

## Използвани източници

- ❑ <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/audio/mic.html>
- ❑ <http://vestax.com/v/products/recorders/vrx2000.html>
- ❑ <http://www.vinylium.ch/dubcut/dubcutter.html>
- ❑ [http://www.euronet.nl/~mgw/background/riaa/uk\\_riaa\\_background\\_1.html](http://www.euronet.nl/~mgw/background/riaa/uk_riaa_background_1.html)
- ❑ <http://www.badenhausen.com/VSR1Pickups.htm>
- ❑ <http://www.elektronik-kompendium.de/sites>
- ❑ <http://www.elektronikinfo.de/audio/cd.htm>
- ❑ <http://www.howstuffworks.com/>

## Използвани означения

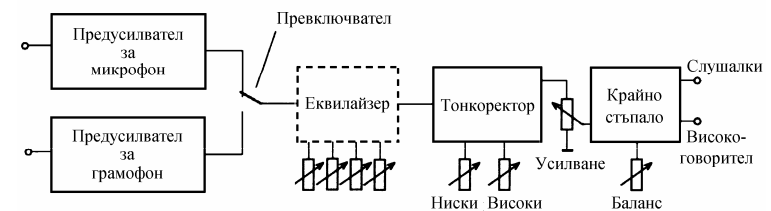
- ❑ Тема, която се среща за първи път
- ❑ **Тема, която вече е позната**

## Hi-Fi запис и възпроизвеждане

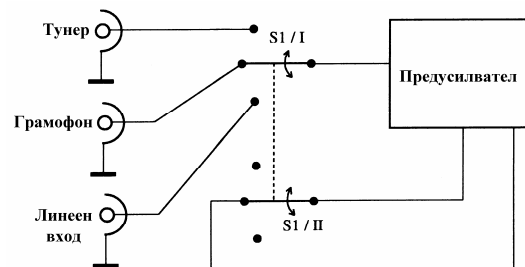
Цел разглеждането:

- ❑ да може да отговаряте на тези или подобни въпроси:
  - На какви принципи работят звукоотнемащите системи?
  - Каква е ролята на коригиращите предусилватели?
  - Какво представляват и какви са функциите на еквилайзерите?
  - Какви са основните характеристики на високоговорителите и микрофоните?
  - Какво знаете за CD, DVD, грамофон, магнетофон?

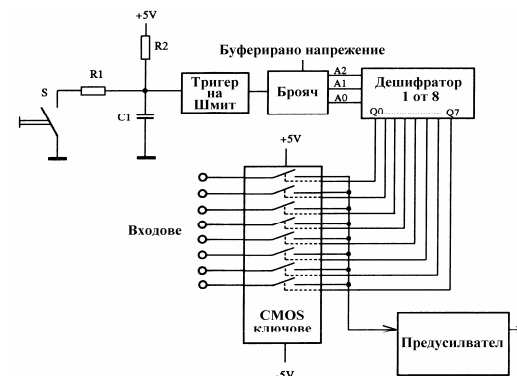
## Блокова схема на HiFi усилвател



## Избор на канал (механично)



## Избор на канал (електронно)



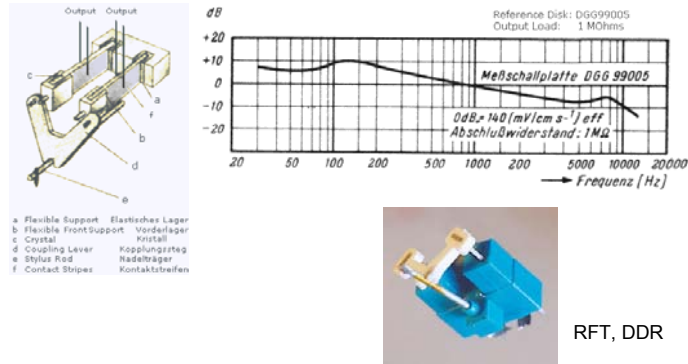
## Hi-Fi запис и възпроизвеждане

- **Звукоотнемащи системи**
- Коригиращи предусилватели
- Тонкоректори и еквилайзери
- Високоговорители и тонколони
- Филтри
- Микрофони
- Грамофони
- Магнетофони
- Принципи при дигитализацията на аналогови сигнали
- CD и DVD

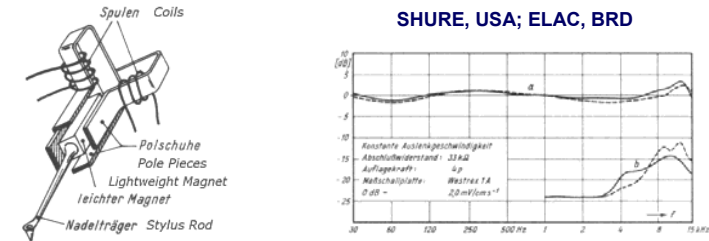
## Звукоотнемащи системи (дозы)

- Кристална грамофонна доза - полученото напрежение е **пропорционално на отклонението на иглата**.
- Магнитна (магнитодинамична) доза
  - Иглата премества малък постоянен магнит спрямо неподвижна бобинка.
- Динамична (електродинамична) доза
  - Иглата премества подвижна бобинка спрямо малък постоянен магнит.
  - В бобинката се индуцира напрежение със звукова честота, чиято стойност зависи от **скоростта на трептенията на иглата**.

## Кристална грамофонна доза (1958)



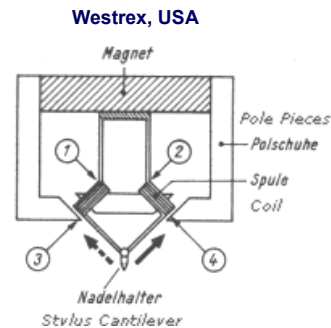
## Магнитна (магнитодинамична) доза



АЧХ (крива а): 20Hz–16000kHz +/- 2,5 dB; Товар: 33 kΩ; Върх на иглата: 15 ... 18 μm;  
Ефективна маса: 2,15mg; Импеданс: 1480+j0,65 Ω; Тегло: 12 g;  
Изх. напрежение за канал: 20 mV при 10 cm/s скорост;  
Прекъсната линия: ляв канал; Прослушване: крива b;

## Динамична (електродинамична) доза

- По една бобинка за всеки канал се премества спрямо постоянен магнит.
- На този принцип работят и динамичните микрофони.
- Подвижните бобинки са закрепени на тънка пластмасова скоба (1, 2) и се движат между върховете (3, 4) на постоянния магнит.



## Ценови категории

- ~ 75 евро – audiotechnika at95 (Moving Magnet)
- ~ 300 евро – ortophone vinylmaster (Moving Magnet)



## Ценови категории

- ~ 1000 евро – Lyra dorian (Moving Coil)



## Hi-Fi запис и възпроизвеждане

- *Звукоотнемащи системи*
- **Коригиращи предусилватели**
- Тонкоректори и еквилайзери
- Високоговорители и тонколони
- Филтри
- Микрофони
- Грамофони
- Магнетофони
- Принципи при дигитализацията на аналогови сигнали
- CD и DVD

## Коригиращи предусилватели

- При нарязването на плочите напречното отклонение в браздата за високите честоти се прави по-голямо отколкото за ниските честоти. Така се получават по-добри шумови съотношения и се използва пълноценно широчината на браздата и за високите честоти.
- Ако напрежението от такава грамофонна доза просто се усили и се подаде към високоговорител, звукът ще бъде дразнещо остър (писклив), т. е. високите честоти ще бъдат ненормално силни.

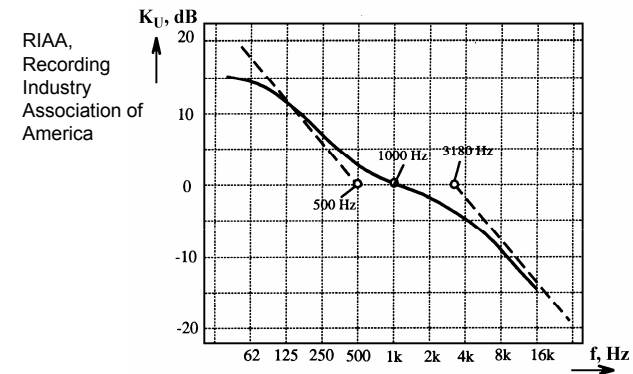
## Коригиращи предусилватели

- Следователно чрез коригиращите предусилватели (предусилвателите с честотни корекции) трябва да се противодейства на предварителната честотна промяна на сигнала по време на записа на плочата.
- Тъй като при динамичните системи изходното напрежение се увеличава с нарастване на честотата (при постоянно зададена сила на звука в оригиналния запис) и допълнително се повдигат високите честоти при нарязването на плочата, предусилвателите за магнитните и динамичните дози трябва да осъществяват много по-сериозна корекция отколкото тези за кристалните дози.

## Коригиращи предусилватели

- Честотната характеристика по време на запис на плочата обикновено се дефинира за три конкретни честоти. Това означава, че повдигането за тези честоти по време на нарязването на браздата е строго дефинирано и то трябва да бъде коригирано по време на възпроизвеждане.
- Честотите са: 50 Hz (3180  $\mu$ s), 500 Hz (318  $\mu$ s) и 3180 Hz (50  $\mu$ s).
- Коригиращият предусилвател трябва да осигурява не само линейно спадаща честотна характеристика, но и достатъчно стръмен наклон на характеристиката.

## Коригиращи предусилватели



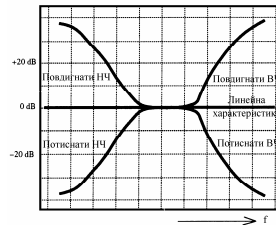
## Коригиращи предусилватели

- Една система с подвижна бобинка дава едва 1/50 от напрежението, което се получава при магнетодинамичните системи.
- Следователно при системите с подвижна бобинка най-напред е необходим предусилвател с коефициент на усилване 50.
- При толкова малки входни напрежения този предусилвател трябва да внася изключително малък собствен шум. За тази цел има разработени различни схемни решения - с лампи, с транзистори или с интегрални схеми.

## Hi-Fi запис и възпроизвеждане

- Звукоотнемащи системи
- Коригиращи предусилватели
- Тонкоректори и еквилайзери
- Високоговорители и тонколони
- Филтри
- Микрофони
- Грамофони
- Магнетофони
- Принципи при дигитализацията на аналогови сигнали
- CD и DVD

## АЧ характеристики на тонкоректор



## Еквилайзери

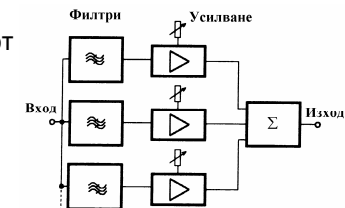
- Еквилайзерите са особена разновидност на тонкоректорите.
- С тяхна помощ честотната характеристика на целия усилвателен тракт може да бъде много по-фино настроена според индивидуалните предпочитания на слушателя.
- Два вида - графични и параметрични.

## Параметрични еквилайзери

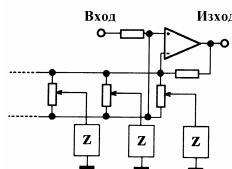
- Те са по-сложни (особено по-качествените), но при тях не са необходими толкова блокове колкото в графичните.
- Настройват се три параметъра:
  - Коефициентът на предаване  $k$ ,
  - Широчината на честотната лента  $\Delta f$ ,
  - Собствената честота  $f_0$ .
- Настройката на конкретна честотна характеристика е почти невъзможна без задълбочени познания, поради което параметрични еквилайзери рядко се вграждат в уредбите за масова употреба.

## Графични еквилайзери

- Стръмността и относителната ширина на честотната лента на филтрите зависят от конкретното изпълнение.
- Най-простият принцип:
  - Входният сигнал преминава едновременно през всичките лентови филтри, като всеки филтър естествено пропуска само специфичния за него честотен спектър.



## Графичен еквилайзер



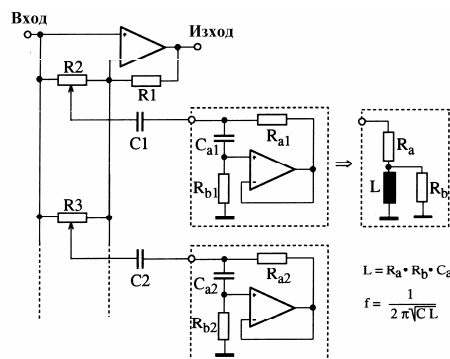
- Така филтрираните спектрални компоненти може да бъдат поотделно усилвани чрез следващите усилватели.
- Разходите ще нараснат значително, ако решим да разделим целия слухов обхват през терца (1/3 октава).
- Може чувствително да бъдат намалени, ако всеки филтър се включи във веригата на отрицателната обратна връзка на усилвател.

## Графичен еквилайзер

- По-нататъшно опростяване може да се постигне, ако филтрите се реализират чрез последователно свързване на кондензатор и т. нар. жиратор. Жираторът в този случай представлява една комбинация от елементи, чрез която се симулира индуктивност.
- Жираторите са оградени с прекъсната линия. Вдясно е показано комплексното съпротивление, което се замества от жиратора.

## Графичен еквилайзер

- Отделните филтри с жиратори се различават обикновено само по капацитетите на кондензаторите  $C_{a1}$ ,  $C_{a2}$ , ... и на кондензаторите  $C_1$ ,  $C_2$ , ... . Така се избягват разлики в качествения фактор, а оттам и в широчината на честотната лента.



## Графичен еквилайзер

- Чрез резистора  $R_a$  се задава качественият фактор на последователния трептящ кръг, образуван при последователното свързване на жиратора и съответния кондензатор ( $C_1$ ,  $C_2$  и т. н.).
- Този качествен фактор определя в крайна сметка относителната широчина на честотната лента на филтъра, докато средната честота се дефинира от симулираната индуктивност  $L$  и участващия в жиратора кондензатор).

## Ni-Fi запис и възпроизвеждане

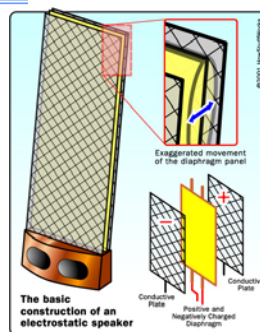
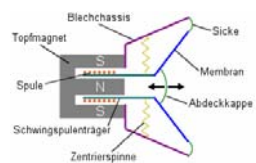
- ❑ Звукоотнемащи системи
- ❑ Коригиращи предусилватели
- ❑ Тонкоректори и еквилайзери
- ❑ Високоговорители и тонколони
- ❑ Филтри
- ❑ Микрофони
- ❑ Грамофони
- ❑ Магнетофони
- ❑ Принципи при дигитализацията на аналогови сигнали
- ❑ CD и DVD

## Високоговорители



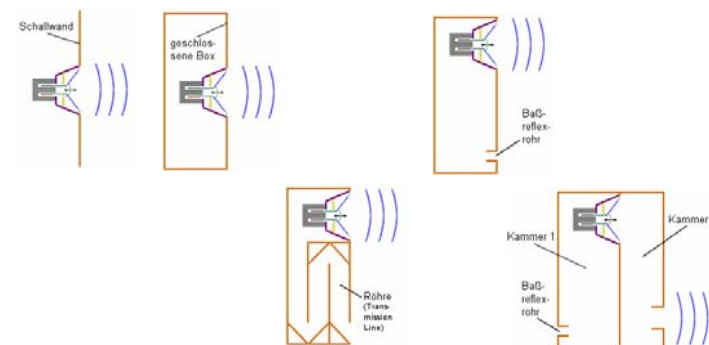
## Високоговорители

Електродинамичен принцип



Електростатичен принцип

## Озвучителни тела (тонколони)





## Тонколони

- ❑ Avalon (Opus ceramic)  
~ 20000 евро! за 2 броя



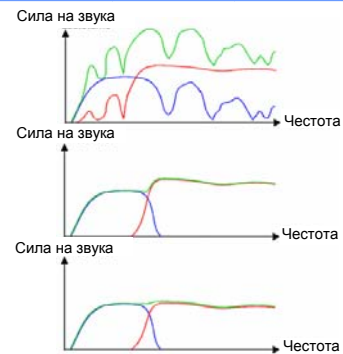
- ❑ Quad  
~ 5000 евро! за 2 броя



## Hi-Fi запис и възпроизвеждане

- ❑ *Звукоотнемащи системи*
- ❑ *Коригиращи предусилватели*
- ❑ *Тонкоректори и еквилайзери*
- ❑ *Високоговорители и тонколони*
- ❑ **Филтри**
  - ❑ Микрофони
  - ❑ Грамофони
  - ❑ Магнетофони
  - ❑ Принципи при дигитализацията на аналогови сигнали
  - ❑ CD и DVD

## Разделяне на честотния обхват



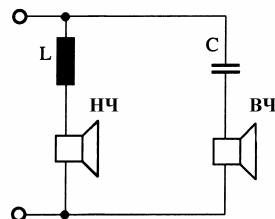
**Проблем:** унищожаване на честотата на разделяне на определени места – излъчва се от двата ВГ и се срещат вълни с обратни фази

## Пасивни разделителни филтри

- ❑ Разделителните филтри се реализират с LC звена, които се включват в изхода на усилвателя. Всеки пасивен разделителен филтър е точно съгласуван с конкретния високоговорител и следователно е нормално да се монтира вътре в тонколоната.
- ❑ Най-простият вариант е да се използват два високоговорителя и да се раздели честотният обхват на две. В този случай става дума за двулентова озвучителна система.
  - ниски честоти и средни/високи честоти
  - ниски/средни честоти и високи честоти

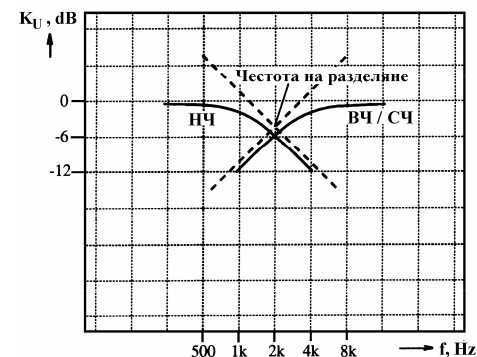
## Двулентов филтър

- Бобината L и кондензаторът C се оразмеряват в зависимост от т. нар. честота на разделяне.
- Принципът на действие е прост:
  - Бобината L не разрешава високите честоти да проникват към нискочестотния високоговорител;
  - Кондензаторът C спира достъпа на ниските честоти до високочестотния високоговорител.



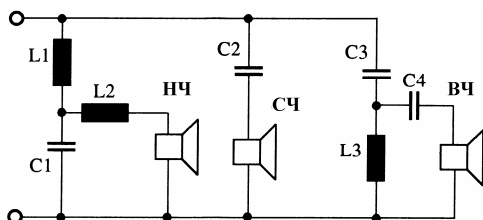
## АЧ характеристика

Честотата на разделяне може да има различна стойност, която зависи преди всичко от използваните високоговорители.



## Трилентов филтър

В този случай честотният спектър се разделя на ниски, средни и високи честоти.

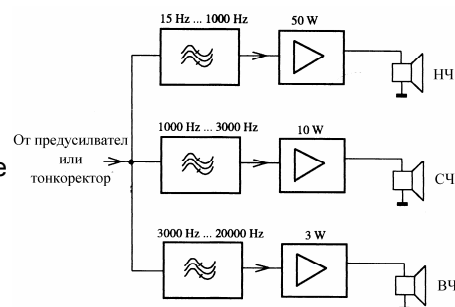


## Активни разделителни филтри

- Под активни разделителни филтри се разбира последователното свързване на лентови филтри и крайни усилватели.
- В този случай лентовият филтър обработва малки сигнали, тъй като не е свързан в изхода на мощния усилвател, а крайният усилвател трябва да усилва само сигнали от определен честотен обхват.

## Активни разделителни филтри

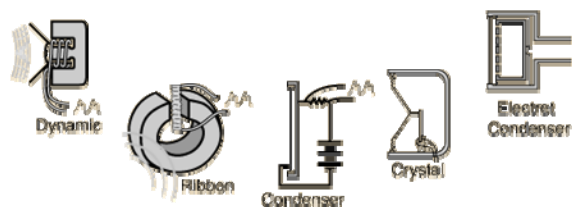
За областта на ниските честоти се предвижда се най-мощното крайно стъпало, а за обхвата на високите честоти - най-маломощното.



## Hi-Fi запис и възпроизвеждане

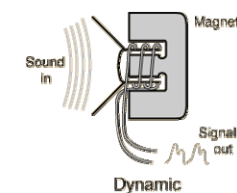
- ❑ *Звукоотнемащи системи*
- ❑ *Коригиращи предусилватели*
- ❑ *Тонкоректори и еквилайзери*
- ❑ *Високоговорители и тонколони*
- ❑ *Филтри*
- ❑ **Микрофони**
- ❑ Грамофони
- ❑ Магнетофони
- ❑ Принципи при дигитализацията на аналогови сигнали
- ❑ CD и DVD

## Микрофони - принципи



## Динамичен микрофон

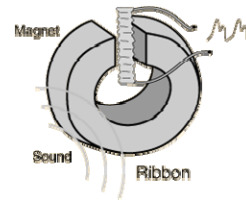
**Принцип:** звукът движи шпудлата с намотката в магнитното поле.  
 ⇒ В намотката се генерира напрежение, което е пропорционално на звуковото налягане.



## Лентов микрофон

**Принцип:** Движението на въздуха, вследствие на звуковите вълни, премества метална лентичка в магнитното поле

⇒ В изхода се генерира напрежение, което е пропорционално на скоростта на придвижване на лентичката.



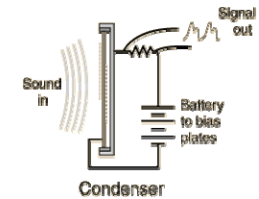
## Кондензаторен микрофон

**Принцип:** звуковото налягане променя разстоянието между тънката метална мембрана и неподвижната задна плоча.

⇒ Количеството електричество, до което се зареждат плочите е:

$$Q = CV = \frac{\epsilon(\text{Area of plate})(\text{voltage})}{(\text{plate spacing})}$$

където C е капацитетът, а V е напрежението на захранващата батерия.



## Ni-Fi запис и възпроизвеждане

- Звукоотнемащи системи
- Коригиращи предусилватели
- Тонкоректори и еквилайзери
- Високоговорители и тонколони
- Филтри
- Микрофони
- Грамофони
- Магнетофони
- Принципи при дигитализацията на аналогови сигнали
- CD и DVD

## Грамофон



Фонограф на Едисон



Различни цилиндри



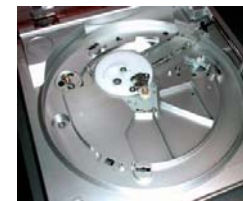
Екселсиор от Кьолн

## Грамoфон

- Victors gramophone  
(Victor....RCA Victor ....Sony BMG Music Entertainment )



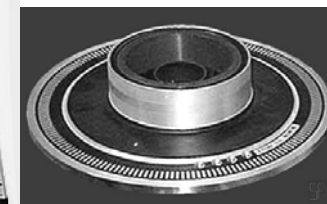
## Грамoфон (belt-drive)



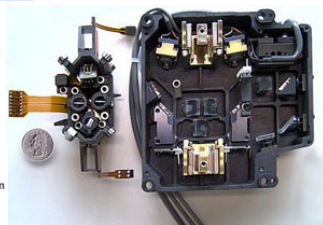
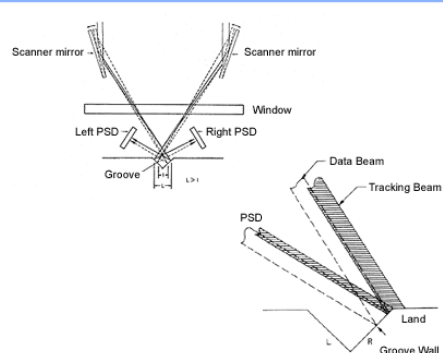
## Грамoфон (direct-drive)



## Грамoфон (direct-drive)



## Грамофон (лазерен)



## Грамофон (лазерен)

ELP announces a New Era for the Laser Turntable...



**PRICE REDUCTION**  
on  
**ALL LT Models**

## Грамофон (Recorder)

- Vestax VRX 2000



## Hi-Fi запис и възпроизвеждане

- Звукоотнемащи системи
- Коригиращи предусилватели
- Тонкоректори и еквилайзери
- Високоговорители и тонколони
- Филтри
- Микрофони
- Грамофони
- Магнетофони
- Принципи при дигитализацията на аналогови сигнали
- CD и DVD

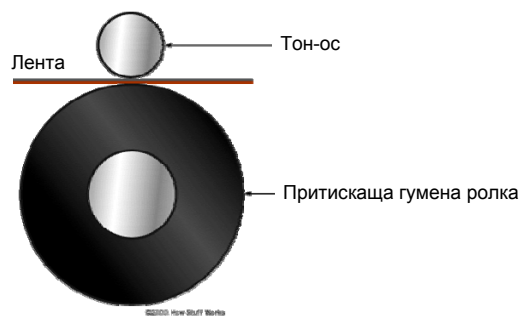
## Магнетофон



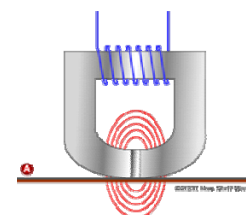
## Касетофон



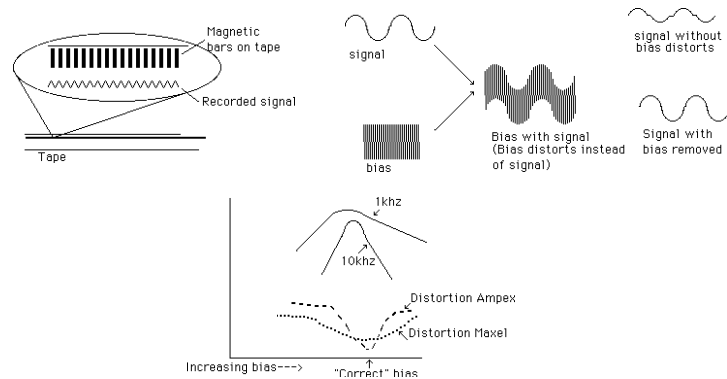
## Постоянна линейна скорост



## Запис и възпроизвеждане



## Намаляване на шума от лентата

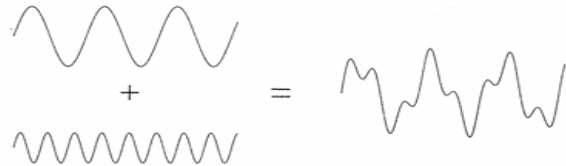


## Hi-Fi запис и възпроизвеждане

- ❑ Звукоотнемащи системи
- ❑ Коригиращи предусилватели
- ❑ Тонкоректори и еквилайзери
- ❑ Високоговорители и тонколони
- ❑ Филтри
- ❑ Микрофони
- ❑ Грамофони
- ❑ Магнетофони
- ❑ Принципи при дигитализацията на аналогови сигнали
- ❑ CD и DVD

## Комплексни трептения

- ❑ Тонове са периодични трептения. Непериодичните трептения предизвикват шум!
- ❑ Всеки тон може да бъде разложен в поредица от синусоидални трептения и обратно.
- Много малко тонове се състоят само от едно трептение.

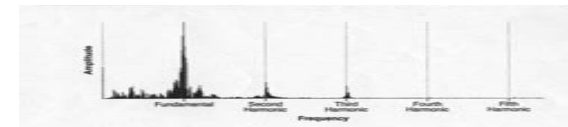


## Честотен спектър

- ❑ След като всеки тон може да се разложи на синусоиди с определени честоти, то съществува и честотен спектър, характеризиращ дадения тон.



- ❑ Височината на тона се определя от честотата с най-голяма амплитуда.



- ❑ Честотен спектър на реален инструмент



## Сила на звука и амплитуда

- Ние възприемаме тоновете с различна сила поради това, че звуковите вълни действат по различен начин върху ухото.
- Силата на трептенията се определя от тяхната амплитуда.
- Амплитудата на едно трептене определя силата на даден тон.
- Интензитетът на звука ( $I$ ) се дефинира като мощност/пощ.
- Нивото на интензитета на звука ( $L_I$ ) е логаритмична величина, която се определя по формулата:

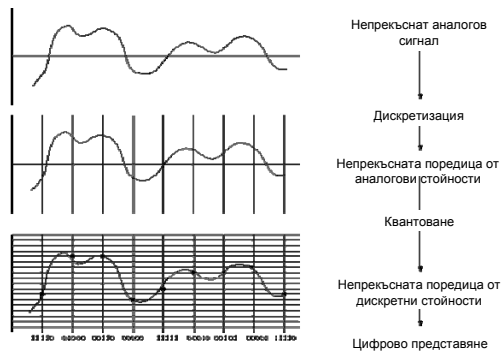
$$L_I = 10 \lg \frac{I}{I_0}, \text{ dB}$$

- където  $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$

## Дигитализация

- Преобразуването на аналогов сигнал в цифров сигнал включва два процеса:
- Дискретизация (Sampling)
  - Периодическо отчитане на стойности от аналоговия сигнал
- Квантоване
  - Закръгляването на получените точни стойности от аналоговия сигнал до най-близката от възможните цифрови стойности.

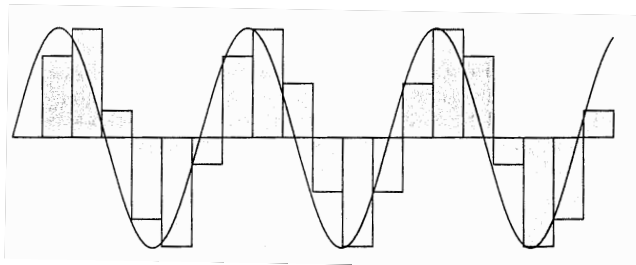
## Дигитализация



## Аналогов сигнал $\Rightarrow$ цифров сигнал

- Преобразуването се съпътства от два основни проблема, които спомагат за загубата на информация:
- Следващите една след друга дискретни стойности са през определен интервал. И този интервал е с точно определена широчина.
- Цифровите стойности са дискретни, т.е. те могат да имат само определени стойности.

## Аналогов сигнал $\Rightarrow$ цифров сигнал



Преобразуване на синусоиден сигнал в дискретни стойности

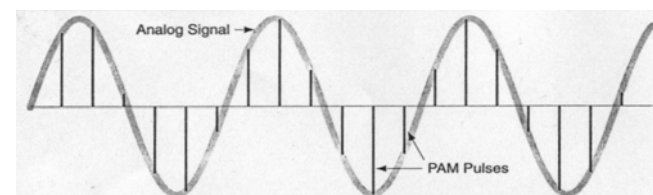
## Аналогов сигнал $\Rightarrow$ цифров сигнал

- Двата проблема определят и основната грешка при цифровите сигнали. Грешката може да бъде намалена като се намаляват интервалите на дискретизация, но никога не може да бъде премахната.
- Скоростта на процесора и паметта определят възможностите. Винаги се прави компромис, някои грешки може да се приемат за сметка на други, които е наложително да бъдат намалени.

## Техники при дигитализирането

- Амплитудно-импулсна модулация (PAM)
- Широчинно-импулсна модулация (PWM)
- Импулсно-кодова модулация (PCM)

## Амплитудно-импулсна модулация (PAM)

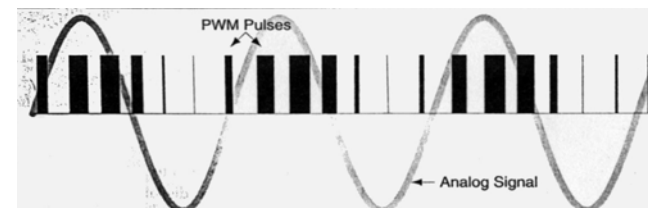


- Аналоговите сигнали се представят чрез последователни импулси, чиято амплитуда е пропорционална на силата на звука.

## PAM

- Основно предимство:
- Много лесно се преобразува аналоговия сигнал в PAM-сигнал, както и обратно.
- Поради това повечето АЦП и ЦАП използват PAM като междинно преобразуване.

## Широчинно-импулсна модулация (PWM)

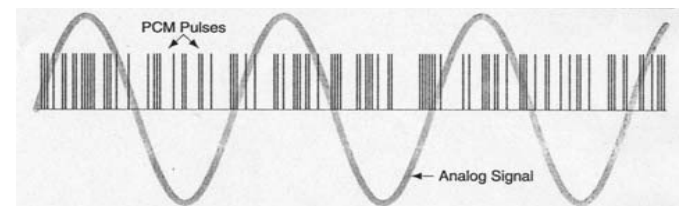


- Аналоговите сигнали се представят чрез последователни импулси, чиято ширина е пропорционална на силата на звука.

## PWM

- Предимство:
- Амплитудите на сигналите при транспортирането им по кабел или по радиото много често се променят. Затова се предпочита да се работи с PWM, тъй като тази модулация трудно се поддава на външни смущения.

## Импулсно-кодова модулация (PCM)



- Аналоговите сигнали се представят чрез последователни импулси, които отговарят на двоично кодирани данни на отделните отчетени стойности.

## Sampling

- Цифровите (дигитализирани) данни се характеризират чрез честотата на дискретизация (Sampling-Rate)
- Sampling-Rate:
  - Брой на отчетите/измерванията от аналоговия сигнал за секунда
- Примери:
  - Audio – CD: 44100 пъти / за секунда (44,1 kHz)
  - При телефонията: 8000 пъти / за секунда (8 kHz)

## Sampling

- Важни открития:
  - Harry Nyquist (1889 – 1976)
    - Един аналогов сигнал може точно да бъде представен, ако честотата на дискретизация е двойно по-висока от най-високата му честота.
  - Claude E. Shannon
    - През 1948/49 доказва математически, че това наистина е така
  - Владимир Котелников 1933, в съветската литература

## Sampling

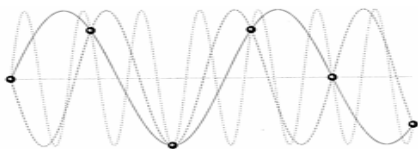
- Използвани термини ➔ Теорема за дискретизацията, Теорема на Шенан, Граница на Найкуист, (WKST)
- Ако честотата на дискретизация не е двойно по-висока от най-високата честота на сигнала се появяват странични ефекти:
  - Припокриване на честоти (Aliasing)
  - Шум от квантоването
  - Изкривявания (Clipping)

## Aliasing

- Пример:
  - Честотата на дискретизация при запис е 8 kHz
  - Границата на Найкуист е 4 kHz
- Ако се опитаме да запишем сигнал с честота 5 kHz, при възпроизвеждане ще се получи сигнал **само** с честота 3 kHz.
- Това е един от най-важните проблеми при работа с цифров звук!

## Aliasing

- Обяснение на проблема:
- Едни и същи цифрови отчети може да бъдат получени от много различни синусоиди.



- При възпроизвеждането ЦАП-ът може да не “избере”, сигналът който бихме искали.
- Той избира **винаги** сигнали с честота под границата на Найкуист.

## Шум от квантоването

- Квантоването е процес на закръгляване от точната аналогова към по-малко точната цифрова стойност.
- Цифровите данни се представят чрез дискретни стойности (8 Bit Integer или 16 Bit Integer)
- Оригиналните аналогови стойности обаче не са целочислени стойности.
- Шум от квантоването се нарича грешката, която възниква при закръгляването на стойностите.
- Тази грешка е случайна и се възприема като вид шум.

## Шум от квантоването

- От какво зависи силата на шума?
- Амплитудата на този шум определя основния шум.
- Колкото тя е по малка, толкова по-слаб е и шумът.
- Амплитудата намалява при използване на повече битове!

## Шум от квантоването

- Още по-важен е въпросът, колко е силен шума в сравнение с истинския тон.
- Отношение сигнал/шум или „signal-to-noise ratio“ (SNR )
- Колкото отношението е по-голямо, толкова по-добре.

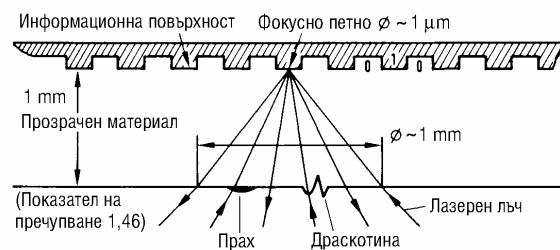
## Clipping

- В аналоговата техника:
  - Върховете на синусоидалните сигнали биват отрязани.
- В аналоговата техника:
  - Получава се при насищане!
- В цифровата техника:
  - Получава се при препълване на обхвата!

## Ni-Fi запис и възпроизвеждане

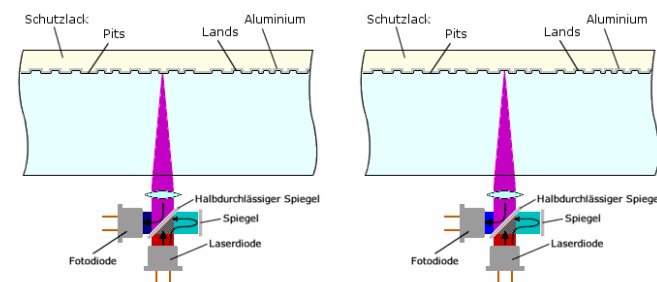
- *Звукоотнемащи системи*
- *Коригиращи предусилватели*
- *Тонкоректори и еквилайзери*
- *Високоговорители и тонколони*
- *Филтри*
- *Микрофони*
- *Грамофони*
- *Магнетофони*
- *Принципи при дигитализацията на аналогови сигнали*
- **CD и DVD**

## Принцип на възпроизвеждане



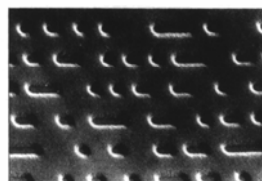
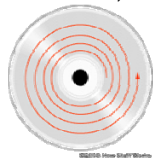
Възпроизвеждането не може да бъде повлияно от прах, отпечатыци от пръсти, а даже и от малки драскотини.

## Принцип на възпроизвеждане

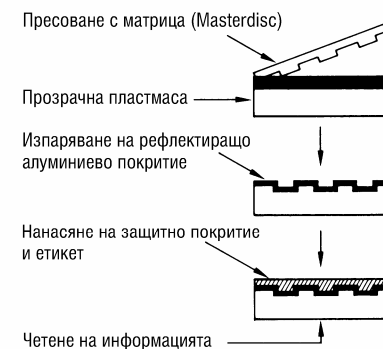


## Маркери (pits)

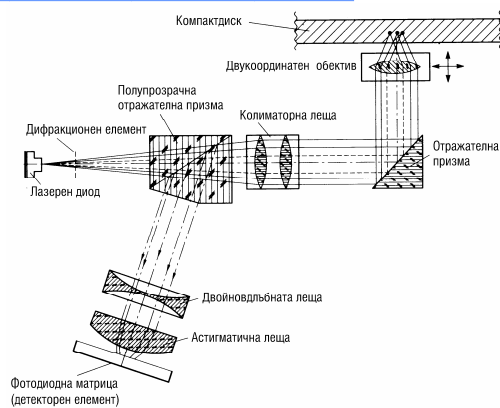
- Маркерите (вдлъбнатините) на информационната повърхност изглеждат като издутини, тъй като четенето с лазерния лъч се осъществява отдолу през прозрачния диск.
- дълбочина на маркерите -  $0,11 \mu\text{m}$  ( $\lambda/8$ );
- широчина -  $0,5 \mu\text{m}$ ;
- дължина - от  $0,83 \mu\text{m}$  до  $3,56 \mu\text{m}$



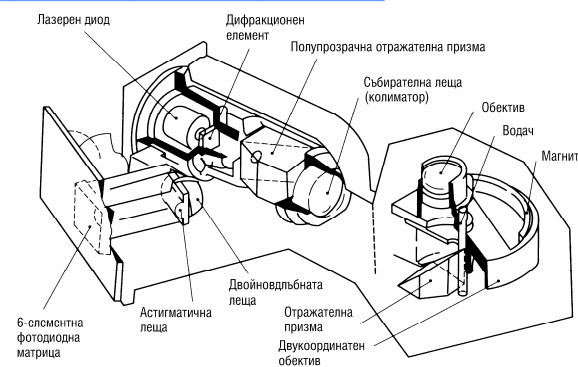
## Производство



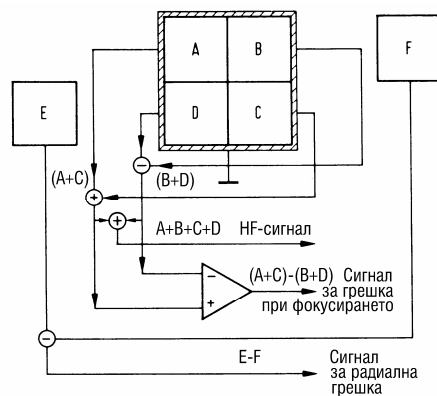
## Плоска оптична система



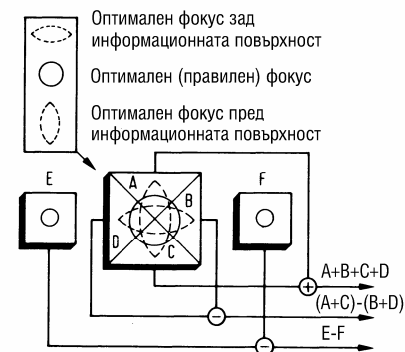
## Плоска оптична система



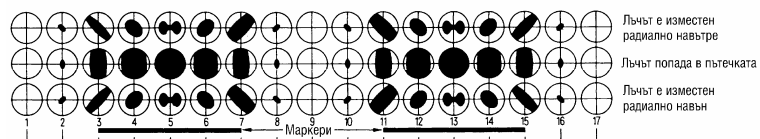
## Фотодиодна матрица от 6 диода



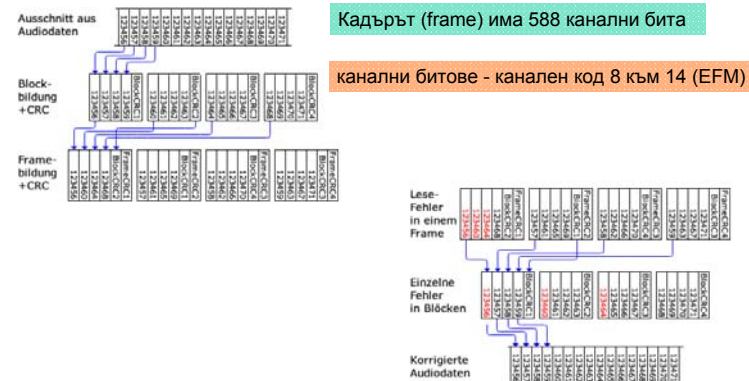
## Грешка при фокусирането



## Дифракционна картина

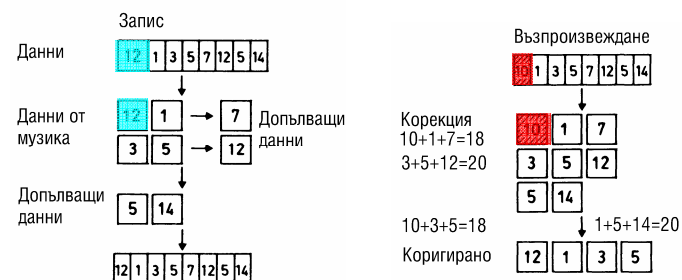


## Запис и четене на данни

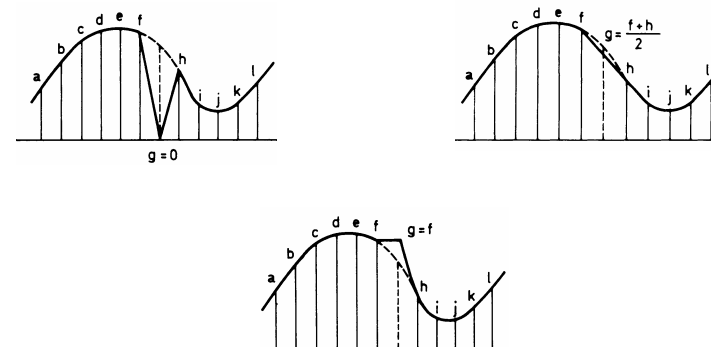




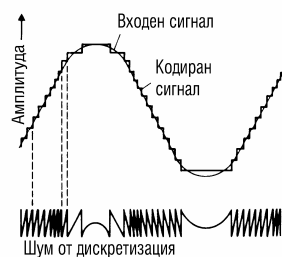
## Коригиране на грешки



## Отстраняване на грешките



## Статична грешка при кодирането



## DVD формати

- При дисковете с два слоя вътрешният слой се покрива с алуминий, а външният с полупрозрачен златен слой
- Работи се с два лъча, с различна дължина на вълната

Single-sided, single layer (4.7GB)



Single-sided, double layer (8.5GB)



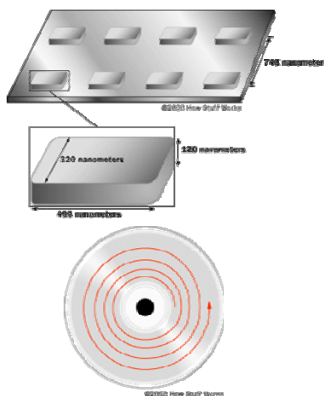
Double-sided, double layer (17GB)



©2000 Hewlett-Packard

## Маркери

- Разстоянието между пътеките е двойно по-малко
- Размерът на маркерите също е два пъти по-малък
- Вътрешният радиус на програмната зона е 24 mm вместо 25 mm (CD)

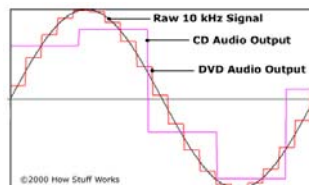


## Видове DVD

- DVD-ROM (произведен чрез пресоване – не подлежи на промяна)
- DVD-R (еднократно записваем диск) върху отразяващия слой има специален цветен слой, наречен "DYE". Ако при запис се загрее става непрозрачен
- DVD-RW (многократно записваем диск) слой за данни може да отразява или поглъща светлината в зависимост от това до каква степен е загрят при записа ⇒ **изстива по различен начин и има различна структура!**

## DVD audio

Specification Audio	CD Audio	DVD
Sampling Rate	44.1 kHz	192 kHz
Sampling Accuracy	16-bit	24-bit
Number of Possible Output Levels	65,536	16,777,216



## MP3

- MPEG** е акроним за **Moving Picture Experts Group**.
- Тази група разработва системи за компресия на видео данни, при което размерът на данните се намалява от 10 до 14 пъти.
- MPEG системата за компресия включва подсистема за компресиране на звук, наречена **MPEG audio Layer-3**.  
➤ Която е по-известна като **MP3**.

## Принцип на компресията

- Използват се недостатъците на човешкото ухо
- Дадени честоти се чуват по зле, други въобще не се чуват
- По-силният звук заглушава по слабия, ако се възпроизвеждат едновременно

