

3.11. Rádió adás és rádió vétel

3.11.1. Alapfogalmak

Rádióösszeköttetés

A rádióösszeköttetés az adó- és a vevőállomás közötti *vezeték nélküli* jelátvitelt jelent. (Az átvitt jel lehet távirójel, hang, állókép, mozgókép, digitális adatjel, stb., a lényeg az átvitel *vezeték nélküli* jellege.) A rádiózás egyik alapvető célja a beszéd, zene, azaz *hangok* átvitele, ezért elsőként a hang tulajdonságait foglaljuk össze.

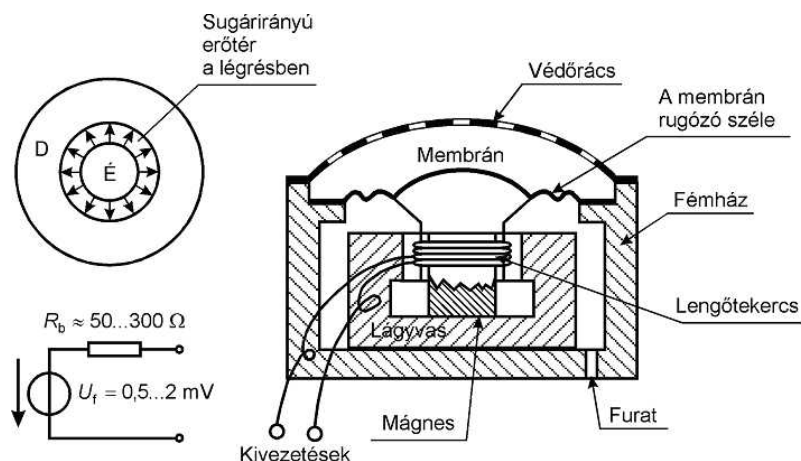
A hang és jellemzői

A hang egy hangforrás (húr, membrán, emberi hangszál) rezgéseként jön létre. Ez a rezgés a környező levegőben nyomáshullámokat kelt, melyek (levegőben, 20°C hőmérsékleten) 340 m/s sebességgel terjednek. A levegő nyomáshulláma a fülbe jutva rezgésbe hozza a dobhártyát, a fül szervei ezt a rezgést alakítják hallható hanggá.

A hang jellemzői:

- Frekvenciája (másodpercenkénti rezgésszáma), ez határozza meg a hang „magasságát”. A hallható hangok frekvenciatartománya kb. 16...16000 Hz (idősebb korban a magasabb hangokat már nem halljuk).
- Hullámhossza: a levegőben ez a kialakult nyomáshullám egy teljes periódusának a hossza. Mivel a hang a levegőben $v=340\text{m/s}$ sebességgel terjed, és az 1 s alatt lezajló periódusok számát f frekvencia adja meg, egy hullám hosszát a $\lambda = v/f$ összefüggésből határozhatjuk meg.
- A hangerősség, mely a hang nyomásváltozásainak nagyságától függ. A tapasztalat szerint a fülben 10-szer, 100-szor, 1000-szer nagyobb hangnyomásra nem keletkezik ugyanannyiszor erősebb hangérzet, hanem kb. logaritmikusan erősödő hang létesít a fülben arányosan erősödő hangérzetet. Ha a hang intenzitását az 1000 Hz-es hang meghallásához szükséges minimális hangintenzitáshoz (10^{-12} W/m^2) viszonyítják, az intenzitás logaritmikusan számított mértékegysége a *phon*. (Hallásküszöb: 0 phon, suttogás: 20 phon, csendes beszélgetés: 50 phon, forgalmas utca: 68 phon, nagyongora, max. hangerő: 90 phon, nagyzenekar: 104 phon, fájdalomküszöb - az ilyen erős hang már fájdalomérzetet okoz - : 130 phon.)
- a hangszín, amely attól függ, hogy a rezgésben az alapharmonikus frekvencián kívül milyen harmonikusok vannak jelen, és milyen arányban. Ez teszi megkülönböztethetővé pl. az azonos magasságú, de különböző hangszerekből származó hangokat.

A levegő nyomáshullámait *mikrofonnal* alakítják villamos jellé (a pillanatnyi hangnyomással arányos váltakozófeszültséggé), és így dolgozzák fel. A talán leggyakrabban alkalmazott, ún. dinamikus mikrofon működését az 1. ábra mutatja.



1. ábra

Mint az ábra bal felső részén látható, a kialakított mágneses kör északi pólusa a középső henger, amelyet egy légrés, majd a déli pólus körgyűrűje vesz körül. A légrésben megközelítőleg minden irányban azonos az indukció.

A légrésbe nyúlik be a membránhoz erősített lengőtekercs, melynek kivezetései képezik a mikrofon elektromos kimenetét. A merev membrán körkörösen rugalmasan van a mikrofon dobozához rögzítve. A doboz furatán keresztül a belső légnyomás csak lassan veszi fel a külső légnyomás átlagos értékét.

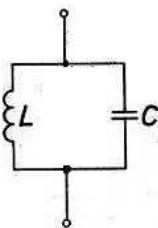
Ha a membrán külső oldalára hang (azaz a levegő nyomáshulláma) hat, a membrán a hangnyomás változásának megfelelően rezgésbe jön, és vele rezeg a mágneses kör légrésében elhelyezkedő lengőtekercs. Az indukciós vonalakat metsző tekercsben indukálódó váltakozó feszültség amplitúdója a hangintenzitással arányos, frekvenciája megegyezik a hang frekvenciájával.

Szokásos hangerőnél a kimenő feszültség néhány mV amplitúdójú, a lengő tekercs ellenállása néhány száz Ω .

Antenna, elektromágneses hullámok

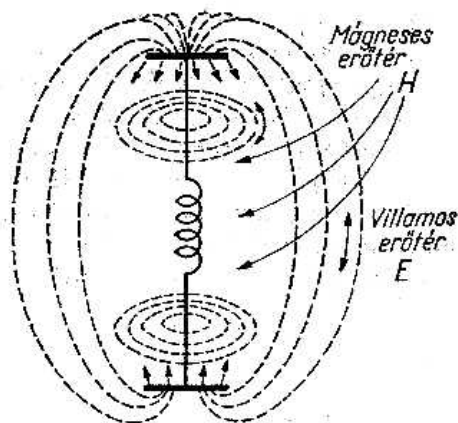
A 3.3 és 3.4. fejezetekben láttuk, hogy a nyugvó elektromos töltések villamos teret, az állandó sebességgel, egy irányban haladó töltések (= egyenáram) mágneses teret hoznak létre. A gyorsuló (sebességük nagyságát ill. irányát változtató) töltések (= váltakozóáram) pedig elektromágneses teret létesítenek, azaz olyan teret, amelynek villamos és mágneses komponense is van.

A rezgőkörben ilyen elektromágneses tér jön létre. A zárt rezgőkörben (2. ábra) az erőterek szóródása, így kisugárzása kicsiny.



2. ábra

Ha a kondenzátor lemezeit egymástól eltávolítjuk (3. ábra), nyitott rezgőkör jön létre, amely szintén rezgőképes, de az erővonalak a rezgőkörből kiléphetnek, és mint elektromágneses hullámok, (vákuumban vagy a levegőben) közel a fény sebességével terjednek, elektromágneses teret hozva létre.

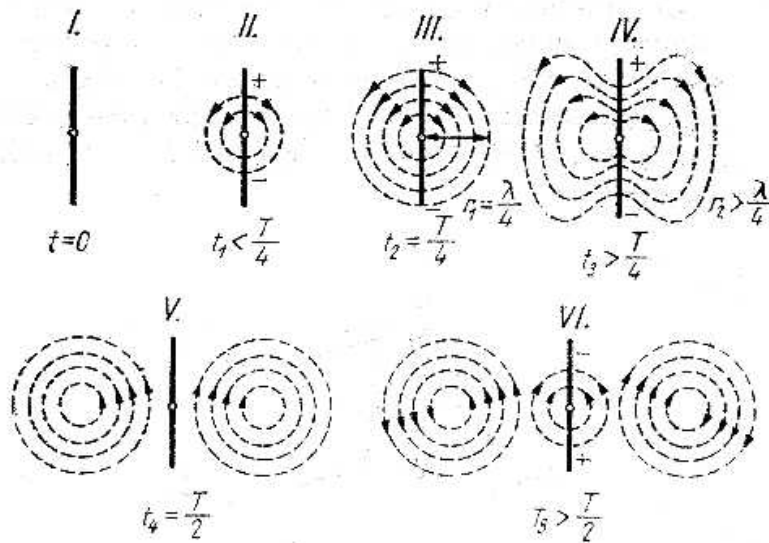


3. ábra

A nyitott rezgőkört antennának nevezik. A 4. ábrán látható (ún. dipól) antennáról az elektromágneses hullámok a következő módon szakadnak le:

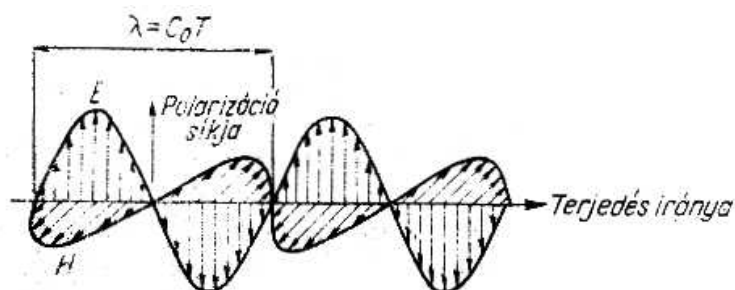
A kiinduláskor ($t=0$) az antenna ágai által képzett kondenzátor töltetlen. Ha a kialakuló rezgés periódusideje T , a rezgés következő fázisában ($t_1 < T/4$) a felső ág pozitív, az alsó ág negatív töltést nyer. A kialakuló villamos erőter felülről lefelé mutat. A töltés maximális értékét $t_2 = T/4$ időpontban éri el. Ez után a töltés csökkenni kezd ($t_3 > T/4$), a kialakuló erővonalak összehúzódnak. A töltés megszűnésekor ($t_4 = T/2$) az

erővonalak kapcsolata az antennával megszűnik, önálló zárt kört alkotnak. Amikor pedig $T_5 > T/2$ időpontban megkezdődik az antenna ágainak ellenkező polaritású töltődése, a keletkező erőter a leszakadt erőtereket eltaszítja, és azok a fény sebességével távolodnak.



4. ábra

A villamos erőterrel egyidejűleg mágneses erőter is kialakul, amely ugyanúgy változik és hagyja el az antennát, de síkja merőleges a villamos erőter síkjára. Így a kisugárzott elektromágneses hullám egymáshoz kapcsolts, egymásra merőleges villamos és mágneses erőterből áll (5. ábra).



5. ábra

Az elektromágneses hullám erősségét a **villamos összetevő térerősségével** (E , mértékegysége: V/m , a gyakorlatban ennek törtrészei: a mV/m vagy $\mu V/m$ is használatosak) szokták jellemezni. Kimutatható, hogy egy pontban az *elektromágneses hullám térerőssége fordítottan arányos a sugárzótól mért távolsággal, és arányos a kisugárzott teljesítmény négyzetgyökével.*

A kisugárzott elektromágneses hullámok **polarizációja** megállapodás szerint a kisugárzott elektromágneses rezgés **villamos** erőterének a síkja. A polarizáció síkjának azért van jelentősége, mert a vevőantennában (mint rezonáns rezgőkörben) a maximális energia akkor keletkezik, amikor az antenna polarizációs síkja megegyezik a vett jel polarizációjával.

Megjegyzés: A polarizációs sík a terjedés során megváltozhat. Pl. a rövidhullámú, térhullámokkal létesített összeköttetések során (ld. később) rendszerint ez a helyzet, így rövidhullámú antenna esetén nincs jelentősége, hogy milyen annak a polarizációja. A szokásos (pont-pont közötti) ultrarövidhullámú összeköttetéskor azonban a polarizációs sík nem fordul el, ezért fontos, hogy az adó- és vevőantenna polarizációs síkja azonos legyen.

Frekvencia, hullámhossz, terjedési sebesség

A kisugárzott jel *hullámhossza* a kialakult elektromágneses hullám egy periódusának hossza. A frekvencia és a hullámhossz összefüggése:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

ahol

λ a hullámhossz (m)

c az elektromágneses hullám terjedési sebessége (vákuumban ill. s levegőben kb. $3 \cdot 10^8$ m/s)

f a rezgési frekvencia (Hz)

Példa: Egy rádióadó frekvenciája 18075 kHz. Mekkora a hullámhossza?

Megoldás: (a képletbe a megadott alapegységekben helyettesítjük be az értékeket)

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{18075 \cdot 10^3} = 16,598m$$

3.11.2. Vivőfrekvencia, moduláció

A 4. ábrán látható, huzalból készült dipólantenna – mint később látni fogjuk – rezgőkörként akkor rezonál, ha hossza éppen a hullámhossz fele. Más rendszerű antennák optimális mérete is a hullámhossz fele, negyede körüli érték.

A $\lambda=c/f$ összefüggésből adódik, hogy minél kisebb a frekvencia, annál nagyobb a hullámhossz. Ez azt jelenti, hogy ha nagyon alacsony (pl. hang-)frekvenciás villamos jelet kívánunk kisugározni, akkor ennek 10 km nagyságrendű hullámhossza miatt megvalósíthatatlanul hosszú antennákra lenne szükség. Nagyfrekvenciás jel kisugárzásához viszont könnyen elkészíthető a megfelelő méretű antenna.

Ezért a hangfrekvenciás (vagy más, ún. *alapsávi*) jel rádióátvittele a következő módon történik:

a) Az *alapsávi* jellel (ez az átvinni kívánt jel, amelyet közvetlenül nem kívánunk kisugározni – pl. rádióadás esetén a hangjel, TV kép esetén a videojel) befolyásoljuk egy nagyfrekvenciás jel (*vivő*) valamelyik tulajdonságát. Ez az eljárás a **moduláció**.

Amplitúdómoduláció esetében a nagyfrekvenciás jel *amplitúdóját*, **frekvenciamoduláció** esetében a frekvenciáját változtatjuk meg az átviendő jel pillanatértékének megfelelően.

b) Az ilyen módon *modulált* nagyfrekvenciás jelet sugározzák ki az antennával.

c) A vevőantennában az elektromágneses hullámok feszültséget indukálnak, ebből a vevőkészülék áramkörei a venni kívánt állomás jeleit kiválasztják, erősítik, majd **demodulálják**, azaz visszanyerik az alapsávi jelet.

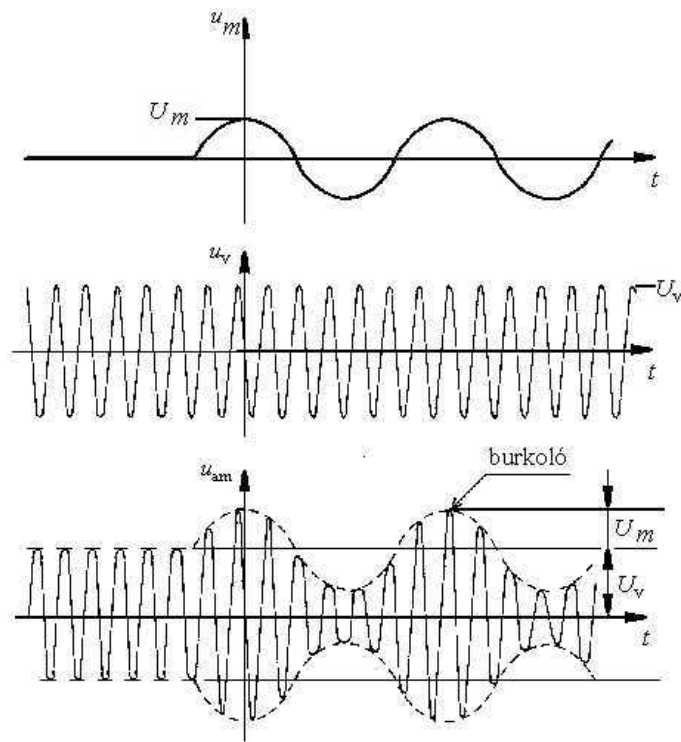
Amplitúdómoduláció (AM)

Az amplitúdómodulált jel kialakulását a 6. ábrán láthatjuk. Fölül látható az átvinni kívánt alapsávi jel, a *moduláló jel* (u_m), melynek csúcsertékét az ábrán U_m jelöli. Középen a nagyfrekvenciás *vivő* (u_v) időfüggvényét láthatjuk, melynek amplitúdója U_v . A moduláció során a *vivő* amplitúdójához hozzáadódik a moduláló jel pillanatértéke, és e két jel összege lesz a modulált u_{am} jel pillanatnyi amplitúdója.

A moduláló jel csúcsertékének (U_m) és a *vivő* csúcsertékének (U_v) a hányadosát **modulációs mélységnek** nevezik, és m –el jelölik:

$$m = \frac{U_m}{U_v}$$

A moduláló jel (u_m) amplitúdójának változásakor változik a modulált jel (u_{am}) *burkolójának* amplitúdója, a moduláló jel frekvenciájának változásakor pedig a *burkoló* frekvenciája.



6. ábra

Ha a moduláló jel időfüggvénye

$$u_m = U_m \cos \omega_m t$$

és a vivő időfüggvénye

$$u_v = U_v \cos \omega_v t$$

az amplitúdómodulált jel:

$$u_{am} = (U_v + U_m \cos \omega_m t) \cos \omega_v t = U_v \cos \omega_v t + U_m \cos \omega_v t \cos \omega_m t$$

Az ismert trigonometrikus összefüggések szerint

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta$$

$$\cos(\alpha - \beta) = \cos \alpha \cos \beta + \sin \alpha \sin \beta$$

A két egyenlet mindkét oldalát összeadva

$$\cos(\alpha + \beta) + \cos(\alpha - \beta) = 2 \cos \alpha \cos \beta$$

Ebből kifejezhető

$$\cos \alpha \cos \beta = \frac{1}{2} \cos(\alpha + \beta) + \frac{1}{2} \cos(\alpha - \beta)$$

Jelen esetben $\alpha = \omega_m t$, $\beta = \omega_v t$ behelyettesítésével

$$u_{am} = U_v \cos \omega_v t + U_m \cos \omega_v t \cos \omega_m t = U_v \cos \omega_v t + \frac{1}{2} U_m \cos(\omega_v + \omega_m)t + \frac{1}{2} U_m \cos(\omega_v - \omega_m)t$$

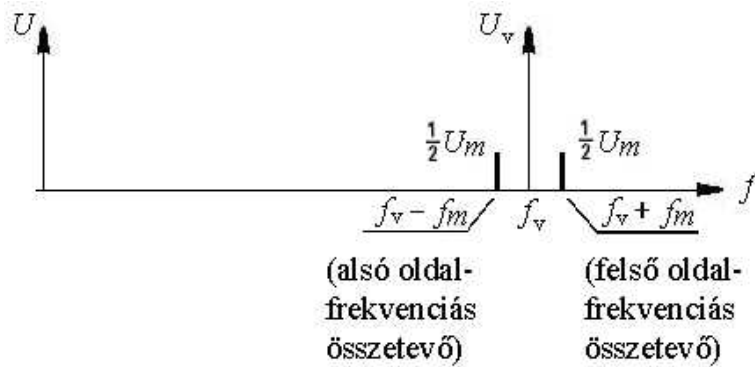
eredmény adódik, ami azt jelenti, hogy amplitúdómodulált jelünk három, különböző frekvenciájú komponensből áll:

U_v amplitúdójú, ω_v körfrekvenciájú szinuszből (ez maga a vivő),

$\frac{1}{2} U_m$ amplitúdójú, $\omega_v - \omega_m$ körfrekvenciájú szinuszből (ez az *alsó oldalfrekvencia*),

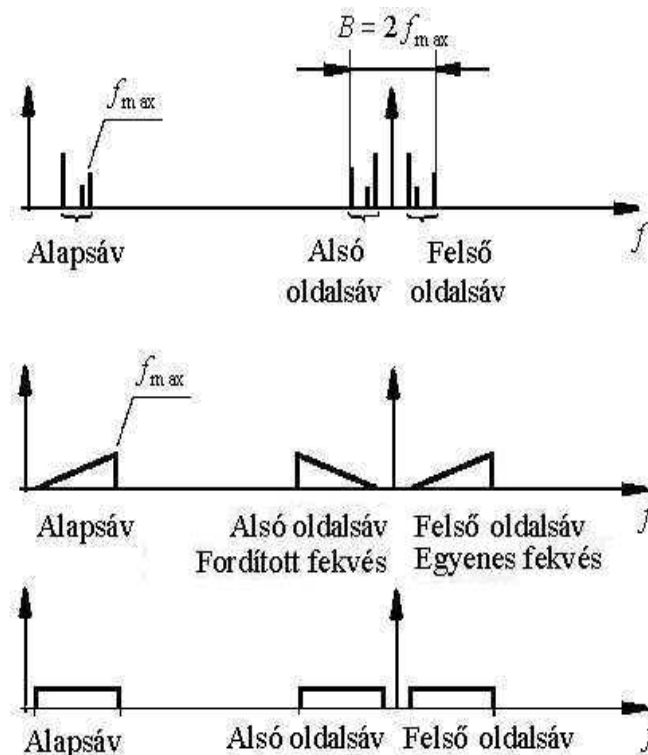
$\frac{1}{2} U_m$ amplitúdójú, $\omega_v + \omega_m$ körfrekvenciájú szinuszből (ez a *felső oldalfrekvencia*).

E jelet úgy is ábrázolhatjuk, hogy a grafikon vízszintes tengelyére nem az időt, hanem a frekvenciát mérjük fel (7. ábra). Ez a jel *frekvenciaspektruma*.



7. ábra

Ha a moduláló jel valamilyen hangforrásból (emberi beszéd, hangszer stb.) származik, akkor nem egyetlen szinuszból áll, hanem a hangfrekvenciás tartományba eső, különböző frekvenciájú és amplitúdójú szinuszjelek összességéből. Ennek megfelelően a modulált jel spektruma sem csak három komponensből áll, hanem tartalmaz komponenseket a vivőfrekvencia és a moduláló jel valamennyi összetevőjének megfelelő összeg- és különbségi frekvencián. Így nem két oldalfrekvencia jelenik meg, hanem két (alsó és felső), oldalfrekvenciák sokaságából álló *oldalsáv* (8. ábra).



8. ábra

Az ábra felső részének bal oldalán az alapsávi jelet láthatjuk. Három komponensből áll, melyek amplitúdója is különböző. Jobb oldalon a modulált jel spektruma látható. Megfigyelhető, hogy **az adó a frekvenciatartományban $B = 2 f_{\max}$ szélességű sávot foglal el.**

Az alapsávi jel legkisebb frekvenciájú komponense (legnagyobb amplitúdója alapján felismerhető a modulált jel spektrumában is) mindkét oldalsávban a vivőhöz a legközelebb esik (a vivő és a legkisebb frekvencia összege ill. különbsége), így az alsó oldalsáv a felső tükörképe, mintegy „kifordulva” tartalmazza a moduláló jel spektrumát.

A sávok „fekvését” sokszor a középső ábra szerinti módon jelzik: a kis moduláló frekvenciát kisebb, a nagyot nagyobb amplitúddal ábrázolva, az alapsávi jel és a modulált jel oldalsávjai mint háromszögek jelennek meg.

Az ábra alsó része az oldalsávok egy másik, szokásos ábrázolási módját mutatja.

A bemutatott modulációs módot – utalva arra, hogy a modulált jel két oldalsávot tartalmaz – **kétoldalsávós amplitúdómodulációnak (AM-DSB, DSB = Double Side Band)** nevezik.

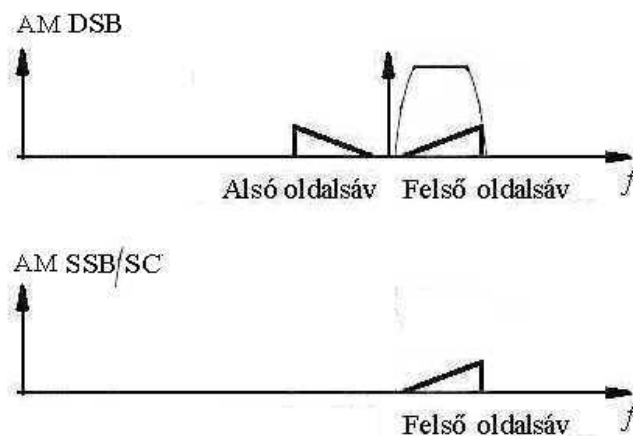
Az **alsó oldalsáv** jele **LSB** (Lower Side Band), a **felső oldalsáv**é **USB** (Upper Side Band).

Az AM-DSB jel előnye, hogy az ilyen jelből lehet a vevőkészülékben a legegyszerűbb áramkörrel visszanyerni a moduláló jelet (ez az eljárás a demoduláció), ezért a hosszú-, közép-, és rövidhullámú műsorszórásban kétoldalsávós amplitúdómodulációt alkalmaznak.

Két hátránya is van azonban ennek a modulációs eljárásnak:

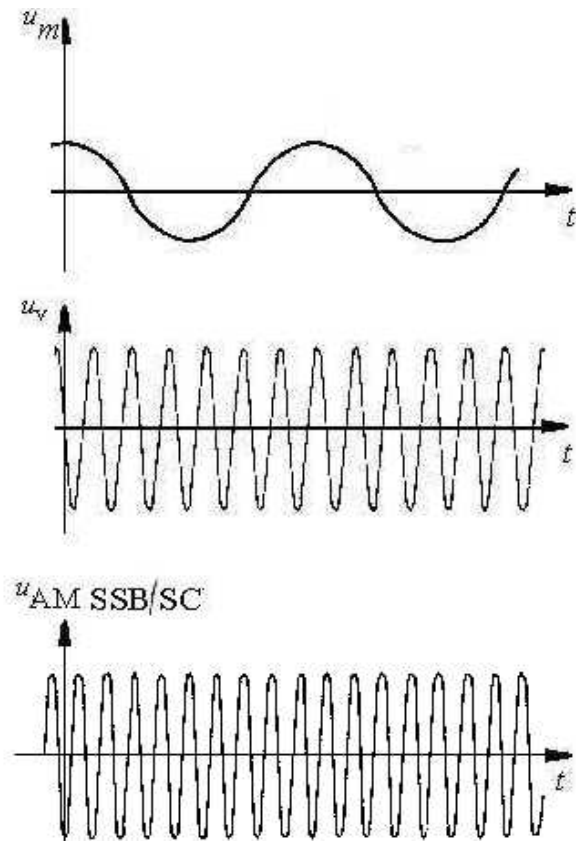
- Mint a jel spektrumából látható, maga a vivő állandó amplitudójú, azaz a moduláló jelre vonatkozóan semmilyen információt nem tartalmaz (azt az oldalsávok hordozzák). Így vivő kisugárzásához (illetve még előtte, az előállításához) felhasznált teljesítmény mintegy veszendőbe megy.
- Az alsó és felső oldalsáv (bár fordított fekvésben) ugyanazt az információt tartalmazzák, így az adó kétszer annyi helyet foglal el a frekvenciatartományban, mint amennyire okvetlenül szükség lenne. Elegendő lenne az egyik oldalsáv kisugárzása.

E hátrányokat küszöböli ki az **egyoldalsávós (SSB = Single Side Band)** amplitúdómoduláció, a vivő elnyomásával (**SC = Suppressed Carrier**) kombinálva. Az AM-DSB jelből pl. nagy jóságú kristály sávszűrővel választhatjuk ki az egyik oldalsávot; a jel többi komponensét a szűrő nem engedi a kimenetére (9. ábra). Az ábra felső részén a kiindulási AM-DSB jel és (vékonyabb vonallal) a sávszűrő átviteli görbéje látható, az alsó ábrán az AM-SSB/SC jel: sávszűrő által átengedett felső oldalsáv (USB).



9. ábra

Abban az esetben, ha a vivő frekvenciája f_v , a moduláló jel pedig egyetlen, f_m frekvenciájú szinuszjel, a kiválasztott felső oldalsáv egyetlen oldalfrekvenciát tartalmaz, melynek frekvenciája $f_v + f_m$. Ebben az esetben az AM-SSB/SC (USB) jel időképe is egyetlen, $f_v + f_m$ frekvenciájú szinuszjel. (10. ábra).



10. ábra

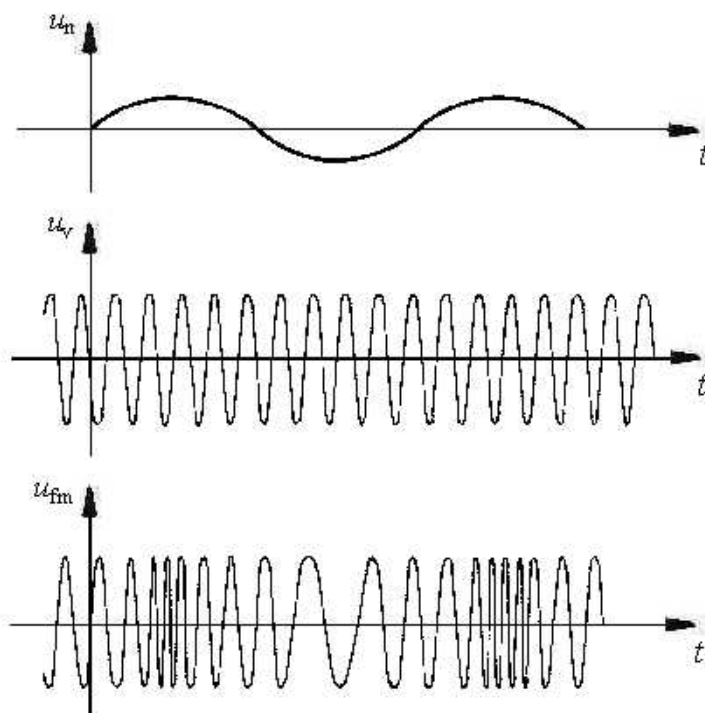
A moduláló jel (u_m) amplitúdójának változásakor változik a modulált jel ($u_{AM-SSB/SC}$) jel amplitúdója is, a moduláló jel frekvenciájának változása pedig a modulált jel frekvenciájának változását idézi elő.

Frekvenciamoduláció (FM)

A frekvenciamoduláció során a vivő *frekvenciáját* változtatjuk a moduláló jel pillanatértékével arányosan. A moduláló jel maximális értékénél a legnagyobb a vivő frekvenciájának megváltozása; ez a maximális vivőfrekvencia változás a **frekvencialöklet (Δf)**. Frekvenciamodulációnál az ún. *modulációs index* a frekvencialöklet és a moduláló jel frekvenciájának hányadosa:

$$m = \frac{\Delta f}{f_m}$$

Szinuszos moduláló jel esetén a frekvenciamodulált jel alakulását a 11. ábra mutatja.



11. ábra

A frekvenciamodulált u_{fm} jel amplitúdója állandó, frekvenciája pedig a moduláló jel pillanatértékétől függ: az ábrán a moduláló jel amplitúdójának növekedésekor a modulált jel frekvenciája nő.

A moduláló jel (u_m) amplitúdójának változása a frekvenciamodulált jel (u_{fm}) frekvenciájának változását okozza, a moduláló jel frekvenciája azt határozza meg, hogy a modulált jel frekvenciája milyen időközönként változik.

Számítással kimutatható, hogy a frekvenciamodulált jel is egy sávot foglal el a frekvenciatartományból. A sáv szélesség a modulációs indextől függ:

- Keskeny sávú frekvenciamodulációnál (NBFM = Narrow Band Frequency Modulation) $m \leq 1$, ekkor a sáv szélesség $B \cong 2 f_m$, azaz a moduláló jel legnagyobb frekvenciájának kétszerese.
- Széles sávú frekvenciamodulációnál (WBFM = Wide Band Frequency Modulation) $m > 1$, a sáv szélesség pedig $B \cong 2 \Delta f$, azaz a löket kétszerese.

Fázismoduláció (ΦM)

Ha a moduláló jel pillanatértékével arányosan a vivő *fázisát* változtatjuk meg, *fázismodulációról* beszélünk. A **fázislöklet ($\Delta\Phi$)** a moduláló jel maximális értékéhez tartozó fázisszög változás (radiánban kifejezve).

Matematikai módszerekkel kimutatható, hogy a fázismoduláció és a frekvenciamoduláció „rokonságban” vannak egymással, és f_m frekvenciájú, szinuszos moduláló jel esetén a $\Delta\Phi$ fázislökletű fázismodulált jel azonos a $\Delta f = f_m \Delta\Phi$ frekvencialökletű frekvenciamodulált jellel.

Ezért a fázismodulált jel időképe, spektruma, sáv szélessége az egyenértékű frekvenciamodulált jellel azonos. Ez esetben a *modulációs index* (m) megegyezik a fázislöklettel: $m = \Delta\Phi$

3.11.3. Rádióvétele

A rádióadó által előállított modulált vivőfrekvenciát az adóantenna kisugározza. Az elektromágneses hullámok közel a fény sebességével terjednek, és a vétel helyén elektromágneses térerőt hoznak létre.

A vezető anyagokban az elektromágneses térerő feszültséget indukál. Ilyen vezető a vevőkészülék *antennája*, amely – az adóantennához hasonlóan – nyitott rezgőkörként fogható fel, melyen azon a frekvencián indukálódik a legnagyobb feszültség, amely az antenna saját rezonanciafrekvenciája. A vevőantennában (a vevőantenna tulajdonságain kívül az adóállomás teljesítményétől, távolságától, antennájától, és a terjedési viszonyoktól függően) néhány tized μV és néhány V közötti csúcsertékű

nagyfrekvenciás (más kifejezéssel *rádiófrekvenciás, RF*) feszültség keletkezik, amelynek amplitúdója, frekvenciája természetesen a modulációnak megfelelően változik.

A vevőantenna környezetében nem csak a venni kívánt adóállomás kisugárzott jele létesít elektromágneses teret (és indukál az antennában feszültséget), hanem – a terjedési viszonyoktól is függően – számos más adóállomása is. A rádióvétel során az első feladat az antenna által szolgáltatott, különböző adóállomásoktól származó rádiófrekvenciás jelek közül a venni kívánt adótól származó jel *kiválasztása*. Ezt az egyes adóállomások *vivőfrekvenciájának* különbözősége teszi lehetővé. A venni kívánt adóállomás RF jelét a vevőkészülék a további feldolgozáshoz megfelelő szintre *erősíti*, majd **demodulálja**, azaz visszanyeri az alapsávi moduláló jelet. Hangjel esetén azt *hangfrekvenciás erősítés* után a *hangszóró* alakítja vissza a levegő nyomáshullámává.

3.11.4. Az amatőr rádióállomás

Az amatőr **rádióállomás** magába foglalja a *rádióberendezést* (rádió adó, adó-vevő), a tápellátását szolgáló egységet, az antennát és tartozékait. A továbbiakban először a rádióberendezés működését vizsgáljuk.

Az amatőr rádióberendezés és az amatőr gyakorlatban használt modulációs eljárások

Az amatőr rádióforgalom lebonyolításához rádió *adóra* és *vevőre* van szükség. Ezek különálló készülékek is lehetnek, de – különösen, amióta az amatőrök jellemzően gyári, és nem maguk építette berendezésekkel dolgoznak – az *adó-vevők* terjedtek el. Ennek kényelmi okai is vannak (pl. az adó és a vevő frekvenciája együtt változtatható, így gyors és zavarmentes az ellenállomás frekvenciájára hangolás), és gazdasági okai is: az adó-vevő berendezésnek egyes fokozatait mind az adó, mind a vevő használja, így ezeket a fokozatokat nem kell duplán elkészíteni.

A kifejezetten amatőr célokra gyártott berendezések eleve az amatőr gyakorlatban használt modulációs módokon működőképeseek. Ezek a következők:

- CW (Continuous Wave), A1A: táviró üzemmód, a modulálatlan vivőhullám billentyűzése (ki/bekapcsolása) a táviró (Morse-) jelek ütemében.
- LSB (Lower Side Band), J3E: távbeszélő üzemmód, AM-SSB/SC, csak az alsó oldalsáv kisugárzása,
- USB (Upper Side Band), J3E: távbeszélő üzemmód, AM-SSB/SC, csak a felső oldalsáv kisugárzása,
- FM (Frequency Modulation), F3E: távbeszélő üzemmód, FM
- AM (Amplitudo Modulation), A3E: távbeszélő üzemmód, AM-DSB

Az AM (=AM-DSB) üzemmód az amatőr gyakorlatban ma már nem használatos, felváltotta az SSB (USB, LSB) üzem.

Valamennyi más amatőr üzemmód (rádiótávgepíró, lassú letapogatású televízió, packetrádió, stb.) visszavezethető ezen modulációs módok valamelyikére, tehát az ilyen módokon működőképés rádióberendezés minden felmerülő igényt ki tud elégíteni. (Magasabb kategóriájú rádióberendezések sokszor közvetlenül is alkalmasak pl. a rádiótávgepíró vagy packetrádió jelek fogadására, feldolgozására.)

A rádió műsorvételre szolgáló rádióvevők csak AM és FM vételre szolgálnak, (és sáv szélességük is viszonylag nagy), tehát további áramkörök beépítése nélkül CW, LSB, USB amatőr adások vételére akkor is alkalmatlanok, ha vételi frekvenciatartományukba amatőr sáv is belesik.

3.11.5. A hullámsávok felosztása

A vivőfrekvencia értékétől függően az alábbi megnevezéseket és jelöléseket használjuk:

Megnevezés	Jelölés	Frekvencia	Hullámhossz
Hosszúhullámok	LF	30...300 kHz	10...1 km
Középhullámok	MF	300 kHz... 3 MHz	1000...100m
Rövidhullámok	HF	3...30 MHz	100...10m
Ultrarövidhullámok	VHF	30...300 MHz	10...1m
Deciméteres hullámok	UHF	300...3000 MHz	1...0,1m