

Audiofrekvenciás jel továbbítása optikai úton

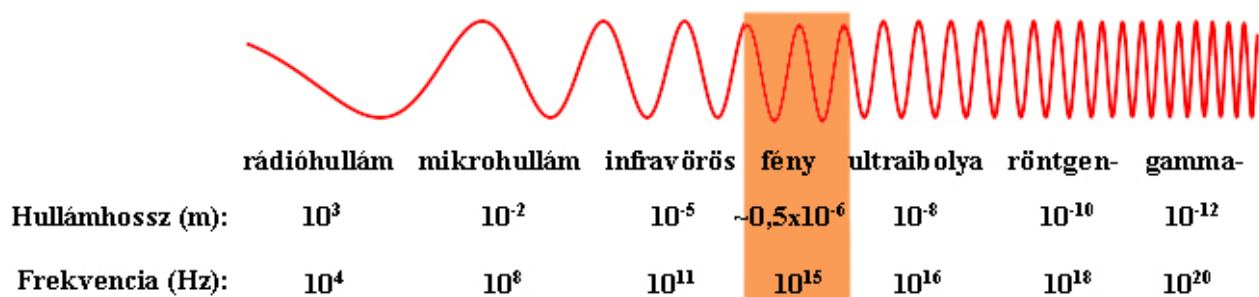
Mechanikai rezgések. Hanghullámok. Elektromágneses rezgések.

Rezgésnek nevezünk minden olyan állapotváltozást, amely időben valamilyen ismétlődést mutat. A mechanikai rezgések során ez a periódikus változás a test helyzetét leíró koordináta változásában nyilvánul meg. A hangtan a 20 Hz és 20 kHz közötti hallható mechanikai hullámok keltésével, terjedésével, hangfelfogó rendszerekkel, hanghullámok leírásával foglalkozik. A hangokat jellemezhetjük hullámtanilag (amplitúdó, frekvencia, hullámhossz, terjedési sebesség, hangszín megadásával) illetve osztályozhatjuk: zenei hangok, zörejek és dőrejek. A 20 Hz-ig terjedő frekvenciájú hangokat infra-, míg a 20 kHz feletti frekvenciájú hangokat ultrahangoknak nevezzük. A hanghullámok keltésének helye a hangforrás, feladata, hogy a közeg részecskéit periódikusan rezgesse és a hullámnak energiát biztosítson. A hangot vezető közeg lehet szilárd, cseppfolyós illetve gáz halmazállapotú. Csak a szilárd testekben lehet transzverzális hullámokat kelteni, de bármely halmazállapotú anyagban létrehozhatunk longitudinális hullámokat.

A receptor lényege a rezgések felfogása és dekódolása a rendszer számára érthető „nyelvre”, mint ahogy a fül hangérzetté alakítja a levegőben terjedő longitudinális hullámokat.

A kísérlet célja a hanghullám terjedési formájának megváltozása: elektromágneses hullámmá való „kódolása”, az újonnan keltett hullám továbbítása, valamint újra hangjellé alakítása, majd az alakhűség vizsgálata.

Elektromágneses rezgésnek nevezzük az elektromos térerősség és a mágneses indukció rezgésjellegű változásait. Ezeket a hullámokat osztályozhatjuk:



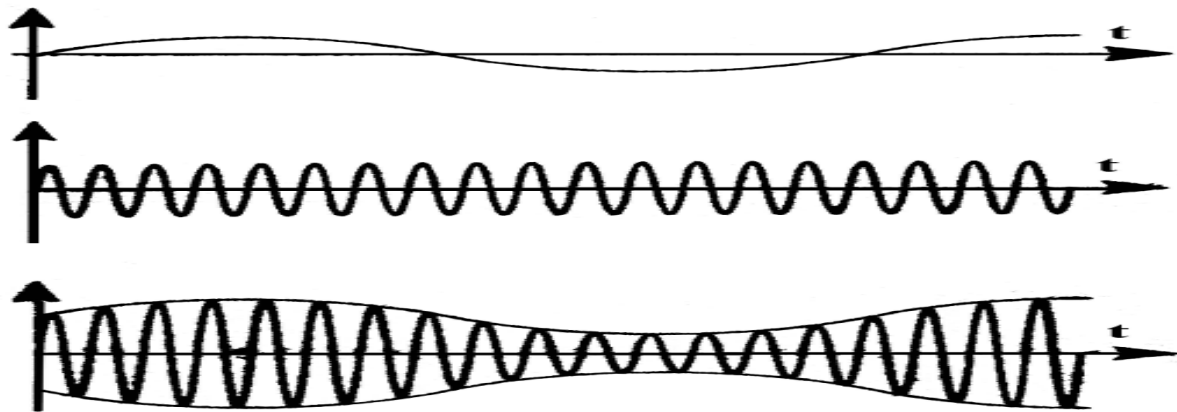
Az audio jelet egy elektromágneses hordozóhullám segítségével lehet továbbítani. Az audiojel lekódolása, továbbítása és dekódolása az elsődleges cél. A hordozóhullám amplitúdóját vagy a frekvenciáját lenne előnyös változtatni a bemenő jel függvényében, ezek változásával információt tudunk továbbítani. Ezt amplitúdó- vagy frekvenciamodulációnak nevezzük.

Amplitúdó moduláció

A művelet olyan, mintha a hangfrekvenciás rezgéseket ráültetnénk a nagyfrekvenciás rezgésekre.

Az audiofrekvenciás jel ritmusában változik a nagyfrekvenciás rezgés amplitúdója. Az audiofrekvencia egy kicsi frekvencia, míg a lézersugár által kibocsátott fénynek a frekvenciája igen nagy. A két hullámot egymásra téve kapunk egy olyan nagyfrekvenciás jelet aminek az amplitúdója hordozza az értékes információt, azaz a hangfrekvenciás jelet.

A kódolt jel nem más, mint a lézersugár által kibocsátott fény erőssége, ez pedig függ a lézerre jutó feszültség értékétől. A bemeneti jel is egy feszültségjel, ezzel könnyen szabályozható a lézer táplálása.



~Amplitúdó moduláció~

Létrehozva egy nagyon egyszerű eszközt könnyen modulálhatóvá válik a hangfrekvencia.

A kísérleti eszköz fizikai felépítése:

1. Adó

- o Audio jel bemenet (egy MP3 lejátszó)
- o Lézer, 630~680nm vörös lézersugár, jobb és bal csatornának.
- o BC547 tranzisztor x2
- o 100uF kondenzátor x2
- o 0 – 500Ω változtatható ellenállás x2
- o tápegység (4V = 3*1,34V akkumulátorok)

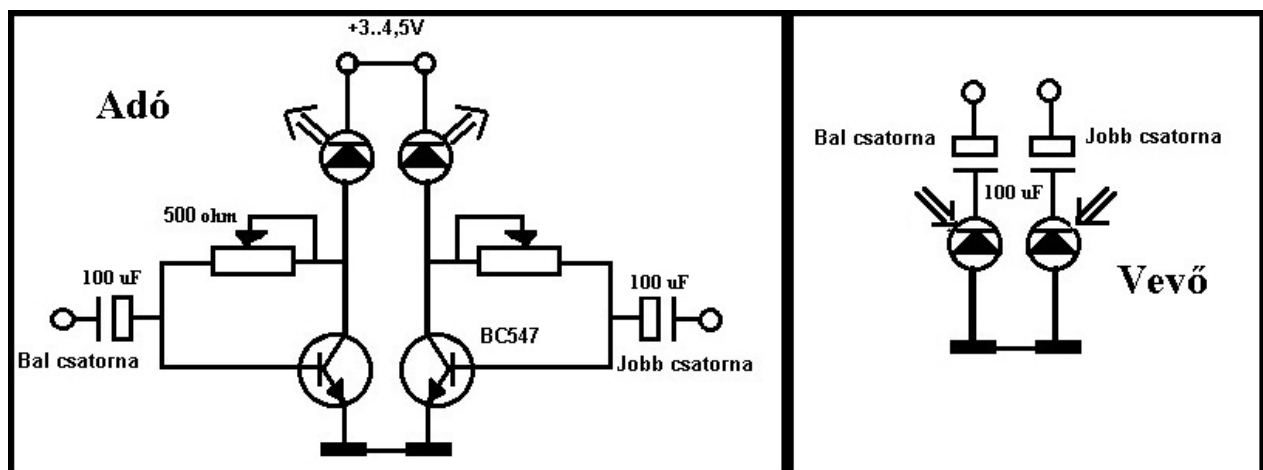
2. Vevő

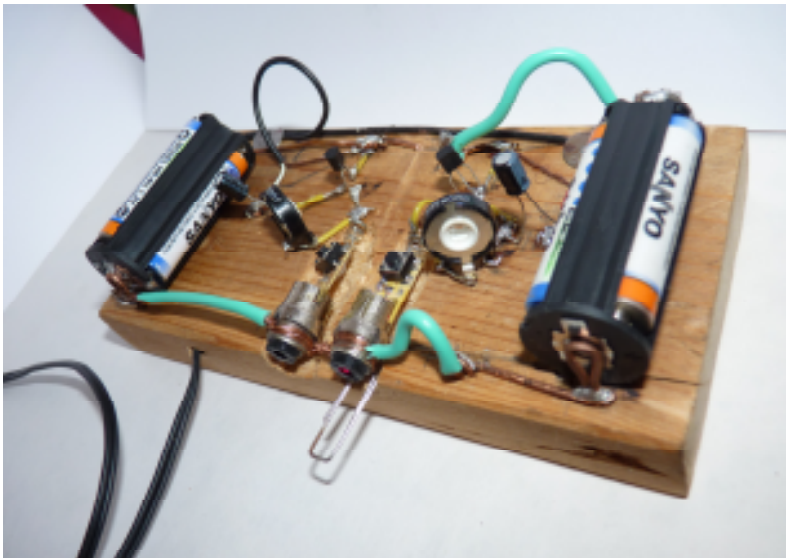
- o Fotodióda
- o 100uF kondenzátorok
- o Audio jel kimenet (egy laptop hangkártyabemenetelére továbbítva).

A kísérleti eszköz működési elve

A lézerre eső feszültséget egy tranzisztor segítségével szabályozzuk, így a generált sugár erőssége változik. A tranzisztor bázisára jutó feszültség egy része a bemeneteli jelről érkezik egy leválasztó kondenzátor segítségével: ahogy változik a bemeneteli jel, változik a fő áramkörben a feszültség, tehát változik sugár erőssége is, így az adó kimeneteli „jele” is változik. A lézersugár erősségének változása miatt különböző feszültség generálódik a fotodiódán. Ezt a változó nagyságú feszültséget egy kondenzátoron keresztül ha bevezetjük a hangkártya bemenetelébe hangot hallhatunk.

A kész szerkezet.





~Az adó~

~A vevő~



~Működés közben~

Legelőször csak 10 cm-es távolságban lett tesztelve az eszköz, majd mind távolabb és távolabb...

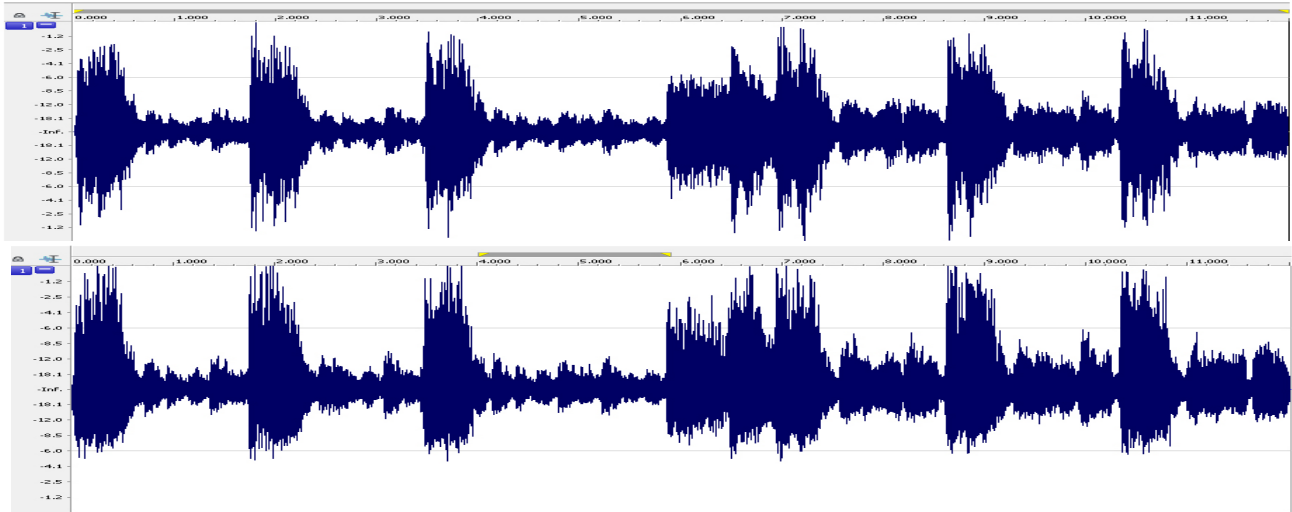
A szerkezettel sikerült több mint 30 m távolságba sugározni egy tiszta jelet. Nagy hátrány volt a keskeny lézernyaláb ráirányítása a fotodiódára, illetve a két sugár párhuzamosságát megőrizni. Az olcsó lézermutató sugarának keresztmetszete kis távolságon pont, de már 30m-en a keresztmetszet sugara már 1-2 cm. Ez sajnos megint elvesztéshez vezetett, mivel a dióda átmérője 5 mm és csak a ráeső fénysugarat dekódolja.

Magasabb szintű technológiával viszont mindez megoldható.

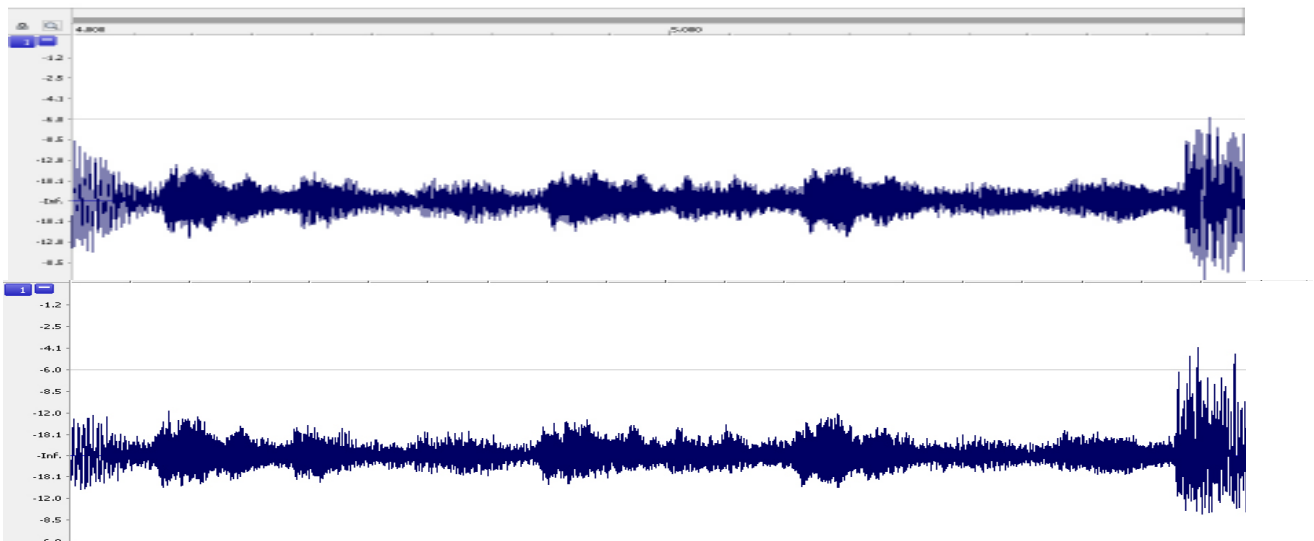
Az alakhűség.

A sugárzás egyik alapvető feltétele az alakhűség illetve a frekvencia hűség frekvenciamodulálás esetén. Vizsgálatára softweres programot használhatunk, ábrázoljuk a kisugárzott sugarat és a fogadott sugarat, majd összehasonlítjuk őket. A program a hangjel pillanatnyi erősségét ábrázolja az idő függvényében. A függőleges tengelyen dB-ben megadott erősség, míg a vízszintes tengelyen az idő látható.

Az eredeti adás egy 12 másodperces felvétel melyet egy program segítségével ábrázolni lehet (felső), majd ugyanezzel a programmal ábrázoltuk a továbbított audio-frekvenciás, immár dekódolt jel alakját (alsó ábra).



A jel viszonylag azonos, nem mutat nagy eltéréseket, ezek emberi füllel nem is érzékelhetőek. Kinagyítva egy kisebb időintervallumot (2 másodperc) beláthatjuk, hogy alig tér el a továbbított jel a sugározott audiofrekvenciás jeltől. (az eredeti felül, a modulált jel alol látható.)



Az alkalmazás előnyei:

- Nagy távolságra lehet sugározni minimális veszteséggel és nagy sebességgel.
- Egyszerű megépítés és kezelés.
- Kompakt továbbítás. Optikai szálban nagyon jól szállítható. Többféle színű lézerrel lehet egyazon optikai szálban továbbítani a jeleket, majd különböző hullámhosszra érzékeny fotodiódával lehet szétválasztani őket, így nagyon sok „szín” hullámhosszára lehet kódolni. Nem interferálnak a különböző „színek” egymással.

Az alkalmazás hátrányai:

- Optikai kábel nélkül direkt rálátás szükséges az adó és a vevő között.
- Az időjárás nagyban befolyásolja a lézersugár szóródását. Eső esetén a vízcseppek prizmaként szétszórhatják a sugarat.
- Nagyon jó centrálás szükséges mivel vékony a lézernyaláb. Több párhuzamos lézernél pedig a párhuzamosság megtartása fontos a sugármenet minden pontjában.

Gyakorlati alkalmazása a módszernek.

Ezt a fajta távközlési módszert lehet alkalmazni műholdak közötti kapcsolatteremtésre. Előnyük abban rejlik, hogy nem zavarja az adást az időjárás, van direkt rálátás a vevőre. Pontos pályán haladnak, így a sugárnyaláb centrálása is megoldott probléma. A geostacionárius műholdak közötti kapcsolat kialakítása a legegyszerűbb, két időben állandó relatív helyzetben álló műhold, így mindig ugyanabban a szögben kell sugározni.

Másik alkalmazása lehet a kémtechnológiában. Az emberek beszélgetése egy zárt helységben megrezgeti az ablakokat. Ezeket megfelelő szögben megvilágítva a lézersugarat visszaverik a vevőre, így dekódolható az elhangzott beszéd.

Könyvészet :

- Fizika tankönyv a XI. osztály számára (F1) – Tellmann Jenő, Darvay Béla, Kovács Zoltán
- <http://hu.wikipedia.org/wiki/Hang>
- http://hu.wikipedia.org/wiki/Elektrom%C3%A1gneses_hull%C3%A1m
- A Tudás Fája –
 - o A fény
 - o A rádió

Készítette:

Gyéresi Hunor-András, XI.H osztályos tanuló
Bolyai Farkas Elméleti Líceum
2011-05-23.