



Rádióamatőr vizsgára felkészítő tanfolyam

2. Fejezet: Villamosság-, elektromágnesesség-, és rádióelmélet

Mai előadó: Urbán Dániel - HA5UDS

Készült: [marp](#) [vscode](#) [github](#)

Villamosság-, elektromágnesesség-, és rádióelmélet

- * Bevezető alkalom
- * Általános tárgykör / Matematikai és fizikai alapok
- * Műszaki tárgykör /  Villamosság-, elektromágnesesség-, és rádióelmélet 
- * Műszaki tárgykör / Alkatrészec
- * Jogi tárgykör / Jogi anyag
- * Forgalmazási tárgykör / Forgalmi ismeretek
- * Műszaki tárgykör / Áramkörök
- * Műszaki tárgykör / Vevők
- * Műszaki tárgykör / Adók
- * Műszaki tárgykör / Antennák és tápvezeték
- * Műszaki tárgykör / Hullámterjedés
- * Műszaki tárgykör / Mérések
- * Műszaki tárgykör / Zavarás és védelem
- * Biztonságtechnika / Villamos biztonságtechnika

Témakörök

- Vezetőképesség
- Áramforrások
- Elektromágneses tér
- Szinuszos és nem-szinuszos jelek
- Modulált jelek
- Teljesítmény és energia

Vezetőképesség

Az anyagokban a töltések (szabad elektron, ionok) áramlása elektromos vezetőképességet okoz.

Az anyagok vezetőképességét egy számmal jelölik, amely megadja, hogy az adott anyagból 1 méter hosszúságú, 1 négyzetmilliméter felületű rész, 1 volt feszültség esetén hány ampert képes vezetni.

Anyagok	Fajlagos vezetőképesség	Anyagok	Fajlagos vezetőképesség
ezüst	63	ón	8
réz	56	ólom	5
alumínium	37		

vezető

Szabad elektronokkal (pl. fémek, grafit) vagy szabadon áramló ionokkal (sós víz) rendelkező anyagok jól vezetik az elektromos áramot.

szigetelő

Kötött elektronokkal rendelkező anyagok, amelyekben nincsen töltés áramlás (pl. gumi, kerámia, üveg, műanyagok) nem vezetik az elektromos áramot.

félvezető

E két csoport közötti anyagok, amelyek külső hatásra (fény, hő, szennyezés, elektromos mező) vezetőképességük megváltoztatható. Példák: szilícium, gallium, germánium.

feszültség ⚡

Az elektromos feszültség a két pont közötti elektromos potenciálkülönbség, vagyis az elektromos töltések mozgásához szükséges energia. Az elektromos feszültség arra kényszeríti az elektromos töltéseket, hogy áramoljanak egy adott áramkörben. Az elektromos feszültséget "U" betűvel jelölik.

Mérési egysége a volt (V).

Áramforrás	Névleges feszültség	Áramforrás	Névleges feszültség
AA elem	1,5 V	USB port	5 V
Autó akkumulátora	12 V	hálózati feszültség	230 V

áram

Az elektromos áram az elektromos töltéshordozók (általában elektronok) rendezett mozgása egy vezető anyagon keresztül. Az elektromos áram azt mutatja, hogy milyen gyorsan és mennyi töltés halad át egy adott ponton egy adott idő alatt. Az elektromos áramot az "I" betűvel jelölik.

Megállapodás alapján a pozitív töltéshordozók mozgásának irányát tekintjük az áram irányának.

Mérési egysége az amper (A).

Elektromos áram	mennyisége	Elektromos áram	mennyisége
Telefon töltése	2 A	Hangszóró működtetése	0.01 A
Gamer PC-n játék	5 A	Elektromos autó töltése	15 A

ellenállás

Az ellenállás az elektromos árammal szembeni akadályozás mértéke egy vezetőben vagy elektromos áramkörben. Minél nagyobb az ellenállás, annál nehezebb az áramnak folyni. Az ellenállást az "R" betűvel jelölik.

Mérési egysége az ohm (Ω).

Vezető	ellenállása	Elektromos áram	menyisége
Porszívó tápkábele	2 Ω	emberi test	100 000 Ω
Villanykörte	60 Ω		

Ohm-törvény

Az elektromos áramkörök alapvető törvénye, amely leírja a kapcsolatot az elektromos ellenállás, a feszültség és az áramerősség között. A feszültség (V) egyenesen arányos az áramerősséggel (I) és az ellenállással (R).

Áramkör:



feszültség	áramerősség	ellenállás
$U = I \times R$	$I = \frac{U}{R}$	$R = \frac{U}{I}$

Ohm-törvény példa

Mekkora az ellenállás, ha 5 Amper áram folyik 230V feszültség mellett?

Adott az áramerősség ($I=5$ Amper) és a feszültség ($V=230$), így az ellenállást az alábbi módon számíthatjuk ki:

$$R = \frac{U}{I}$$

$$R = \frac{230\text{ V}}{5\text{ A}}$$

$$R = 46\Omega$$

Tehát ha 5 Amper áram folyik 230 V feszültség mellett, az ellenállás mértéke 46 ohm.

villamos teljesítmény

Az elektromos áramkörben felhasznált energia mennyiségét jellemzi egy adott időegység alatt.

Mérési egysége a watt (W).

A villamos teljesítmény a feszültség és az áramerősség szorzata.

teljesítmény	feszültség	áramerősség
$P = U \times I$	$U = \frac{P}{I}$	$I = \frac{P}{U}$

teljesítmény mértékegységei

A fizikai teljesítmény (P) a munkavégzés vagy energiaátvitel sebessége, más szóval az egységnyi idő alatt végzett munka.

teljesítmény	elektromos	általános
	feszültség és áramerősség szorzata	adott idő alatt elvégzett munka és az idő hányadosa
	$P = U \times I$	$P = \frac{W}{t}$
$1W$	$= 1VA$	$= 1\frac{J}{s}$

Áramforrások (telepek és tápegységek)

Jellemzően a villamos hálózat váltakozó áramát használjuk fel transzformátorral és egyenirányítóval, vagy akkumulátorokban tárolt kémiai energiát alakítjuk elektromos árammá.

Az akkumulátorok kapacitása az energia mennyisége, amelyet egy akkumulátor képes tárolni, ezt amperórában (Ah) mérik.

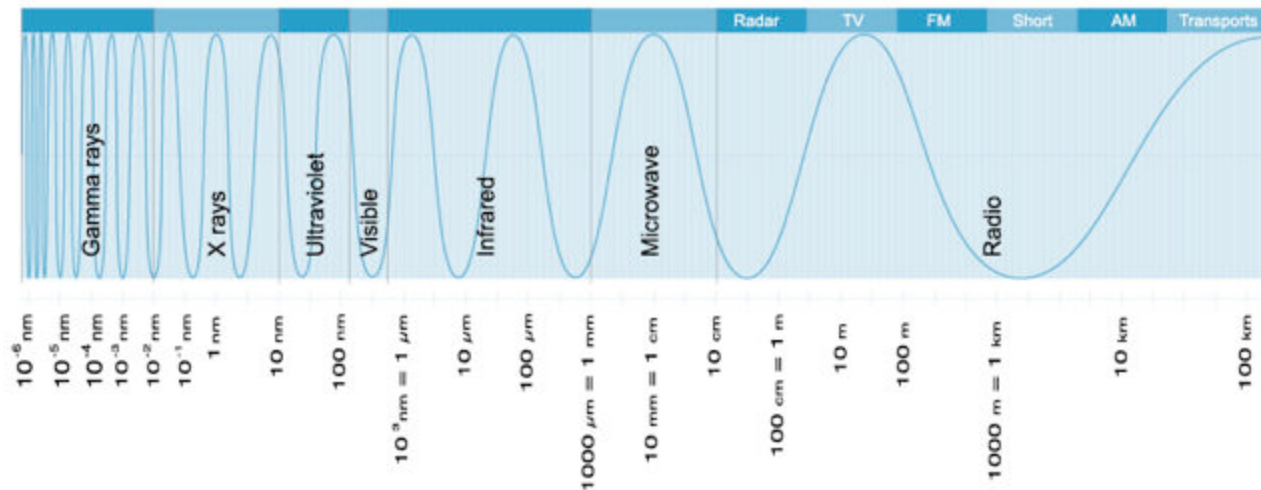
Áramforrásokat összeköthetünk sorosan és párhuzamosan.

Elektromágneses tér

Az elektromágneses sugárzás terjedési közege. Elektromos és a mágneses mezőből áll, amelyek kölcsönhatásban vannak egymással.

Ez az erőter az elektromos töltéseket az áramkörökben mozgásra ösztönzi, valamint a töltések mozgása is hullámot kelt az elektromágneses mezőben.

Az elektromágneses hullámok mindenféle formái a rádióhullámok, a látható fény is.



terjedési sebesség (v) 🏎️

Vákuumban mindig a fénysebesség (c) értékével megegyezik, ami ~ 300 000 000 m/s .

Azonban más közegben, például levegőben vagy egyéb anyagokban az elektromágneses hullámok terjedési sebessége kisebb lehet.

Amikor ilyen eltérő közegeken halad át a hullám, az iránya, energiája, sebessége megváltozik.

frekvencia (f) 🎵

Az elektromágneses hullámok frekvenciája a hullámok ismétlődési gyakoriságát jelzi, és egységének mértékegysége a hertz (Hz), ami egy másodpercben mért ismétlődést jelent. Minél magasabb a frekvencia, annál több hullámcsúcs érkezik egy adott időtartamban. Az elektromágneses hullámok frekvenciája közvetlenül arányos az energiájukkal.

$$f = \frac{1}{t}$$

1 Hz annak a jelnek a frekvenciája, ahol 1 s alatt 1 periódus játszódik le.

Példa: **A normál zenei A hang frekvenciája 440 Hz**

hullámhossz (λ)

Az elektromágneses hullámok hossza a két egymást követő hullámcsúcs vagy hullámvölgy közötti távolság. A hullámhosszt általában méterben (m) mérik.

Az elektromágneses hullámok hullámhossza és frekvenciája fordítottan arányosan változik: minél nagyobb a frekvencia, annál rövidebb a hullámhossz.

Példa alkalmazás	Hullámhossz
PMR rádió	70 cm
WiFi (2.4G)	12,5 cm
Látható fény	600 nm

terjedési sebesség, frekvencia, hullámhossz összefüggése

Az elektromágneses hullámok terjedési sebessége azok frekvenciájának és hullámhosszának szorzata.

Az összefüggés a következő képlet segítségével adható meg:

$$v = f \times \lambda$$

ahol:

v a hullámok terjedési sebessége (m/s),
 f a hullámok frekvenciája (Hz),
 λ a hullámok hullámhossza (m).

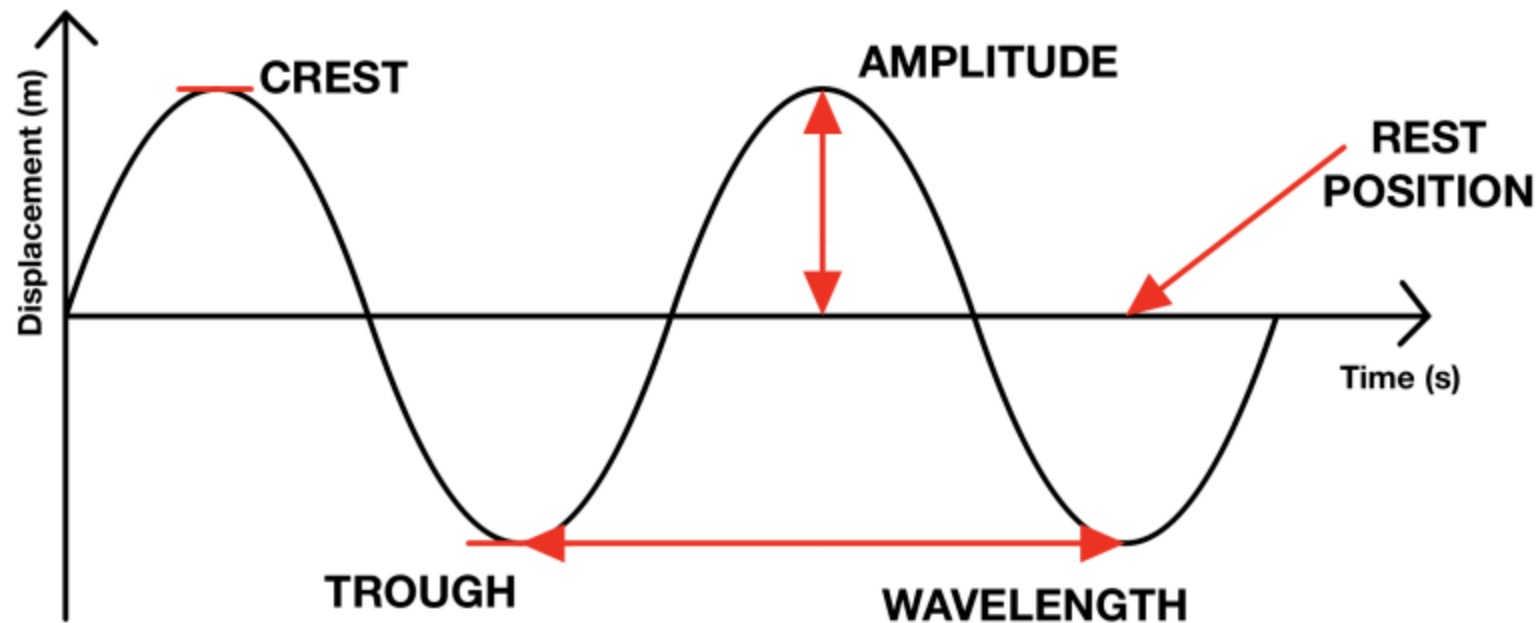
Szinuszos jelek

Az elektrotechnikában, híradástechnikában legnagyobb jelentősége a szinuszos lefolyású váltakozó feszültségnek van. Az ilyen típusú feszültséget gyakran alkalmazzák váltakozó áramú rendszerekben, például az otthoni elektromos hálózatban vagy az elektronikus eszközökben. Az ilyen hullámforma könnyen kezelhető és előállítható, és számos alkalmazási területen hasznos.

$$V(t) = V_{max} \cdot \sin(2\pi ft + \phi)$$

grafikus ábrázolása az idő függvényében

Egy szinuszos lefolyású váltakozó feszültség grafikusan egyenletesen változik a pozitív és negatív irányban egy szinusz hullámforma szerint. A frekvencia meghatározza a hullám gyakoriságát, míg a maximális feszültség meghatározza a hullám amplitúdóját. A fáziseltolás pedig azt jelzi, hogy a hullám melyik pontján kezdődik az időben.



frekvencia mértékegysége

A váltakozó áram effektív értéke az az érték, amely azonos teljesítményt adna egy ugyanilyen értékű egyenárammal.

Kiszámítása a váltakozó áram hullámformája alapján történik, szinuszos esetben a csúcserőértéket osztjuk 2 négyzetgyökével.

$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$	$I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$
--------------------------------------	--------------------------------------

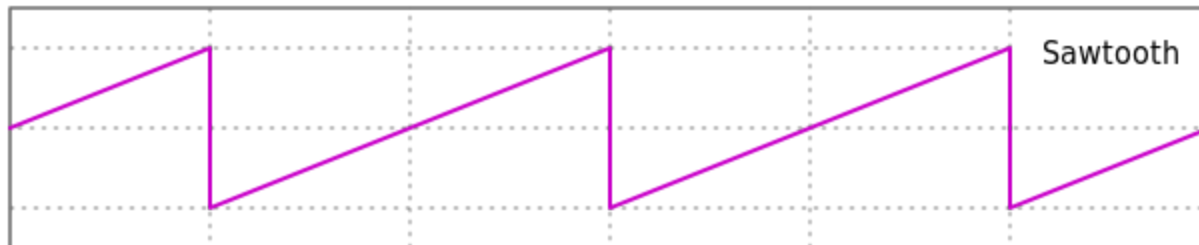
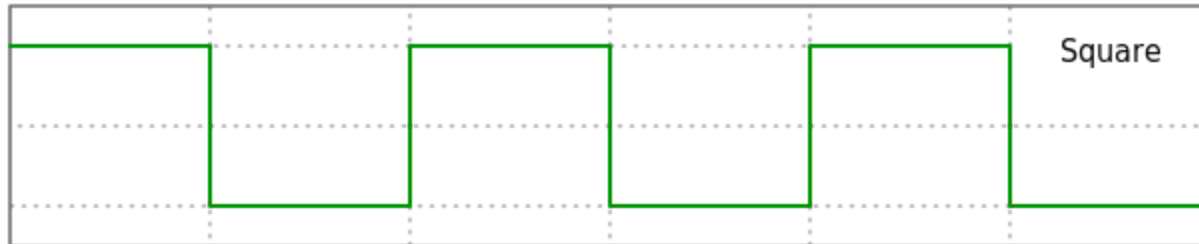
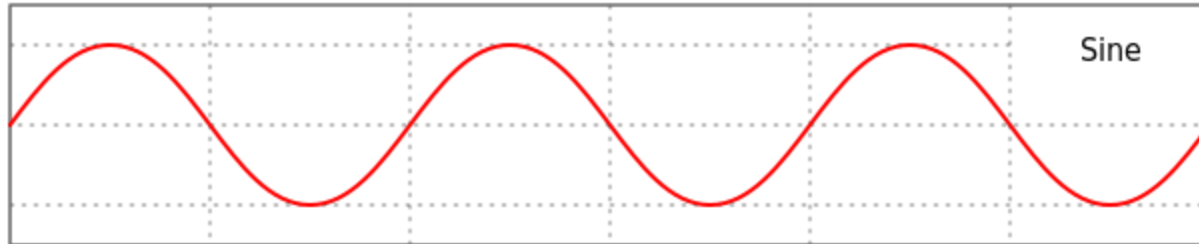
🔌 Példa: $U_{eff} = 230V$, $U_{max} = U_{eff} \times \sqrt{2} = 230V * 1.41 \approx 325V$

Nem-szinuszos jelek

Minden nem szinuszos, de periodikus jel felírható szinuszos jelek összegeként / különbségeként.

- periodikus négyszögjel
- szaggatott jelek (PWM)
- hang

grafikus ábrázolás az idő függvényében



Modulált jelek

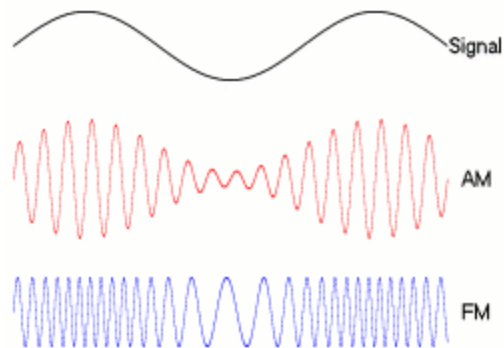
A moduláció során egy magasabb frekvenciájú jel (vivő) tulajdonságait módosítjuk egy alacsonyabb frekvenciájú jel (moduláló jel) alapján.

Ennek eredményeként a hullám hordozza a vivő jel és a moduláló jel tartalmát. A moduláló jel gyakran hang, vagy adat.

A moduláció előnye, hogy a magasabb frekvenciájú hordhullám hatékonyabban terjed , így lehetővé teszi a nagyobb hatótávolságú kommunikációt és jobb zajállóságot.

modulációk típusai, előnyeik, hátrányaik 🔍

- Távíró üzemmód (CW): két állapotot különböztet meg: szünet (space) / jel (mark). Az egymást váltó jelek és szünetek hosszának aránya az információ.
- Amplitúdó moduláció (AM): A moduláló jel amplitúdójának módosítása a vivőhullámon.
- Frekvenciamoduláció (FM): A moduláló jel frekvenciájának módosítása a vivőhullámon.
- Fázis moduláció (PM): A moduláló jel fázisának módosítása a vivőhullámon.



modulálatlan vivőhullám (CW)

Legkisebb sávszélesség az összes üzemmód közül. Jellemzője a WPM, ami a percenkénti szavak rövidítése, az adás sebességének mértéke.

- + Egyszerűsége miatt nagyon könnyű adó- és vevőberendezést építeni hozzá.
- + Kitűnő jel/zaj viszony, kis energiával nagy távolság érhető el.
- Hang átvitel helyett csak karakterek.

amplitúdómoduláció (AM)

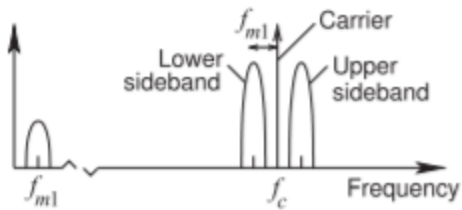
A szinuszos vivőhullám amplitúdóját a moduláció ütemének megfelelően változtatjuk, a frekvencia változatlanul hagyása mellett. Az információt a vivőhullám amplitúdója tartalmazza.

AM esetében egy moduláló jel esetén is két jel keletkezik a vivőhullám mellett, emiatt két oldalsávós amplitúdómodulációnak nevezik (AM-DSB).

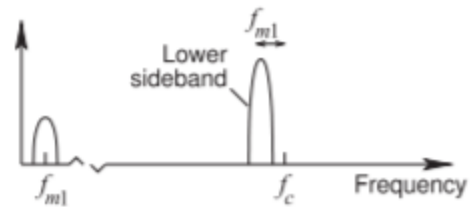
- + Könnyű előállítás és demodulálhatóság
- Rossz jel/zaj viszony, a vivő és a két oldalsávból az egyik nem hordoz plusz információt (felesleges energia).

egyoldalsávós amplitúdómoduláció (SSB)

AM-DSB jel: alsó oldalsáv + vivő + felső oldalsáv. Ebből a vivő és az egyik oldalsáv elnyomásával csak az átvinni kívánt információ sugárzik ki. USB a felső oldalsáv megtartása, LSB az alsó oldalsáv megtartása.



(a) Double sideband (DSB)



(b) Single-sideband suppressed carrier (SSB-SC)

AM-SSB/SC moduláció:

- + Kisugárzott teljesítmény 100%-a információt hordoz.
- Bonyolultabb a jel előállítása és demodulálása.

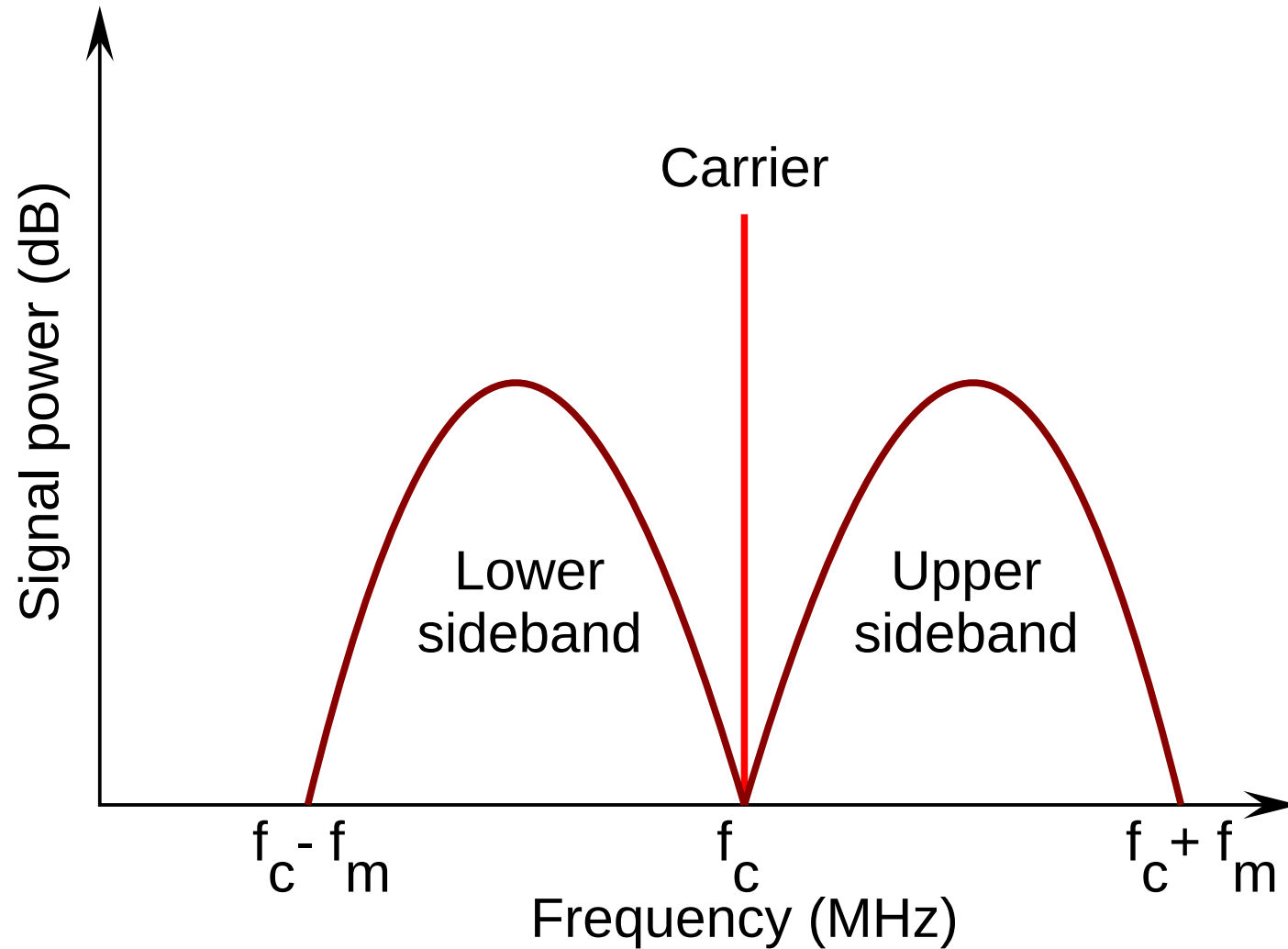
frekvenciamoduláció (FM) és fázismoduláció (PM)

A szinuszos vivőhullám pillanatnyi frekvenciáját a moduláció ütemében úgy változtatjuk, hogy közben az amplitúdója változatlan marad.

A frekvenciamoduláció és a fázismoduláció között az a különbség, hogy a moduláció során FM esetében a frekvenciát, míg fázismoduláció (PM) esetén a φ -fázisszöveget befolyásoljuk, amely vételi szempontból nem lényeges.

- + Kevésbé érzékeny a külső eredetű zajokra
- + Adó hatásfoka jobb
- + Vett állomás hangereje nem függ az adó teljesítményétől
- Nagyobb sáv szélesség
- Kisugárzott teljesítmény nagy része nem hordoz információt

vivő, oldalsávok, sávszélesség 🏍️



Teljesítmény és energia

Az elektromos teljesítmény az elektromos berendezések által felvett vagy leadott energia egységnyi időre vetítve.

Az elektromos energia az elektromos berendezések által felhasznált vagy előállított összmenyiség.

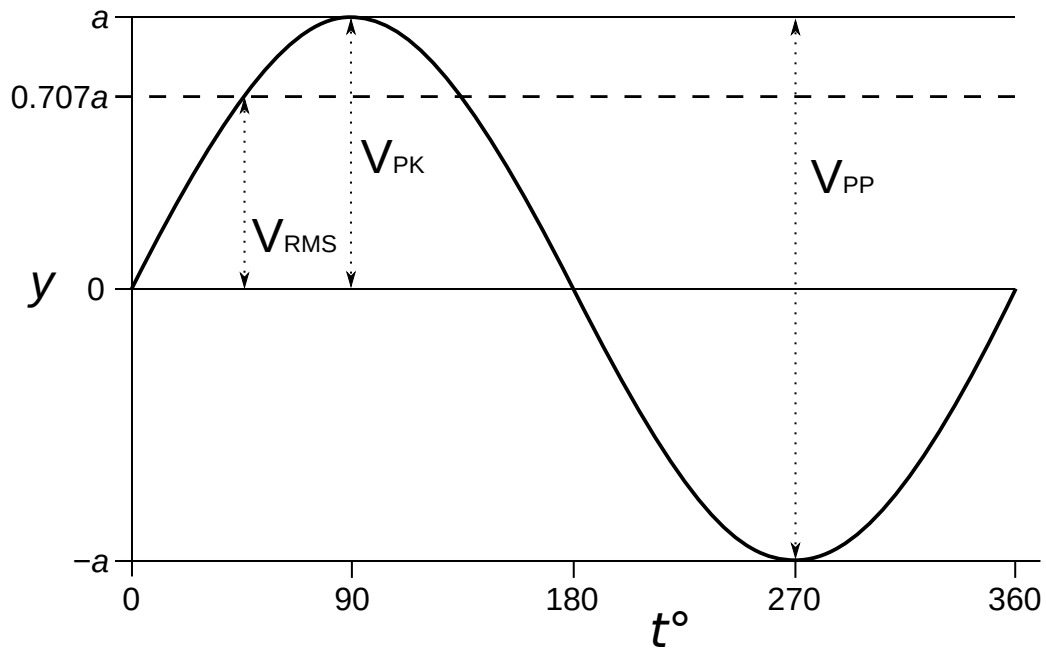
A rádiótechnikában a teljesítményarányokat decibelben (dB) adják meg. A dB skála nem lineáris, hanem logaritmikus. Értelmezünk relatív, és abszolút dB értékeket. 0 dB az azonosat jelenti.

dB érték	Teljesítmény szorzó	dB érték	Teljesítmény szorzó
3	2	-3	0.5
0	1	0	1

szinuszos jelek teljesítménye 🎵🔊

Amikor az áram vagy feszültség szinuszos jelként viselkedik és egy ellenálláson keresztül halad, teljesítmény képletével és az Ohm-törvény felhasználásával:

$$P = \frac{V_{rms}^2}{R} \quad P = I_{rms}^2 \times R$$



be- és kimeneti teljesítmény és a hatásfok közötti összefüggés



Egy rendszer vagy eszköz esetén

- a bemeneti teljesítmény, amelyet felvesz a bemeneti forrásból,
- a kimeneti teljesítmény, amennyi hasznos munkát vagy kimeneti jelet állít elő,
- a hatásfok egy arány, amely azt mutatja meg, hogy mennyire hatékonyan alakítja át a bemeneti energiát hasznos kimeneti energiává.

Általában százalékban fejezik ki, és a kimeneti teljesítmény és a bemeneti teljesítmény hányadosaként számolják ki.

Minél magasabb a hatásfok, annál hatékonyabban működik.

Befejezés

Ajánlott irodalom

15/2013. (IX. 25.) NMHH rendelet a rádióamatőr szolgálatról

hg9ieg gyűjteménye

ha5kdr jegyzet

puskás jegyzet