

ОСНОВИ АУДИО ТЕХНИКЕ

1. Увод

Дефиниција аудиотехнике

- **Аудиотехника - инжењерска област електротехнике која се бави снимањем и репродукцијом звука.**
- **У историјском смислу аудиотехника је произишла из електротехнике, и данас највећим својим делом она јесте електротехничка област у најширем смислу те речи.**
- **Упоредни развој технологије, са једне стране, и захтева слушалаца, односно крајњег корисника звучних информација, са друге, учинили су да је аудиотехника временом постала веома широка мултидисциплинарна инжењерска област која је повезала разнородне техничке и технолошке дисциплине окупљене око истих основних циљева.**

Историја аудиотехнике

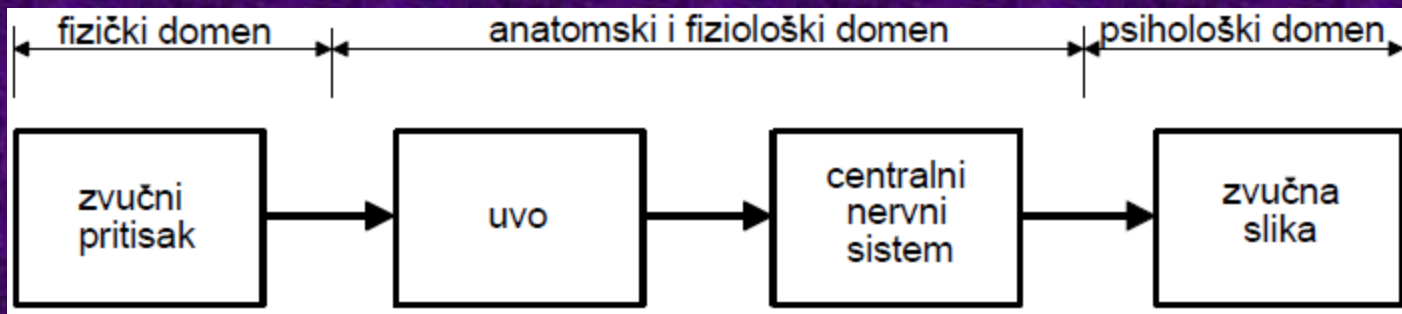
- Почетак аудиотехнике везује се за два блиска догађаја која су се одиграла крајем 19. века.
- **Грахам Бел** је **1876. године** патентирао телефон, справу која применом електрицитета може да пренесе звук на даљину.
- Основу проналаска чинио је први електроакустички претварач који је звучни притисак претварао у електрични сигнал и обрнуто.
- Годину дана касније, **1877. године**, **Томас Алва Едисон** пријавио је свој патент: механичко-акустички претварач за претварање модулације механичке бразде у чујан звук.
- Био је то први фонограф, претеча грамофона, који је записивао звук на воштаном цилиндру. На тај начин направљен је први звучни запис.
- У развоју поступака снимања звука свакако је значајна и појава звучног филма (1927. године).
- Тако настаје посебна грана развоја аудиотехнике која је пратила прво филмску, а касније телевизијску слику.
- Већ 1926. године појавио се електрични претварач за репродукцију записа са плоче, што неки аналитичари сматрају за први корак према каснијој репродукцију звука високе верности.

Историја аудиотехнике

- Прва комерцијална радио станица у свету почела са радом 2. новембра 1920. године.
- Потребе радио станица преко тржишта допринеле су развоју микрофона.
- Први кондензаторски микрофон направљен је 1917. године, а комерцијално је био доступан почетком двадесетих година.
- Једна од прекретница у историји аудиотехнике била је појава дигиталне технике и њено укључење у аудио токове.
- У лабораторијским условима први дигитални запис сигнала појавио се средином педесетих година, а 1961. године приказана је прва дигитална симулација реверберације уз помоћ рачунара.
- Експанзија ове технологије и појава дигиталних аудио снимака на тржишту везана је тек за крај седамдесетих и почетак осамдесетих година.
- Једна од најзначајнијих појава у серији дигиталних иновација је CD као систем записивања и оптичког читавања дигиталних сигнала.
- Идеја за систем записивања са "компакт диском" објављена је 1980. године, а одговарајући CD репродуктор 1982. године.
- Види се и неумитна интеграција до сада независних технологија аудиотехнике, рачунарске технике, телекомуникационе технике (телефоније) и видео технике у јединствену технологију производње и преноса слике и звука.

Појам звучне слике

- При слушању звукова у природном амбијенту у коме и настају, без обзира да ли је то концертна сала у којој се слуша музика, шума у којој се слушају звуци природе, обичан стан у коме се слуша радио и разговара са укућанима или неки други амбијент у коме постоји звучно поље, крајњи резултат перцепције коју остварује слушалац је један сложен утисак.
- Користи се израз "сензација", који означава све оно што чини одзив на побуду неког чула (дакле, овде је реч о чујној сензацији).
- У случају чула слуха сензација је састављена од мноштва примљених звучних информација.
- Механизам чула слуха служи као посредник, а сензација настаје у свести слушаоца и назива се "звучна слика".
- Аудиотехника има задатак даприменом одговарајућих технолошких средстава омогући слушаоцу формирање звучне слике жељених карактеристика.



Сл. 1.1: Блок шема места звучне слике у процесу слушања.

Проширење основног инжењерског задатка аудиотехнике

- Као инжењерска дисциплина, аудиотехника се бави преносом звучних информација на системском нивоу.
- Испод тог нивоа постоје уже, специјалистичке области које су се временом развијале и пратиле аудиотехнику на нивоу појединих веома уских тема и данас егизстирају готово као независне делатности.
- Ту спада, пре свега, аудио електроника, која се бави електронским колима и склоповима.
- Ужа област је и обрада аудио сигнала, која се бави алгоритмима за генерисање и обраду аудио сигнала.
- Временом су се јављале и друге, нове функције којима се бави аудиотехника, изван њеног главног задатка преноса звучних информација од извора до удаљеног слушаоца.
- Такав пример се може наћи у савременој музици, где се користе звукови који нису настали као резултат рада неког акустичког звучног извора, већ се генеришу у посебним уређајима.
- Формирана је једна нова област аудиотехнике која се бави генерисањем звучних информација у електричном домену (синтеза мизичких звукова).

Области живота у којима се користе аудио уређаји и системи

- Готово на сваком кораку у животу данас се може наићи на аудио уређаје или на елементе аудио система, при чему тамо где се они налазе могу имати разне функције.
- Глобалне групације делатности у којима је примена аудиотехнике су:
 - радиодифузни пренос звука,
 - информисање,
 - забава и
 - уметност.
- **Радиодифузија звука:**
 - Аудиотехника се, по својој дефиницији, бави аудио сигналом у његовом основном опсегу (baseband).
 - Под област аудиотехнике се може подвести све оно што се налази на почетку и на крају радиодифузног ланца преноса звука: од радијског или ТВ студија до модулятора предајника и од детекторског кола у радијском или ТВ пријемнику до слушаоца.
 - Област студијске технике у радиодифузији подразумева коришћење аудио уређаја, а бављење радиодифузијом као занатом укључује и потребу познавања основних чињеница из области аудио система.
 - Данас део преноса звука на даљину преузима интернет, па се ова област са аспекта аудиотехнике проширила.

Области живота у којима се користе аудио уређаји и системи

• Информисање:

- Примена аудиотехнике у информисању подразумева, пре свега, све информативне електронске медије у којима се информације саопштавају звуком.
- Најзначајнија примена аудиотехнике у домену информисања је у радију и телевизији.
- Постоје и друге врсте примене аудиотехнике у информисању. Један такав аспект представља примена система за озвучавање на станицама и аеродромима где се помоћу њих емитују говорне поруке.
- Слични технолошки системи могу се срести и по пословним зградама, где се повремено у свим просторијама емитују важна саопштења од општег значаја.
- Такође у многим околностима сирене за узбуђивање се, уместо као класичан механички систем, праве са електронским генератором сигнала, појачавачима и високоефикасним звучницима.

Области живота у којима се користе аудио уређаји и системи

• Забава:

- Аудиотехника у области забаве доминантно је ангажована у производњи музичких снимака, али је присутна у сфери разних игара, РС технологији у сегменту где она служи забави, у видео продукцији, у мултимедијима, итд.

• Уметност:

- Најочигледнија уметничка примена аудио уређаја и аудио система јесте у музици, али у сфери уметности постоје и друге врсте стваралаштва које се користе звуком, па су самим тим упућене на аудиотехнику.

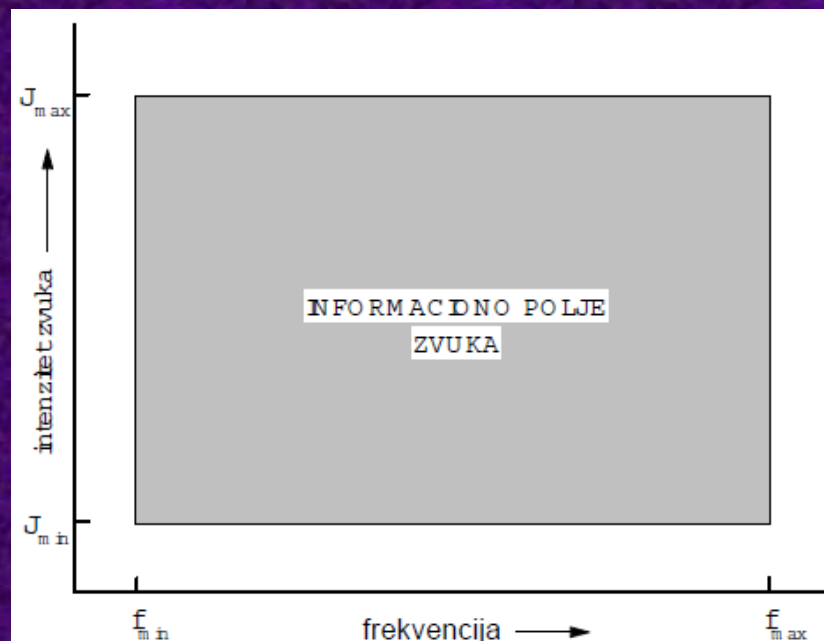
- Постоји категорија радиофонских дела (радио драме и сличне форме) где се креативност постиже искључиво звуком.

- У позоришту један сегмент изражавања је и дизајн звука, и тај појам обухвата све оно што чини звучне компоненте представе.

- У филмској уметности звучна слика је једна од битних компонената која делује на гледаоца. Перцепција слике и звука тешко се може раздвојити јер је њихов утицај на човека интегрисан.

Информационо поље звука

- Обим звучних информација значајних за човека одређен је могућностима чула слуха, односно његовим физиолошким карактеристикама.
- Чујно подручје на фреквенцијској оси номинално је ограничено доњом граничном фреквенцијом 20 Hz и горњом граничном фреквенцијом 20 kHz.
- Оно што се налази у границама могућности чула слуха утврђеним у дводимензионалном простору (фреквенција - интензитет звука) дефинише информационо поље звука.
- Количина информација коју уво може да прима представља дводимензионалну величину и дефинисана је величином правоугаоника са Сlike 1.2.



Сл. 1.2: Информационо поље звука.

Ниво сигнала као мера динамичког опсега

- Уво као пријемних има логаритамску карактеристику одзива на интензитет побуде.
- Пошто се чуло слуха налази на крају сваког аудио система, постоји потреба да се уместо линеарне скале величине сигнала у представи информационог поља уводе одговарајућа логаритамска скала.
- За исказивање величине сигнала у звучном пољу уведен је појам **нивоа звука L** , изражен у **децибелима**.

$$L = 10 \log \frac{p^2}{p_{ref}^2} [dB]$$

$$p_{ref} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$$

- Ниво звука је, по дефиницији је где је **p** ефективна вредност притиска, а **p_{ref}** референтна вредност.
- Када је аудио сигнал представљен напоном одговарајући ниво је, по дефиницији:

$$20 \log \frac{V}{V_{ref}} [dB]$$

где је **V** ефективна вредност аудио сигнала а **V_{ref}** усвојена референтна вредност напона.

- Ако је сигнал представљен снагом, онда је:

$$10 \log \frac{P}{P_{ref}} [dB]$$

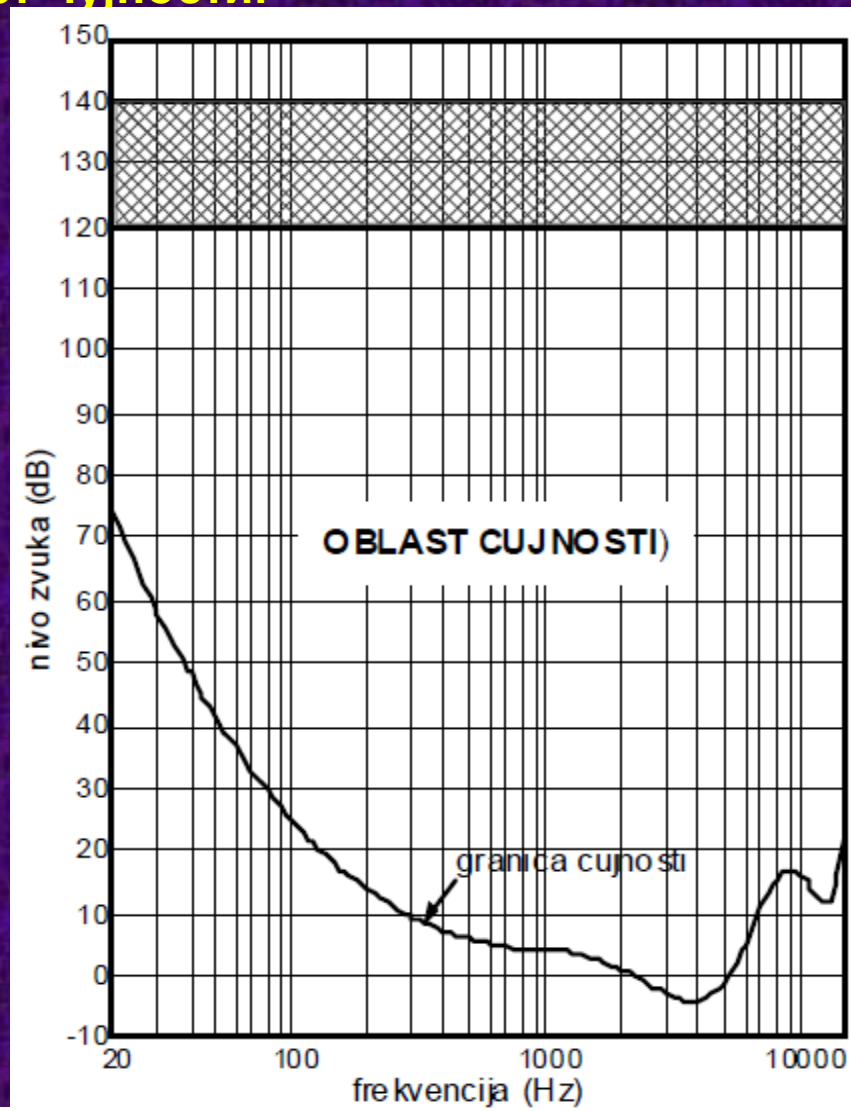
где је **P** тренутна вредност снаге сигнала а **P_{ref}** усвојена референтна вредност снаге.

- Из дефиниције је јасно да ниво чија је вредност **0 dB** одговара сигналу који је једнак усвојеној референтној вредности **V_{ref}** односно **P_{ref}** .

Дијаграм области чујности

- Физичке границе могућности перцепције чула слуха приказују се дводимензионалним дијаграмом који је приказан на Слици 1.3.
- Означена површина се назива област чујности.

Сл. 1.3: Област чујности здравог људског ува



Дијаграм области чујности

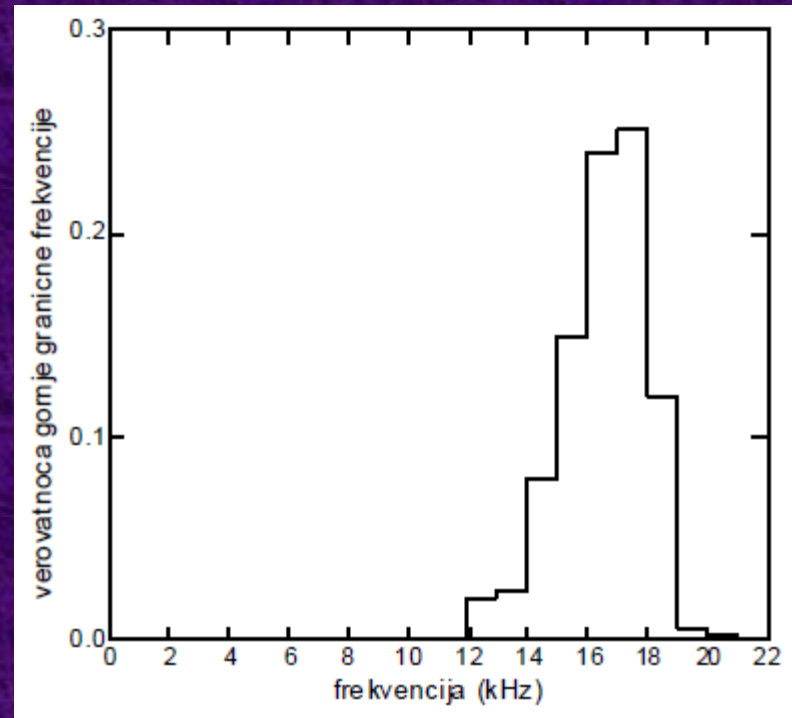
- Са слике се види да је разлика у нивоу звука који одговара границама чујности на 20 Hz и 1 kHz око 70 dB.
- Област чујности површина у равни фреквенција - ниво звука јасно је ограничена са своје десне, доње и леве стране.
- Горња граница не постоји у геометријском смислу. Зато је у тој зони уведен појас означен шрафуром.
- У горњем делу границе чујности разликују се **граница непријатности** (при нивоу звука од око 120 dB) и **граница бола** (око 140 dB).
- То је зона веома велике звучне побуде при којој се јављају велике амплитуде осциловања свих помичних делова (бубна опна, слушне кошчице, овални прозор, базиларна мембрана, округли прозор).
- Прекорачењем границе бола настаје ризик механичких оштећења на помичним деловима и њиховим спојевима, пре свега у зони средњег уха.
- У литератури се наводи да је ниво звука око **150 dB** граница када долази до механичких оштећења бубне опне и других нежних покретних делова слушног механизма.

Граничне фреквенције чујног опсега

- Као и све друго што се односи на чуло слуха, и номиналне границе чујног опсега нису константе на начин како се у техници уобичајено схвата појам константе.
- Увек постоје варијације свих вредности код исте особе, у зависности од стања организма, као и разлике од особе до особе.
- Зато све нумеричке вредности којима се показују перформансе чула слуха могу се дефинисати само као статистички показатељи, односно вероватноћом појављивања.
- Са слике 1.4 може се закључити да се теоријски оптималне вредности нивоа, када се достижу максималне способности уха, налазе у интервалу нивоа звука 80-90 dB.
- При нижим нивоима ширина фреквенцијског опсега чујности се сужава, пре свега са доње стране, због облика криве границе чујности.
- При нивоима звука нижим од 70 dB фреквенцијски опсег чула слуха више није 20-20.000 Hz, већ је ужи.

Граничне фреквенције чујног опсега

Сл. 1.4: Расподела вероватноће вредности горње граничне фреквенције чула слуха код здраве популације



- Види се да највише људи чује до 17-18 kHz (односно највећа је вероватноћа да човек ма ту вредност границе).
- Исти дијаграм показује да око 99% особа има границу до 20 kHz.
- Облик криве са слике такође показује да постоје и малобројне особе које могу чути фреквенције које су изнад 20 kHz.