

KIS A JEJICH BEZPEČNOST I

ZVUKOVÝ ZÁZNAM A REPRODUKCE

DOC. ING. BOHUMIL BRECHTA, CSC.

Operační program Vzdělávání pro konkurenceschopnost

Projekt: ***Vzdělávání pro bezpečnostní systém státu***

(reg. č.: CZ.1.01/2.2.00/15.0070)



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

1. Úvod
2. Analogový záznam, jeho vlastnosti
3. Digitální záznam, jeho vlastnosti
4. Gramofon, gramofonová deska, vlastnosti

Pořízení zvukového záznamu

Zvukové vlnění je vlastně sledem tlakových vln, které se šíří hmotným prostředím (nejčastěji vzduchem). Pomocí mikrofonu lze tyto akustické vlny převést na elektrický signál, jehož průběh přesně odpovídá průběhu zvuku. Tyto elektrické signály se pak nejsnáze zaznamenávají na magnetické pásce, což je plastický proužek potažený velkým množstvím magneticky měkkých částic.

Dva typy:

- ☐ analogový záznam a reprodukce
- ☐ digitální záznam



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



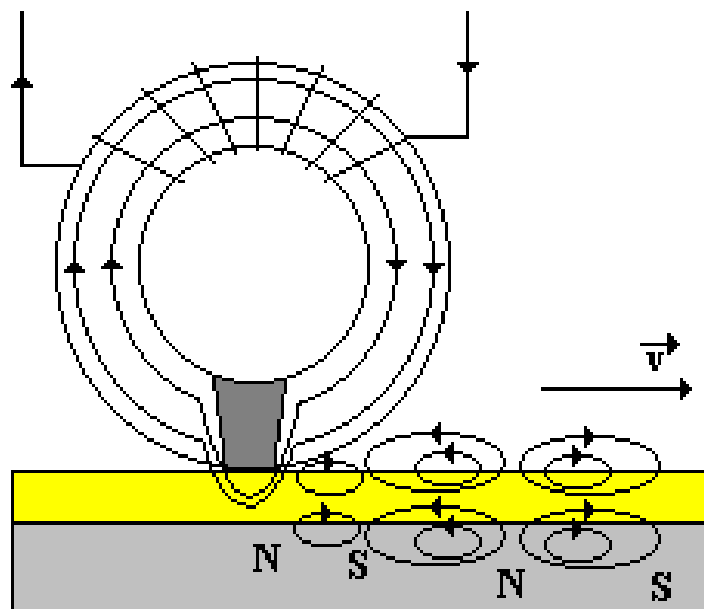
UNIVERZITA
OBRANY

Analogový záznam a reprodukce

Magnetický záznam se používá pro uchování zvukové, obrazové nebo počítačem zpracované číslicové informace. Jeho podstatou je trvalé zmagnetování feromagnetika (např. oxidu železa) naneseného na nosiči z plastového materiálu.

- ❑ Magnetický záznam se uskutečňuje pomocí **záznamové hlavy**. Hlavu tvoří cívka, jejíž jádro je složeno z plíšků uspořádaných do tvaru prstence. Jádro není uzavřené - je přerušeno velmi úzkou štěrbinou, která je vyplněna nemagnetickým materiálem (např. bronz).
- ❑ Před štěrbinou se stálou rychlostí pohybuje nosič záznamu a v jeho feromagnetické vrstvě vzniká trvalý záznam v podobě souvislé řady různě zmagnetovaných míst s proměnnou hodnotou a směrem magnetické indukce. Tak se zvuk uloží pomocí magnetizace pásku.
- ❑ Reprodukce signálu probíhá obráceným postupem: zmagnetovaný nosič se opět pohybuje v těsné blízkosti štěrbiny **snímací hlavy**. Změny magnetického pole vyvolávají ve vinutí hlavy proměnný elektrický proud, který je elektrickým obrazem zaznamenané informace. Z fyzikálního hlediska zde dochází k elektromagnetické indukci.

Záznamová hlava



Analogové nahrávání - nevýhody

- ❑ Hranice velikosti magnetické indukce magnetického pole, které lze na páse vyvolat, způsobuje omezení i „**síly**“ **zvuku**, který lze na pásek uložit. Tento zkreslující efekt (tzv. **saturace**) nastává tehdy, když se všechny částice na určitém úseku pásku seřadí stejným směrem.
- ❑ Druhé omezení je dáno **nejtiššími** pasážemi nahrávky - ty musí být totiž dostatečně silné, aby převýšily šum pozadí. Šum pozadí se pozná podle charakteristického syčení, které vzniká náhodným uspořádáním magnetických částic na prázdném pásku. I s použitím postupů pro minimalizaci šumu to znamená, že dynamický rozsah analogového záznamu (tj. rozdíl mezi nejsilnějším a nejtišším místem záznamu) je omezený.
- ❑ Další nevýhodou je **kolísání výšky** (*wow*) a **chvění** (*flutter*).

Z těchto důvodů se dnes používá digitálních nahrávacích hlav a podobně i digitálního audiopásku.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



UNIVERZITA
OBRANY

Kompaktní disk (CD)

- Princip záznamu a reprodukce zvuku
- Průmyslová výroba CD

Princip záznamu a reprodukce zvuku

- Na kompaktní disk (CD) se zaznamenává digitálně upravený elektrický signál. Sled číslic, který byl z elektrického signálu vyroben tzv. vzorkováním signálu, se na CD zaznamenává ve formě prohlubní a plošek mezi nimi. Každý disk o průměru 12 cm obsahuje nejméně 3 miliardy prohlubní na spirální stopě v plastickém materiálu dlouhé přes 5 km.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

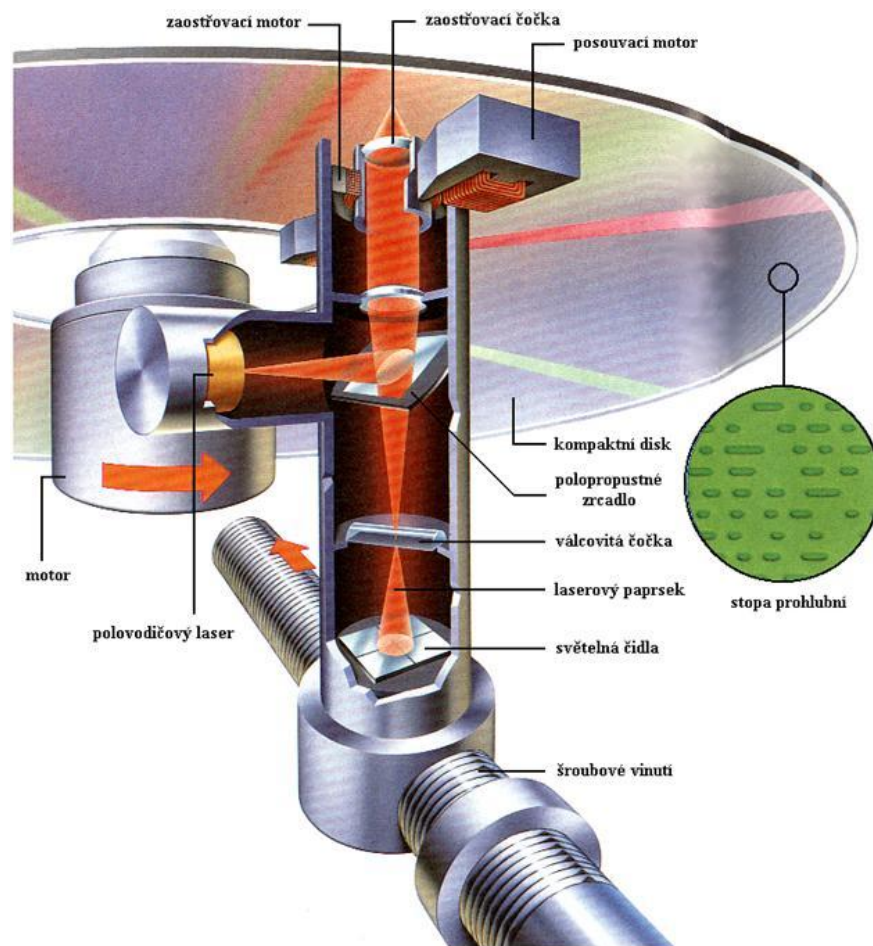


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



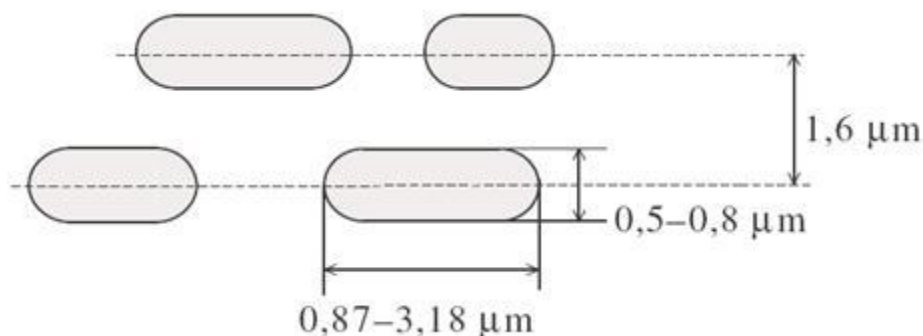
UNIVERZITA
OBRANY

Princip záznamu a reprodukce zvuku



Landy a pity

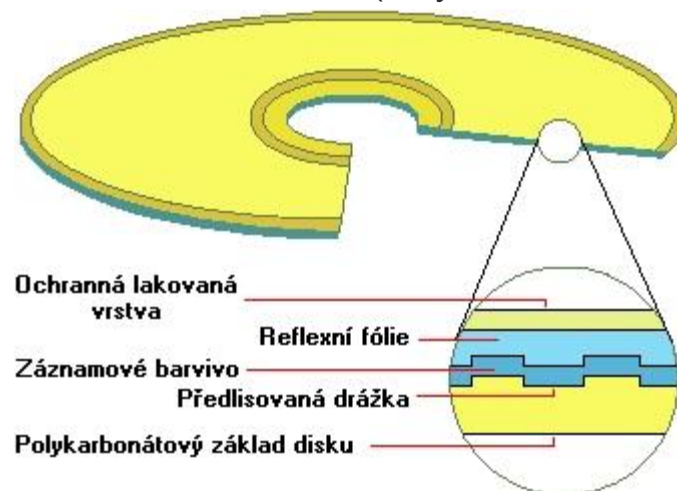
Prohlubně ve spirální stopě se nazývají **landy**, části, které vystupují nad povrch se nazývají **pity**.



Land je 120 nm hluboký, 500 nm široký a jeho délka se pohybuje od 870 nm do 3180 nm (viz obr. 211). Rozptyl šířek landů je dán výrobní technologií, zatímco délka je různá podle dat, která jsou na disku uložena. Mezera mezi stopami má délku zhruba trojnásobnou ve srovnání se šířkou: 1600 nm.

Čtení CD

Landy a pity se čtou pomocí světla laseru, které se odráží od polopropustného zrcadla a prochází dvěma čočkami tak, aby bylo zaostřeno na stopu s prohlubněmi. Běžně se používá laser s vlnovou délkou světla 780 nm (tedy blízká infračervená oblast).



Laser tedy „prosvicuje“ CDčko zespoda: nejdříve dopadá laserové světlo na plastový základ disku (již zmiňovaný polykarbonát) a až poté na kovovou vrstvu, která obsahuje uložená data. Nečistota nebo škrábanec na disku se nachází na povrchu plastového základu disku.

Čtení CD

- Na landu i pitu se světlo odráží jako na pevném konci - světlo totiž dopadá z prostředí, kterým se může bez problémů šířit, na prostředí (pokovená vrstva), od kterého se pouze odráží. V obou případech se tedy fáze vlnění mění na opačnou fázi.
- Světlo odražené od pitu má opačnou fázi než světlo odražené od landu. Tato dvě světelná vlnění spolu interferují a výsledná intenzita je proto dána rozdílem intenzit obou uvažovaných vlnění.
- Kdyby byl landů a pitů na disku stejný počet, odražené světlo by se navzájem.
- Na povrchu disku je zhruba 30 % pitů, což znamená, že intenzita odraženého světla nikdy neklesne zcela na nulu.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



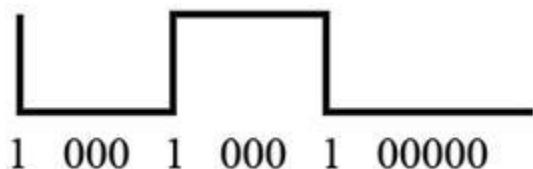
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



UNIVERZITA
OBRANY

Čtení CD

Pity a landy nepředstavují přímo logické jedničky nebo nuly. Informace je uložena na přechodech mezi pity a landy a v délce souvislých oblastí. Přesněji, jeden bit logické jedničky je reprezentován jako přechod mezi landem a pitem (hrana mezi landem a pitem), resp. mezi pitem a landem, zatímco délka následujícího landu nebo pitu představuje přiměřený počet bitů logických nul. Vzdálenost mezi hranami se nazývá *run length* (průběžná délka). Výsek ze stopy na CD zobrazený na obrázku představuje číslo 3.



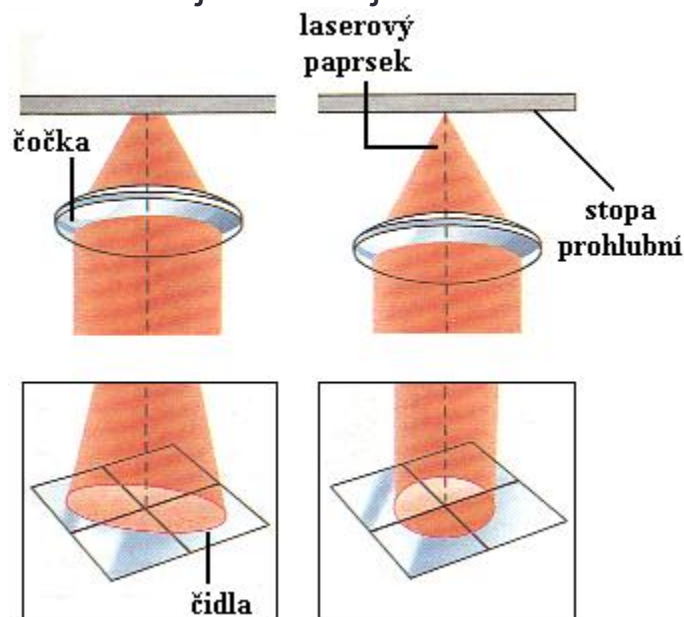
Nikde se neopakují dvě jedničky za sebou, což je dáno použitým kódováním: zde se osm bitů kóduje pomocí čtrnácti. Je to proto, že je fyzicky nemožné mít dvě hrany hned za sebou. Z důvodu použité vlnové délky světla čtecího laseru, je nejmenší možná průběžná vzdálenost tři bity. Nikde v kódové tabulce tedy nejsou méně než dvě nuly za sebou.

Tento způsob kódování se nazývá **NRZI** kód (*non return to zero inversed*).

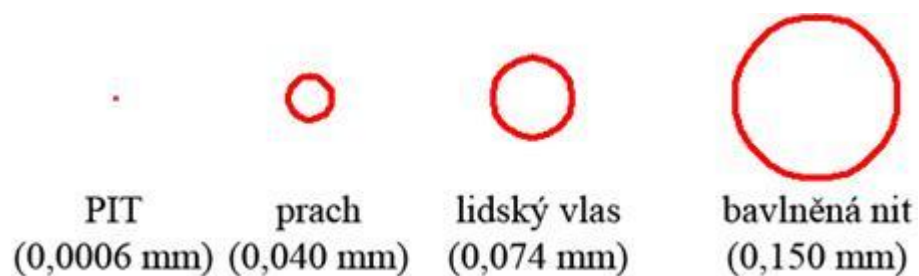
Po průchodu odražené světelné vlny válcovou čočkou dopadá světlo na čtyři světelná čidla, která po osvětlení vyšlou elektrický impuls.

Přítomnost nebo nepřítomnost světla na čidlu tedy vytváří signál „zapnuto - vypnuto“.

Tento signál je poté převeden u hudebních kompaktních disků přehrávačem na vlnový signál původní nahrávky. Jak se disk otáčí, šroubový závit posunuje celý optický systém směrem od středu disku k jeho okraji.



Porovnání



Oprava chyb

Existují dva mechanismy, které tyto případné chyby odstraňují.

1. Prvním z nich je sama použitá technologie čtení dat z disku, při níž se každá chyba či nečistota na povrchu disku efektivně zhruba 470krát zmenší (díky relativně velkému indexu lomu polykarbonátu).
2. Druhý mechanismus spočívá v přidávání dodatečné informace při nahrávání disku. Přidaná informace je pak zpracována mikroprocesorem uvnitř přehrávače a dovoluje rozpoznat chybějící údaje a zaplnit drobné mezery v toku dat. Větší chyby jsou odstraňovány rozštěpením a provázáním 16ti bitových slov, takže poškození povrchu disku znehodnotí pouze malé kousky jednotlivých vzorků a nikoliv jeden vzorek úplně.

Záznam na CD

Vypalovací disky fungují stejně - v místě pitu se intenzita odraženého světla sníží, v místě landu zůstává intenzita odraženého světla neměnná. V tomto případě se ovšem pity a landy neliší svojí výškou (resp. hloubkou), ale pomocí vrstvy speciálního materiálu. Tento materiál je citlivý na světlo silné intenzity.

Při vypalování disku je laser puštěn na plný výkon. Energie světla laseru tedy způsobí ve speciálním materiálu změny, které se projeví změnou průhlednosti tohoto materiálu: v místech, kde byl materiál vystaven působení světla laseru, jeho průhlednost poklesne. Tak se od sebe odlišují pity (místa, kde je materiál neprůhledný) a landy (místa, kde je materiál průhledný).



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



UNIVERZITA
OBRANY

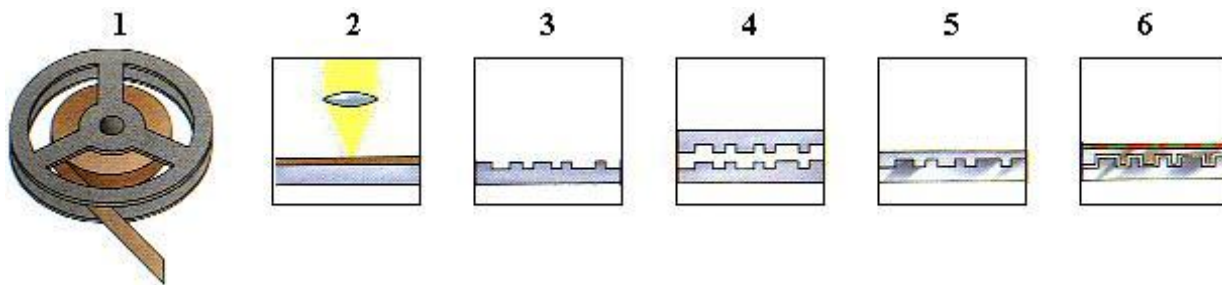
Průmyslová výroba CD

Zvukové údaje se ukládají na magnetický pásek **(1)**. Digitální verze záznamu, která obsahuje i úplné opravné kódy, je podrobně uložena na pásku a pak přenesena na **CD**. Pásek kontroluje laserový svazek, který vypaluje určitou šablonu do speciální fotorezistentní vrstvy na čisté skleněné desce **(2)**. Tam, kde laser narazí na tuto vrstvu, změní se její vlastnosti tak, že se stane citlivou na leptání kyselinou. Označené oblasti se tak dají odleptat spolu se sklem pod nimi, takže na stopě vzniknou prohlubně - landy **(3)**. Ostatní část vrstvy z materiálu vystupuje - jedná se o tzv. pity.

Skleněný hlavní disk se pak pomalu pokovuje niklem, až do určité tloušťky **(4)**. Pak se leptacím prostředkem odstraní zbývající sklo a obdržíme niklovou „matku“ - negativ originálu. Tato matka se pak používá pro ražení kopií z čirých plastických kotoučů, které jsou vlastními kompaktními disky **(5)**.

Pity a landy se tedy navzájem na vyražených kopiích CDčka vymění. Nicméně terminologie při popisu kompaktního disku zůstala zachovaná: pit je "kopeček" a land je "dolík".

Povrch disku se pak potáhne tenoučkou vrstvou hliníku **(6)**, aby se dobře odrážel laserový svazek a konečně ochranou vrstvou čirého laku, do něhož lze i vytisknout označení disku a další údaje.



Gramofon

- ❑ Duchovním otcem gramofonu (fonografu) byl **Charles Cros**, francouzský básník a vědec. Svou myšlenku popsal v zapečetěném dopise, který uložil ve Francouzské akademii věd 30. dubna 1877.
- ❑ Tyto myšlenky do praxe uvedl ale až americký vynálezce **Thomas Alva Edison** (1847 - 1931). Vynalezl zařízení, které později zdokonalil a prodával pod názvem fonograf („zapisovač [zvuku](#)“). Sestrojil ho Edisonův mechanik John Kruesi ve dnech 4. - 6. prosince 1877. Patentován byl 19. února 1878.
- ❑ Gramofon roku 1888 vymyslel Američan německého původu **Emile Berliner**. Ten místo válce použil desku a o čtyři roky později přišel s metodou kopírování desek (elektrolytické pokovování a používání matrice).



Moderní gramofon

Obsahuje pohonný mechanismus s talířem pro otáčení desky (v nejlepších HIFI systémech je talíř velmi těžký a obvykle poháněný řemínkem, aby nebyl ovlivňován vibracemi motoru) a syntetický safírový nebo diamantový snímací hrot spojený s mechanicko-elektrickým měničem umístěným v přenosce gramofonu.

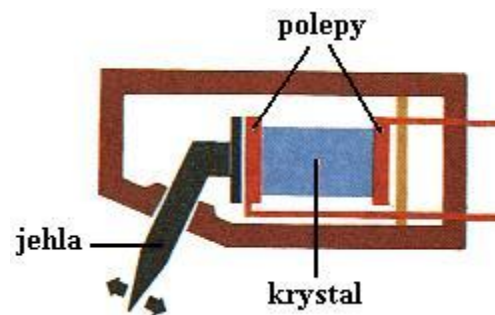
Motorek pohání talíř, na němž leží deska. Hrot přenosky se pohybuje v drážce desky a vychyluje se do stran podle tvaru drážky, který odpovídá hlasitosti a frekvenci zaznamenaného zvuku. Chvění hrotu se přeměňuje ve snímači na nízkofrekvenční časově proměnný proud, který se po zesílení zesilovačem přeměňuje v reproduktoru na slyšitelné zvuky



Přenoska gramofonu

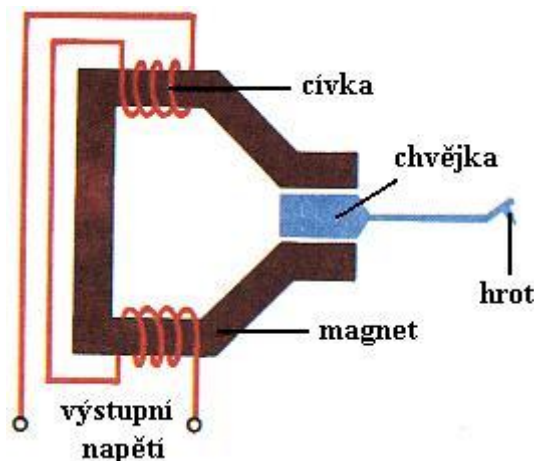


krystalové přenoskové vložky - jehla přenosky kmitá v rýhách otáčející se gramofonové desky, přičemž se mechanické kmity jehly přenášejí na krystal. V něm se na základě piezoelektrického jevu tyto mechanické kmity přemění na střídavé napětí a po jeho zesílení se mění v reproduktoru na slyšitelné zvukové vlny.



magnetodynamické přenosové vložky

- chvění hrotu v drážce gramofonové desky se přenáší chvějkou na volně pohyblivý magnet. Změny magnetického toku vyvolávají ve dvou cívkách, pro levý a pravý výstupní signál, nízkofrekvenční střídavé proudy.

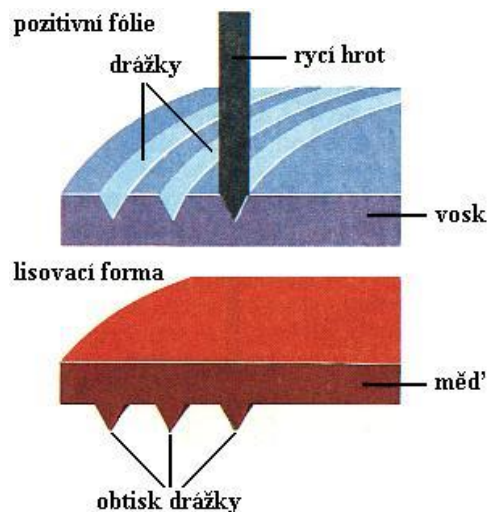


Výroba gramofonových desek

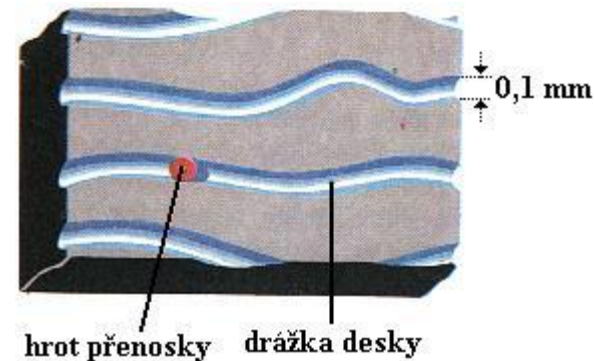
Gramofonové desky se vyrábějí pomocí tzv. **galvanoplastiky**, která umožňuje zhotovovat velmi přesné kovové lisovací formy.

V nahrávací soupravě kmitá rycí hrot a do povrchu desky (vrstva laku na ploché hliníkové desce nebo vrstva vosku) řeže vlnitou drážku ve spirále od okraje do středu. Tímto způsobem se získá tzv. **pozitivní fólie**.

Po elektrolitickém zpracování vzniká velmi tenký otisk této desky - tzv. **lisovací forma (originál)**, kterou se vytvářejí konečné desky.



Na obrázku je znázorněn zvětšený výsek gramofonové desky.



Druhy gramofonových desek

Dva druhy desek: standardní a mikrodesky

	Standardní	Mikrodesky
Rychlost přehrávání	78 min ⁻¹	45; 33 1/3; 16 2/3 min ⁻¹
počet drážek na 1 mm průměru desky	4	10 - 11
průměr desky	30 cm	30 cm
doba přehrávání	5 min	Více jak 20 min
frekvenční rozsah	300-5000 Hz	100 – 12000 mono 50 – 20000 stereo

Podle velikosti a doby přehrávání:

1. malé desky (**singly**) - mají průměr a dále se dělí na:

a) desky s označením **SP** (*single play*) - na každé straně desky je nahrána jedna skladba

b) desky s označením **EP** (*extended play*) - na každé straně desky jsou nahrány dvě skladby

2. dlouhohrající desky - mají průměr , označují se zkratkou **LP** (*long play*) a na každé straně je nahráno průměrně 6 skladeb

Literatura

- <http://fyzika.jreichl.com>