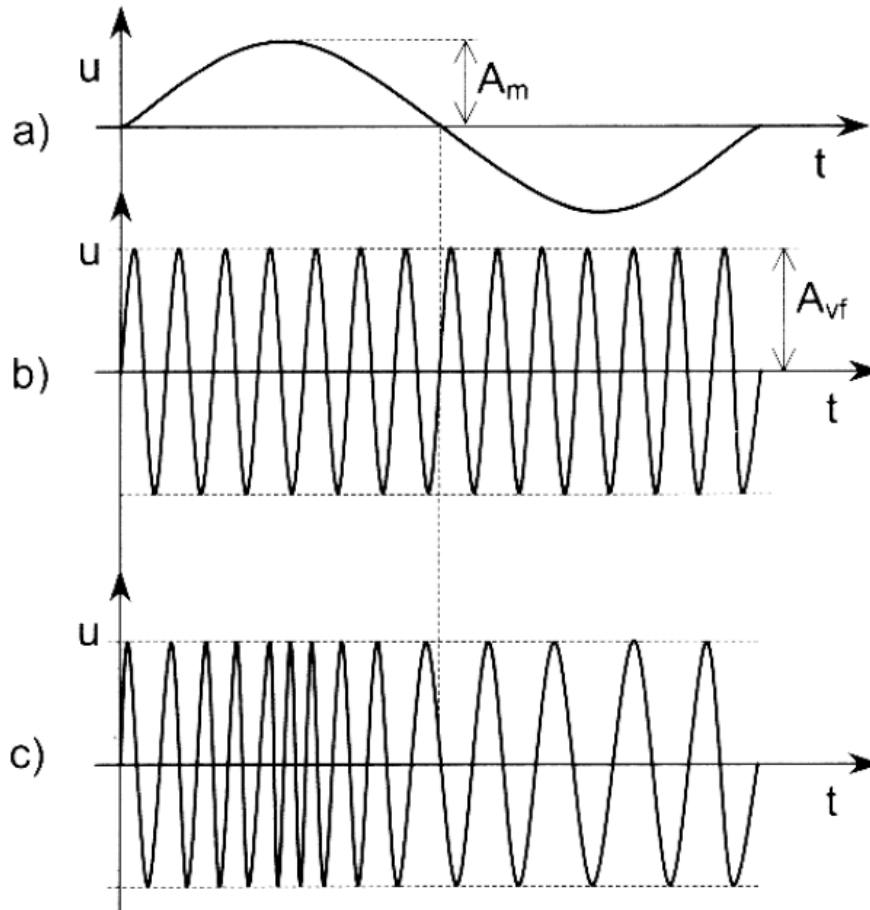
Při **kmitočtové modulaci (FM)** se kmitočet nosné vlny mění dle velikosti okamžité hodnoty modulačního signálu.

Amplituda nosné vlny zůstává stejná.

Čím je amplituda modulačního signálu větší, tím větší je **změna kmitočtu nosné vlny – kmitočtový zdvih**.

V současné době se používá **kmitočtový zdvih  $\Delta f = \pm 75 \text{ kHz}$**  a **kmitočet modulačního signálu nejvýše 15 kHz**. Pro tyto hodnoty je potřeba šířka pásma 240 kHz.

# FM, průběhy signálu



modulační signál

nosná vlna

kmitočtově modulovaná  
nosná vlna

# Kmitočtová modulace

FM se **požívá** především pro **přenos rozhlasového a radiového signálu v atmosféře**. Pro velmi krátké vlny (**VKV – frekvence od 30 do 300 MHz**) a vlny kratší.

Název pásma	Frekvence Vlnová délka	Příklady využití
pásmo <b>OIRT</b> (VKV I, „východní norma“)	65–74 MHz 4,62 m – 4,05 m	východní Evropa (SNS), do začátku 90. let. 20. stol. střední Evropa
pásmo <b>CCIR</b>	76–108 MHz 3,95 m – 2,77 m	Japonsko
pásmo <b>CCIR</b> (VKV II, „západní norma“)	87–108 MHz 3,45 m – 2,77 m	USA, západní Evropa, střední Evropa

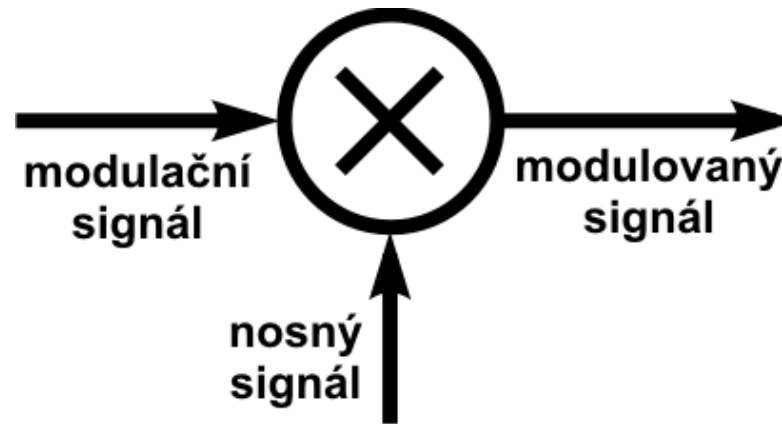
Tabulka zobrazuje rozdělení FM rádiových vln na jednotlivá pásma a geografii jejich využití. [\[URL\]](#)

# Kmitočtová modulace

- + FM je proti poruchám **odolnější** než AM
- FM vyžaduje podstatně **větší šířku pásma**
- vysílače a přijímače **jsou složitější**

# Modulátory

Modulátory jsou elektronická zařízení, kde dochází k úpravě nosné vlny na vlnu modulovanou.





# Modulátory

V oblasti spotřební elektroniky je modulátor zařízení, které vytváří vysokofrekvenční signál, který lze zachytit přijímačem.

- modulátor pro připojení CD přehrávače nebo MP3 k autorádiu,
- modulátor umožňující připojení videorekordéru, set-top boxu, herní konzole k televizoru.



# Modulátory, zapojení

Závisí na **požadovaném druhu modulace**.

- **amplitudová** modulace – **amplitudový modulátor**
- **kmitočtová** (frekvenční) modulace – **kmitočtový modulátor**
- **impulzní** modulace – **impulzní modulátor**

K **nejjednodušším** modulátorům patří **modulátory frekvenční modulace**, u kterých se přímo ovlivňuje frekvence oscilátoru nízkofrekvenčním modulačním napětím na varikap (kapacitní dioda). [\[URL\]](#)

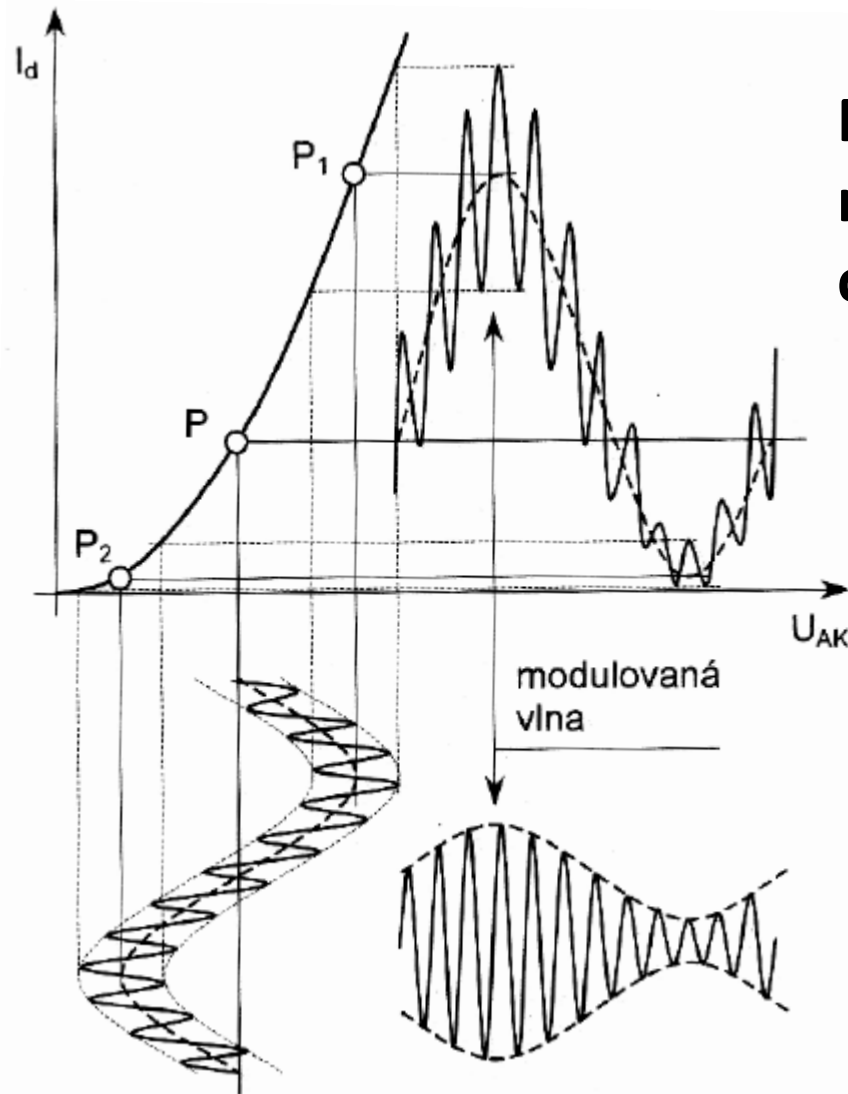
# Amplitudový modulátor

Modulátor AM **využívá v principu elektronickou součástku**, která má vhodnou **nelineární VACH** (např. dioda nebo tranzistor).

Společným průchodem obou signálu (vysokofrekvenční nosné vlny a nízkofrekvenčního modulačního signálu) nelineární součástkou dojde ke zkreslení a tím ke vzniku modulované vlny.

Nízkofrekvenční signál s poměrně velkou amplitudou posouvá pracovní bod P. Dioda propouští vysokofrekvenční signál s amplitudou, která je úměrná poloze pracovního bodu pohybujícího se v rytmu nízkofrekvenčního signálu.

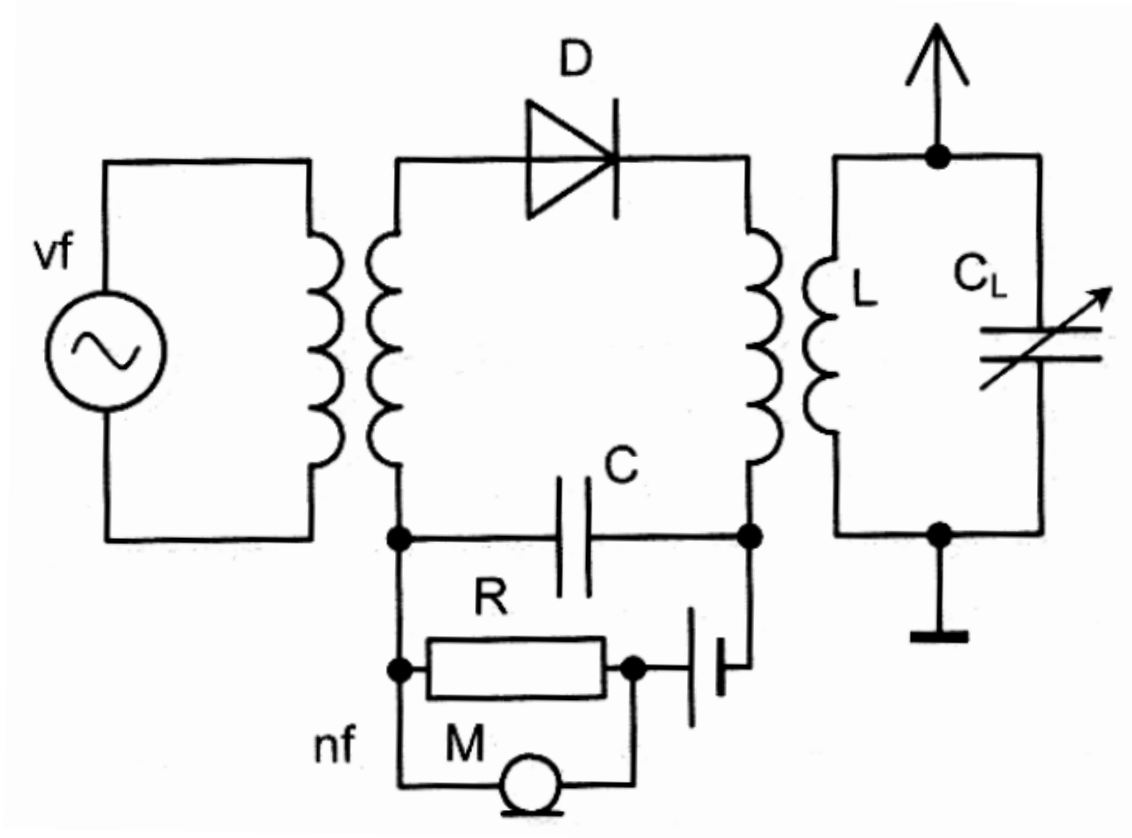
# Amplitudový modulátor



Princip vzniku amplitudové modlace na nelineární charakteristice.

# Amplitudový modulátor

## Jednoduchý AM modulátor s diodou



# Amplitudový modulátor

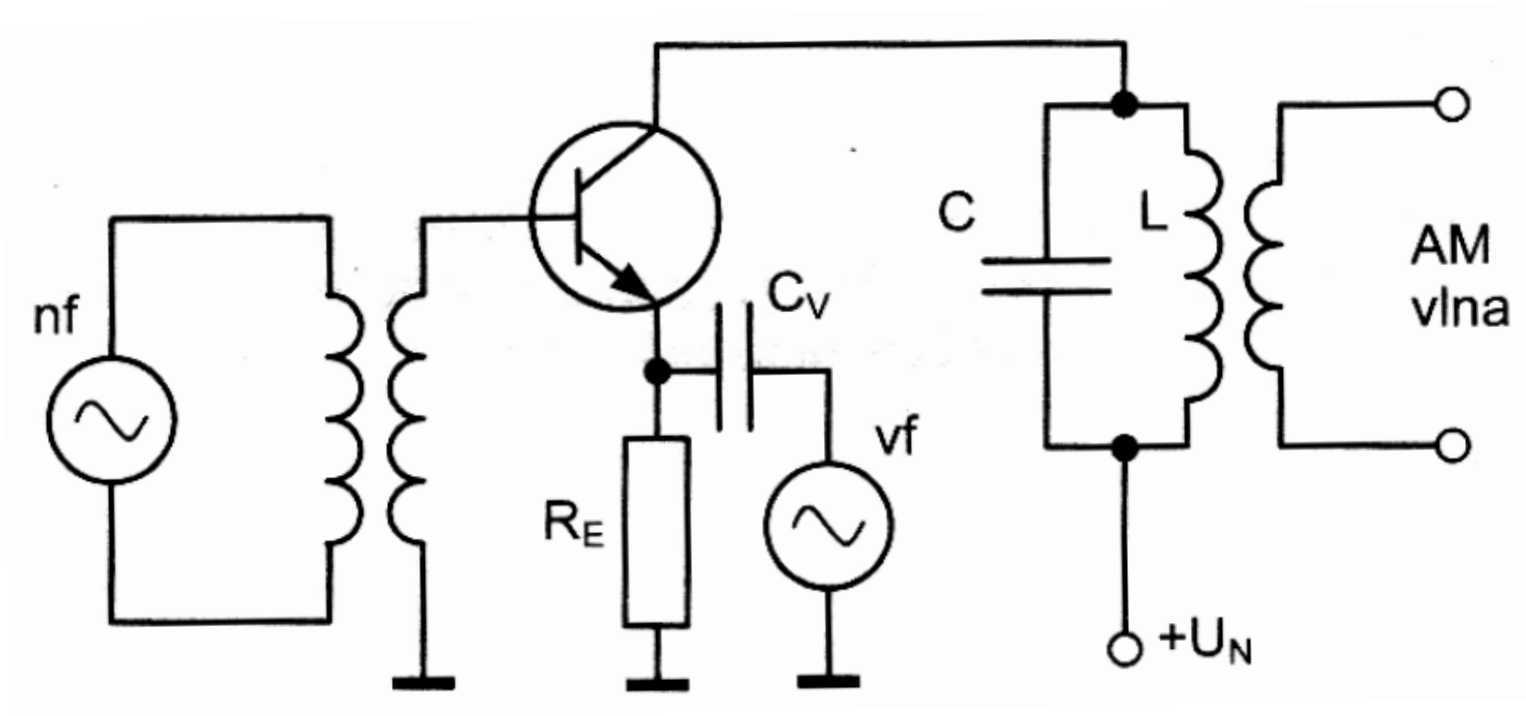
## Jednoduchý AM modulátor s diodou

Obvod pracuje jako **vysílač**, protože amplitudově modulovaná vlna je přes přizpůsobovací transformátor přivedena na rezonanční obvod  $LC_L$ , který je spojen s anténou.  $C_L$  je ladící kondenzátor.

Nízkofrekvenční signál vzniká v mikrofonu a moduluje nosnou vlnu, jejímž zdrojem je vysokofrekvenční oscilátor.

# Amplitudový modulátor

## Jednoduchý AM modulátor s tranzistorem



# Amplitudový modulátor

## Jednoduchý AM modulátor s tranzistorem

K modulaci se využívá nelineární charakteristika tranzistoru. Vysokofrekvenční signál se s výhodou zavádí přes oddělovací kondenzátor  $C_v$  do emitoru tranzistoru, nízkofrekvenční signál se zavádí do báze. Při vhodné volbě pracovního bodu P dostaneme na rezonančním obvodu LC amplitudově modulovaný signál.



# Kmitočtový (frekvenční) modulátor

## Základní princip

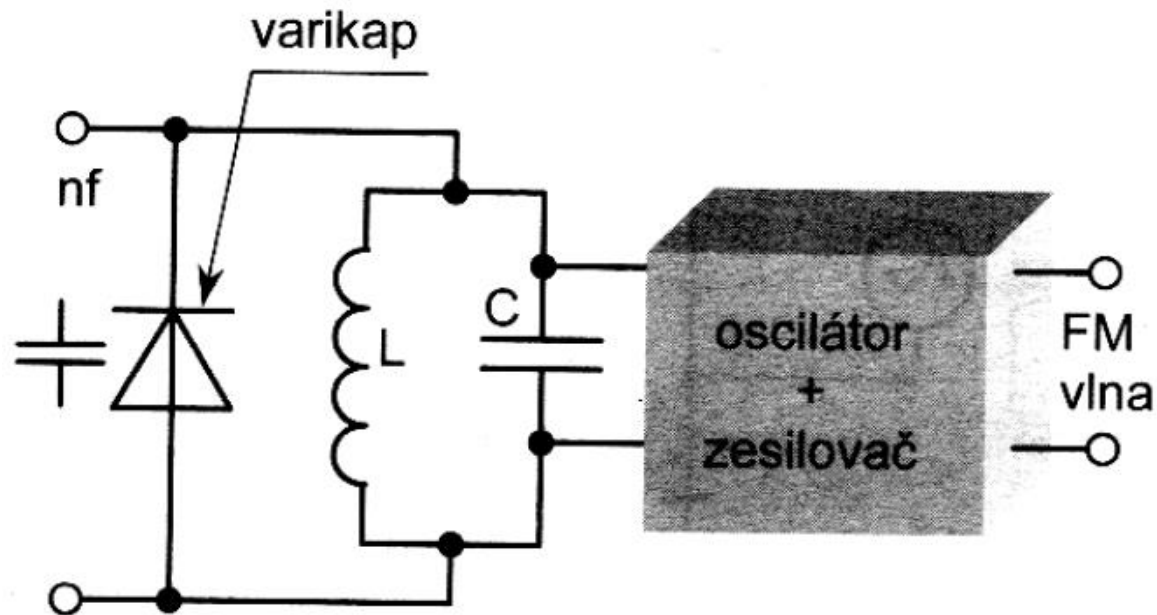
Kmitočtově lze modulovat pomocí součástek, které mění svoji imaginární složku impedance v závislosti na připojeném nízkofrekvenčním (modulačním) napětí – např. **varikap** (kapacitní dioda, jejíž kapacita závisí na přiloženém napětí<sup>[\[URL\]](#)</sup>).



# Kmitočtový (frekvenční) modulátor

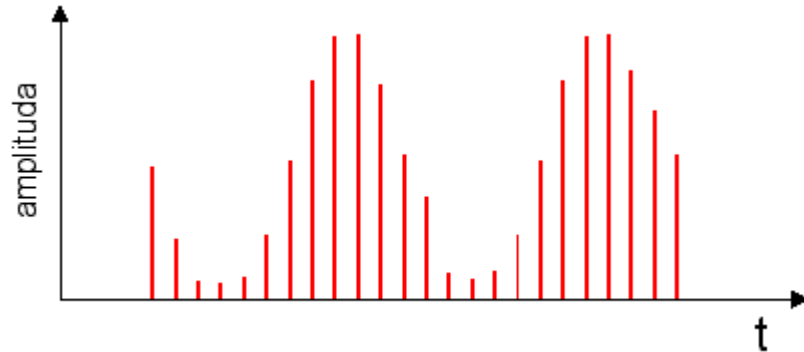
## Vznik kmitočtově modulované (FM) vlny

Změnami kapacity varikapu se mění rezonanční kmitočet rezonančního obvodu LC, a tím i kmitočet oscilátoru.

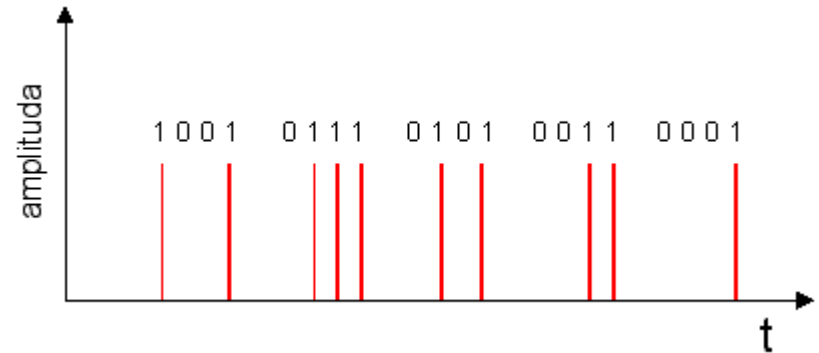


# Impulzní modulace

Integrované obvody umožnily realizovat i podstatně složitější tzv. **impulzní modulaci**, kdy zprávy jsou přenášeny prostřednictvím sledu impulzů.



Impulsní amplitudová modulace



Impulsní kódová modulace [\[URL\]](#)

# Směšování

Směšování je proces přeměny vysokofrekvenčního signálu s určitým kmitočtem na vysokofrekvenční signál jiný, zpravidla o nižším kmitočtu.

Aby bylo možno přeměnu uskutečnit, je potřebný ještě jeden vysokofrekvenční signál o jiném kmitočtu, než má původní signál -> **pomocný oscilátor**.

# Směšovače

Elektronické obvody, do kterých se přivádějí oba vysokofrekvenční signály a ve kterých dochází ke směšování .

## Princip směšování

U směšování se využívá stejného jevu jako u AM. Přivedeme-li na součástku s nelineární charakteristikou dva signály s různými kmitočty, jejich smíšením vzniknou nové signály s kmitočtem součtů nebo rozdílů kmitočtů původních signálů.

Z nich se pak vhodným filtrem vybere požadovaný kmitočet, nejčastěji rozdílový.

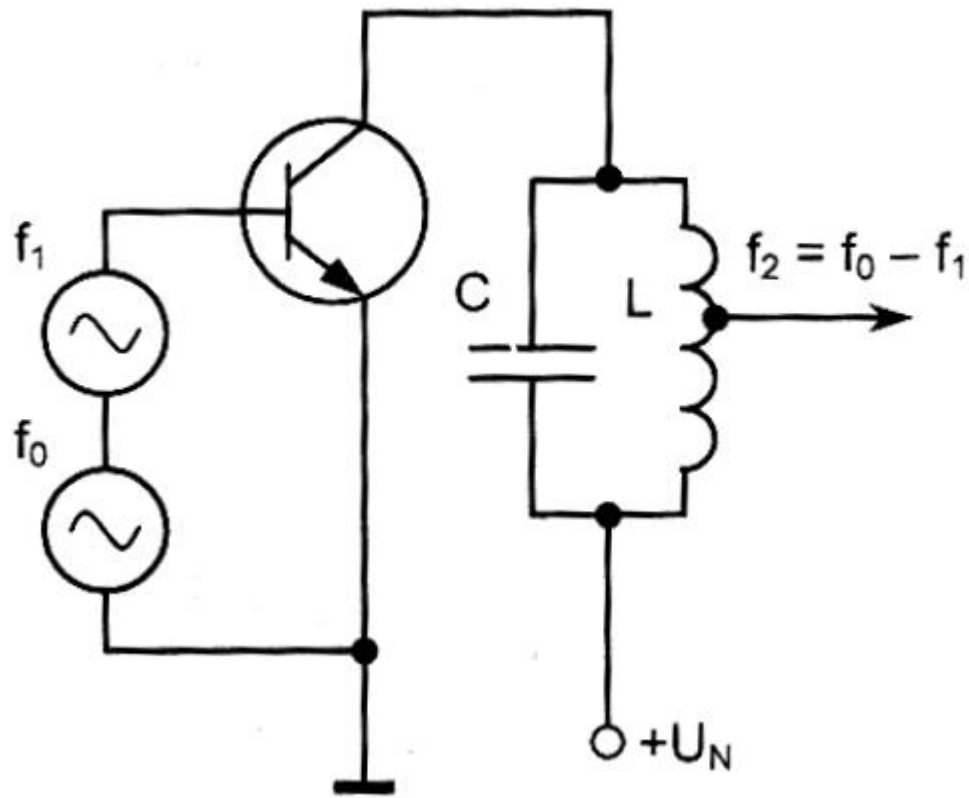
# Směšovače

Rozlišují se směšovače

- **aditivní**
- **multiplikatívní**
- a **kmitající** (nebo také samokmitající)

# Směšovače

## Aditivní směšovač



# Směšovače

## Aditivní směšovač

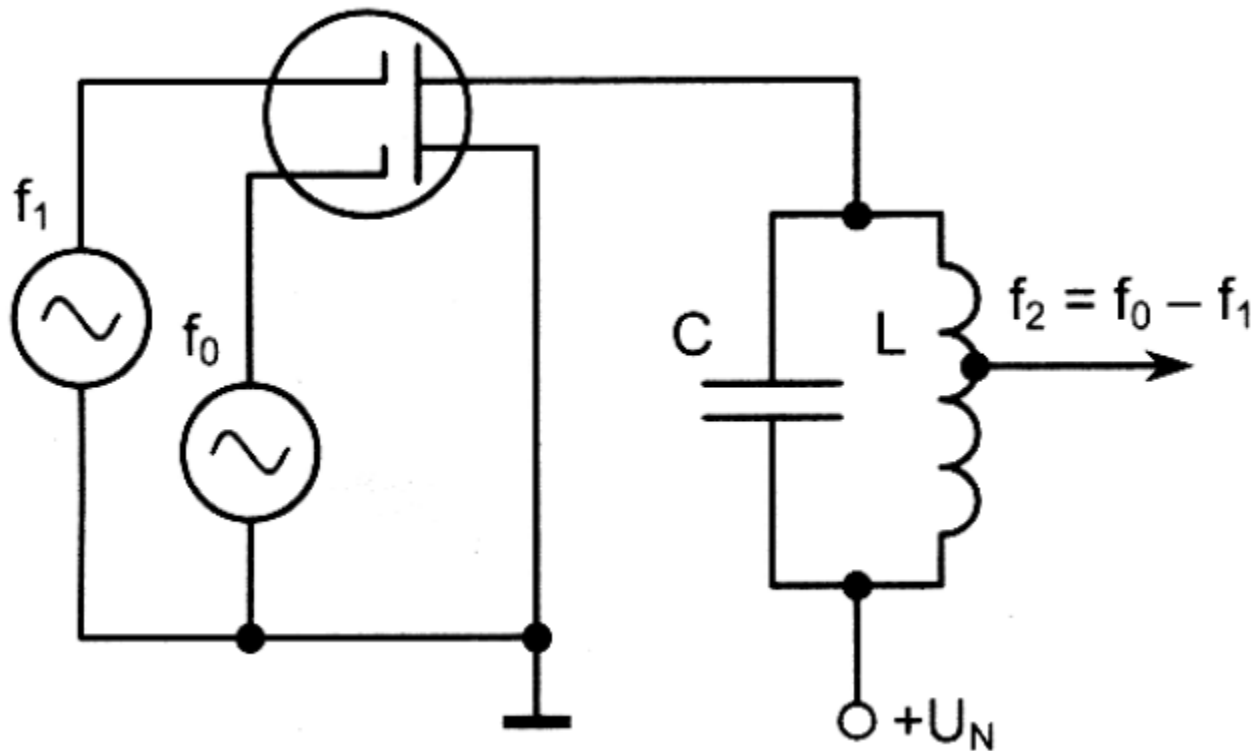
Vysokofrekvenční signál o kmitočtu  $f_1$  a signál z pomocného oscilátoru o kmitočtu  $f_0$  se přivádějí sériově (nebo paralelně) na jednu elektrodu nelineárního prvku. Rezonanční obvod na výstupu směšovače je naladěn na rozdílovou proudovou složku s kmitočtem...

$$f_2 = f_0 - f_1$$



# Směšovače

Multiplikativní směšovač s tranzistorem MOSFET se dvěma řídicími elektrodami



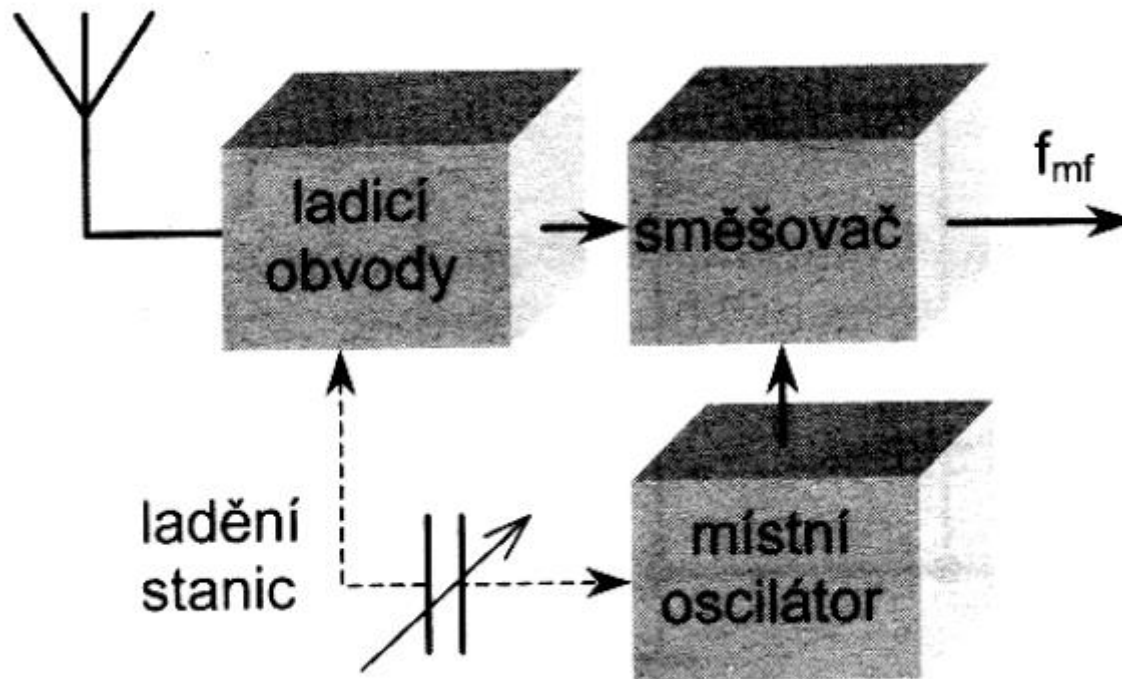
# Směšovače

**Multiplikativní směšovač s tranzistorem MOSFET se dvěma řídicími elektrodami**

Tento směšovač používá nelineární prvky s více řídicími elektrodami. Využívali se k tomuto účelu elektronky, dnes se používají tranzistory řízené elektrickým polem typu MOSFET.

# Směšovače

Blokové schéma směšovače v rozhlasovém přijímači



# Směšovače

## Blokové schéma směšovače v rozhlasovém přijímači

Hlavní použití směšovače je:

- **v rozhlasové**
- **a televizní technice,**
- **ale také i v měřící technice** (měření kmitočtu apod.)

# Demodulace

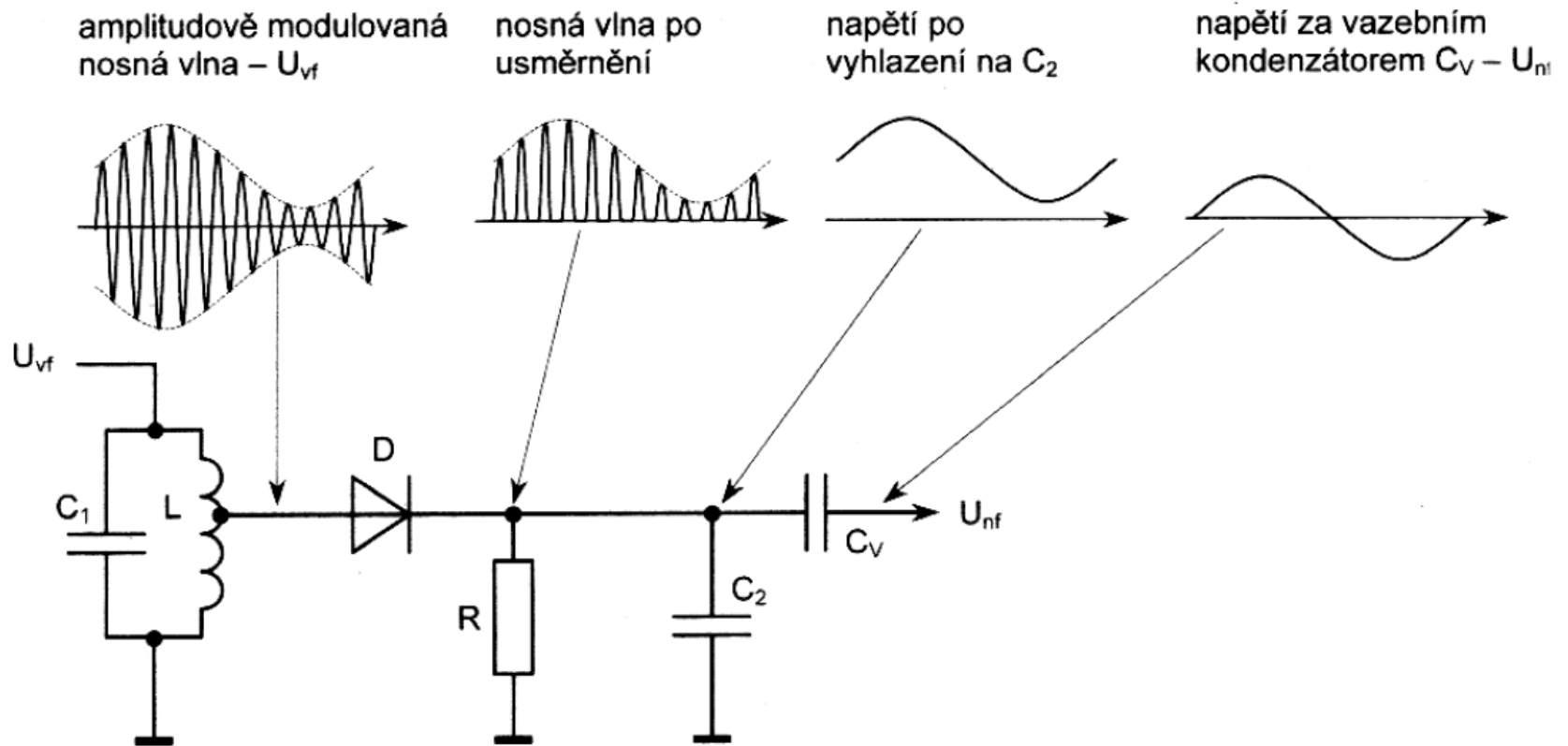
Jako demodulace je označován proces, při kterém se získává z modulovaného vysokofrekvenčního nosného signálu (nosné vlny) zpět modulační signál.

## DEMOMULÁTOR

Demodulace se uskutečňuje pomocí nelineárních obvodových prvků. Těmto prvkům říkáme **demodulátory** nebo též **detektory**.

# Demodulace

## Demodulace AM vln



# Demodulace

## Demodulace AM vln

Modulované vysokofrekvenční napětí odebíráno z obvodu  $LC_1$ . Detekční dioda  $D$  propouští pouze kladné části signálu, které na rezistoru  $R$  vytvoří proměnlivý úbytek napětí. Kondenzátor  $C_2$  potlačí (svede na zem) vysokofrekvenční zvlnění demodulovaného napětí. Nízkofrekvenční signál je do dalšího obvodu odebírán pomocí vazebního kondenzátoru  $C_v$ , který nepropouští stejnosměrnou složku.

**Použití:** v barevných TV (dokonalejší demodulace AM signálu)

# Demodulace

## Demodulace FM vln

Pro demodulaci FM vln se používají obvody, jejichž výstupní napětí je přímo úměrné kmitočtu vstupního napětí.

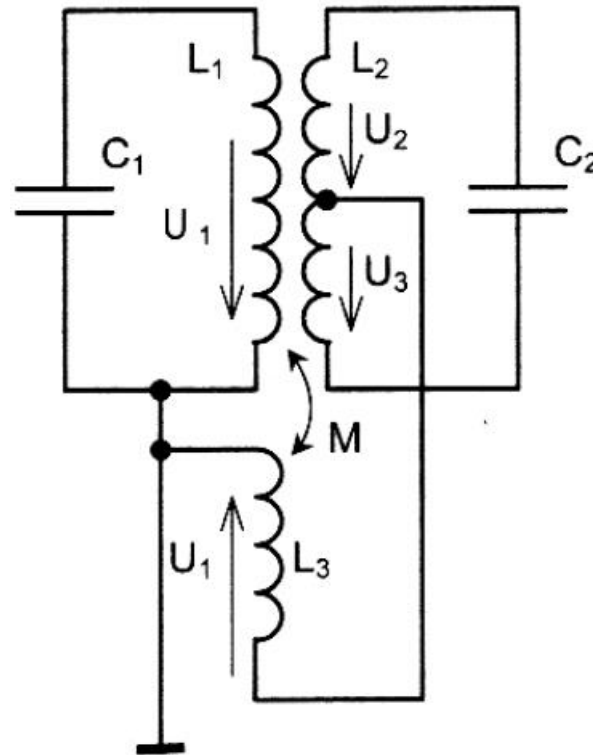
Nejběžnější FM demodulátory

- **fázový diskriminátor**
- **poměrový detektor**



# Demodulace FM vln

## Princip fázového diskriminátoru



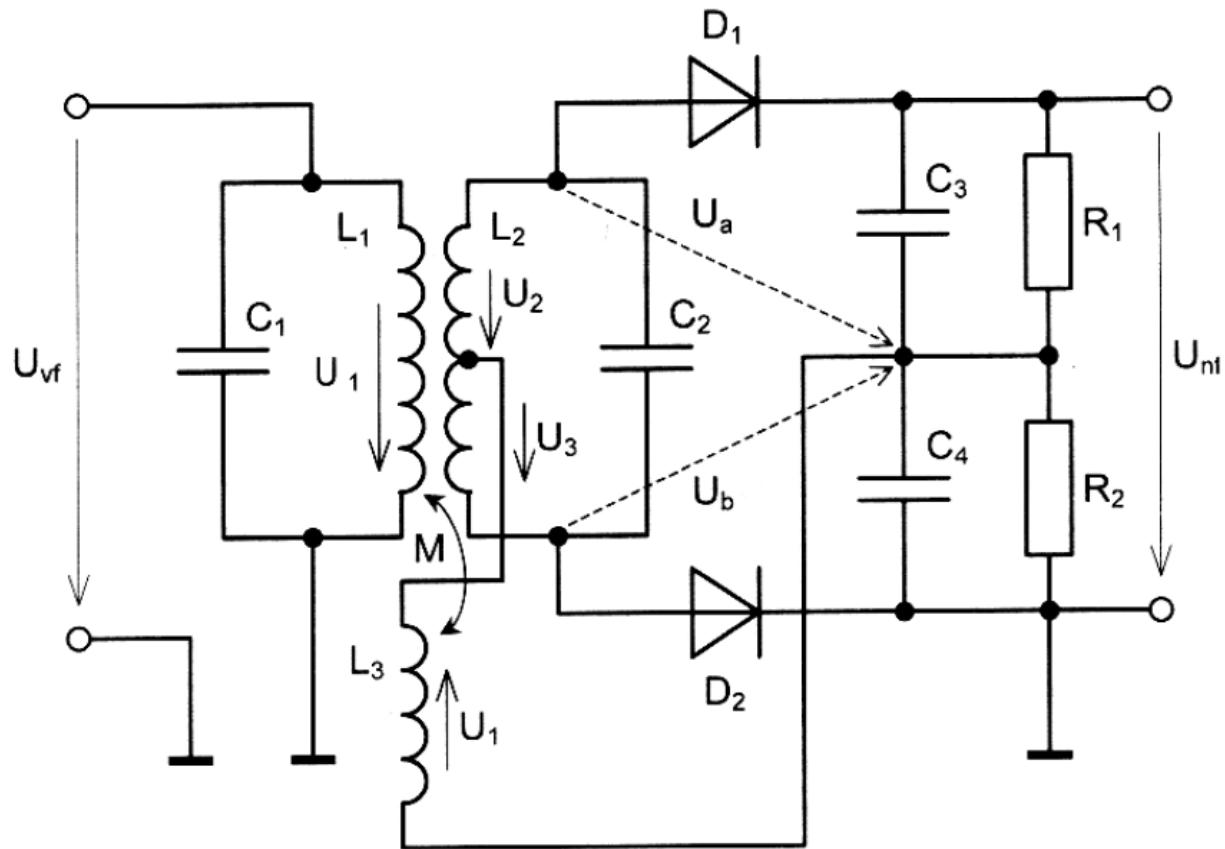
# Demodulace FM vln

## Princip fázového diskriminátoru

Základem obou zapojení je dvojice vázaných rezonančních obvodů s výstupním vinutím rozděleným na dvě poloviny. Napětí  $U_2$  a  $U_3$  tohoto vinutí jsou pro to vzájemně posunuta fázově o  $180^\circ$  a jsou stejně velká. Při rezonanci na kmitočtu nosné nemodulované vlny jsou tato napětí  $U_2$  a  $U_3$  fázově posunuta oproti napětí  $U_1$  ze vstupního obvodu o  $90^\circ$ .

# Demodulace FM vln

## Fázový diskriminátor



# Demodulace FM vln

## Fázový diskriminátor

U fázového diskriminátoru se napětí z obou polovin výstupního vinutí  $U_a$  a  $U_b$  usměrňují diodami  $D_1$  a  $D_2$  a na kondenzátorech  $C_3$  a  $C_4$  jsou opačná napětí, která se odečítají. Při rezonanci je proto výsledné usměrněné napětí na výstupu nulové.

Při zavedení kmitočtově modulovaného signálu se napětí  $U_a$  nerovná  $U_b$  a na výstupu fázového diskriminátoru se objeví modulační napětí  $U_{nf}$ .

# Demodulace FM vln

Poměrový detektor (je zapojením a funkcí téměř shodný s FD)

