

## Tárgytematika / Course Description Rádiórendszerek

GKLB\_TATM013

**Tárgyfelelős neve /**

**Teacher's name:** dr. Vári Péter

**Félév / Semester:** 2025/26/1

**Beszámolási forma /**

**Assesment:** Vizsga

**Tárgy heti óraszám /**

**Teaching hours(week):** 0/0/0

**Tárgy féléves óraszám /**

**Teaching hours(sem.):** 18/0/0

---

### OKTATÁS CÉLJA / AIM OF THE COURSE

A tantárgy összefoglalja a hullámterjedéssel és az antennákkal kapcsolatos elméleti és gyakorlati tudnivalókat a 30 kHz – 300 GHz frekvenciatartományon belüli rádió-távközlési szolgálatok kiszolgálására. Célkitűzése, hogy a hallgatók elméletileg és a gyakorlatban is alkalmazni tudják a hullámterjedési és antennatechnikai témakörökben szerzett ismereteiket, meg tudják tervezni a kívánt műsor-ellátást, vagy rádió-távközlési összeköttetéseket, ki tudják választani a feladathoz szükséges optimális antennát, vagy antenna-rendszert, meg tudják határozni ezek alkalmazási, létesítési és üzemeltetési feltételeit, illetve környezetét.

---

### TANTÁRGY TARTALMA / DESCRIPTION

#### Félévközi hallgatói munka:

A tananyag lényeges elméleti témakörei előadások formájában hangzanak el. Az anyag terjedelme miatt azonban maradnak olyan témakörök, amelyek előadására nincs időkeret, ezeket önálló, egyéni tanulással kell feldolgozni. Az előadási témakörök egymásra épülnek, megértésük és eredményes elsajátításuk érdekében javasolt a rendszeres előadás-látogatás és a folyamatos tanulás. A tantárgy ismeretanyagának eredményes elsajátítása tehát folyamatos, az előadásokkal szinkronban álló önálló hallgatói munkát igényel. Az önálló hallgatói munkához iránymutatást az előadások nyújtanak. A hallgatóknak lehetőségük van arra előre egyeztetett módon, hogy a jelen tananyag 7. hetétől számítva az órai munkában aktívan részt vegyenek, egy-egy specifikus témakör önálló feldolgozásával és annak bemutatásával a többi hallgató részére.

A hallgatóknak lehetőségük van arra előre egyeztetett módon, hogy az elméleti ismereteiket gyakorlati ismeretekkel egészítsék ki oly módon, hogy önálló munka keretében antennát terveznek, építenek és arról mérési jegyzőkönyvet készítenek. A sikeres feladat megoldás a feladat nehézségi fokától függően előre egyeztetett módon beszámítandó a hallgató értékelésébe.

A tananyag 3 és 14 heti előadásai, amennyiben lehetőség nyílik megosztva kerül megtartásra az egyetemi és

egy gyakorlati helyszín között Győrben (Carant Kft, Antenna Hungária állomásai).

### **Laboratóriumi gyakorlatok:**

Ennek keretében a félévre 8+2 mérési feladat van előirányozva.

A mérési feladatokat a hallgatók az ún. "nyitott laboratórium" rendszerben gyakorolják önálló hallgatói munka formájában. A gyakorlatokhoz folyamatos szakirányítás áll rendelkezésre.

A mérésekről jegyzőkönyvet kell készíteni.

A laboratóriumi mérések ismeretanyagának elsajátításáról és a megfelelő begyakorlásáról ellenőrző méréseken kell számot adni.

A laboratóriumi gyakorlatok rendjét a laborvezető szabályozza.

### **Laboratóriumi mérési gyakorlatok:**

1. FM rádió vevőkészülék mérése
2. Rádiófrekvenciás sáverősítők mérése
3. Intermodulációs torzításának vizsgálata
4. AM rádió vevőkészülék mérése
5. URH FM sztereó adóberendezések mérése
6. TMS AM-SSB mérés
7. TMS FM moduláció mérés
8. Hangfrekvenciás átvitel és harmonikus torzítás vizsgálata
9. DVB-T adó mérése
10. SDR mérés

A mérési feladatok további 2 méréssel (digitális modulációk a gyakorlatban) bővíthetnek, erről a hallgatók szeptember végéig tájékoztatást kapnak. A hallgatóknak önálló munkakeretében lehetőségük van ezen opcionális mérési gyakorlat kidolgozásában részt venni. Ennek eredménye az ellenőrző mérés eredményébe beszámítandó.

## **Tananyag tartalma oktatási hetekre bontva:**

### **1. Elektromágneses hullámok és jellemzőik:**

Síkhullámok és tulajdonságaik összefoglalása.

#### **EM hullámok gerjesztése:**

Az áramelem és az áramhurok elektromágneses tere.

#### **Antennákkal kapcsolatos alapfogalmak:**

Antennanyereség, iránykarakterisztika, sugárzási ellenállás, hatásos felület, hatásos hossz, adó- és vevőantenna, antenna reciprocitás, stb.

### **2. A rádiócsatorna modellje:**

Rádió-összeköttetések teljesítmény és veszteség mérlege. Szabadtéri csillapítás, szakaszcsillapítás.

#### **A hullámterjedés közegei:**

A légkör felépítése. Felületi hullámterjedés, ionoszférikus hullámterjedés.

### **Hullámterjedés a 30 MHz feletti sávokban:**

Szabadtéri átvitel, optikai látóhatár, többutas terjedés, hullámelhajlás, görbült földfelszín hatása, terepviszonyok, véges talaj-vezetőképesség, a troposzféra anomáliái.

### 3 **Dipólus antennák:**

Szimmetrikus dipólus származtatása, elvi működése, áram- és feszültségeloszlása, helyettesítő képe, sugárzási karakterisztikája, nyeresége, hatásos felülete, hatásos hossza, sugárzási ellenállása, bemenő impedanciája, hullámellenállása, rövidülése.

Gyakorlati dipólusok: hurokdipólus, egészhullámú dipólus, stb.

### **Sugárzó rendszerek:**

Izotróp antennákból épült vonalsugárzók (oldal- és orrsugárzó sorok), sík és térbeli sugárzó rácsok.

### 4. **HH és KH sávú antennák:**

Monopól, két táplált monopól, egy táplált és egy parazita monopól.

### **Rövidhullámú antennák:**

Rezonáns antennák, körsugárzó és nagynyereségű (függöny típusú) rendszerek.

Szélessávú antennák, log-periódikus antenna szerkezetek.

### 5. **VHF és UHF sávú antennák:**

Dipólokból felépített rendszerek (antenna panelok),

Yagi antennák, sarokreflektorok, groundplane-, helikális- és helix-antennák stb.

**Réssugárzók.**

**Dielektromos lencsék.**

**Mikrosztrip antennák.**

6. **Apertúra sugárzók:**

Hullámfront analízis, az apertúra megvilágítás intenzitásának hatása (állandó és változó amplitúdó-eloszlású megvilágítás).

Négyszögletes és kör alakú apertúrák. A megvilágítás fázishibáinak hatása.

**Mikrohullámú antennák:**

Nyitott végű tápvonalak, tölcésugárzók.

Összetett antenna rendszerek (egyreflektoros, kétreflektoros, stb., rendszerek).

**Antennák, vevőrendszerek zajproblémái:**

Az átviteli hálózat vizsgálata termikus zaj szempontjából. Antennák zaja.

7. **A távközlés általános rendszertechnikája: rádiótávközlés.**

A rendszertechnikai séma elemei: adóoldal-adástechnika

Az átvendő információ: kép, hang, adat.

Az átvitelhez szükséges csatornkapacitás,

Modulációs rendszerek összefoglaló áttekintése:

Színuszos vivőjű analóg modulációjú rendszerek:

Amplitúdó moduláció,

Szögmoduláció.

Nem színuszos vivőjű analóg modulációjú rendszerek (pulzus vivőjű rendszerek),

Színuszos vivőjű digitális modulációjú rendszerek:

Diszkrét állapotú amplitúdó modulált rendszerek (MQAM),

Diszkrét állapotú szögmodulált rendszerek (PSK, BPSK, QPSK, stb.).

8. **Közeghozzáférési eljárások:** szabályozott, illetve véletlen hozzáférési eljárások

Multiplex rendszerek, az információátviteli csatornák nyálábolása:

Frekvencia multiplex rendszerek (FDMA),

Időmultiplex rendszerek (TDMA),

Kódmultiplex rendszerek (CDMA),

Polarizációs multiplex rendszerek (PDMA),

Földrajzi multiplex rendszerek (GDMA),

9. **Az átviteli csatorna torzításainak és zajának vizsgálata.**

Az átviteli csatorna leírása; lineáris és nemlineáris szakaszok,

A csatorna lineáris torzítása,

A csatorna nemlineáris torzítása,

Az intermodulációs torzítás és vizsgálata.

A csatorna zajai

10. **Analóg modulált jelek átvitele RF (lineáris és nemlineáris torzítású) csatornán.**

Analóg AM jelek átvitele lineáris torzítású csatornán,

AM jelek átvitele nemlineáris torzítású csatornán,

Keresztmodulációs torzítás,

Intermodulációs torzítás,

FM jelek átvitele lineáris és nemlineáris torzítású csatornán,

A zajok hatása a különböző analóg modulációs rendszerekre.

Zajcsökkentő eljárások (Emfázis rendszerek),

11. **Digitálisan modulált jelek átvitele RF csatornán.**

Átvitel valós RF csatornán, többutas terjedés, zajok, stb.

OFDM moduláció,

Kódolás, hibajavítás,

Sávszélesség, spektrum kihasználás (spektrális hatékonyság).

12. **Analóg (rádióműsorszóró) adóberendezések rendszertechnikai felépítése:**

AM adók,

FM adók,

Adóberendezések közös üzeme, tartalékolása, teljesítmény-összegzés, Járulékos információk átvitele, stb.

13. **Digitális rádió-műsorszóró rendszerek:**

Digital Audio Broadcasting (DAB),

Digital Radio Mundial (DRM).

14. **Pont-pont közötti rádiórendszerek** (mikrohullámú, műholdas, stb.)

**Szélessávú, ultra szélessávú digitális rádiórendszerek** (WiFi, WiMax, UWB, stb.)

**Cellás rádiórendszerek** (PPDR)

15. **A rádiótávközlés nemzetközi és hazai szervezetei és szabályozása.**

Nemzetközi Távközlési Egyesület (ITU),

Nemzeti Média és Hírközlési Hatóság,

Nemzetközi Rádiószabályzat, Nemzetközi Rádió Pótszabályzat,

Frekvenciasávok Nemzeti Felosztási Táblázata,

Frekvenciasávok felhasználási szabályai (Törvények, rendeletek)

Szabványok.

---

## **SZÁMONKÉRÉSI ÉS ÉRTÉKELÉSI RENDSZERE / ASSESSMENT'S METHOD**

### **Az értékelés módja**

A vizsga írásbeli (beugró) és szóbeli részből áll. A vizsga megkezdésének feltétele az egy naptári évnél nem régebbi aláírás megléte. Az aláírás feltétele a laboratóriumi ellenőrző mérés teljesítése legalább "elégletes (2)" osztállyal, továbbá a zárthelyi dolgozatok külön-külön legalább 2-es eredményű megírása. A pótlási alkalomkor (pótzs.) szerzett „javított jegy” érvényteleníti a korábbi érdemjegyet!

A laboratóriumi ellenőrző mérés pótlására nincs lehetőség.

Az írásbeli vizsga eredménye elfogadásának minimális követelménye a vizsgakérdések legalább 60%-os eredményű megválaszolása. Az írásbeli eredménye alapján a vizsgáztató megajánlhat egy érdemjegyet, vagy lehetőséget adva az eredmény javítására, további szóbeli kérdéseket tehet fel a hallgatónak. A szóbeli vizsgán mutatott hiányos, vagy elégtelen teljesítmény azonban le is ronthatja az írásbeli vizsgarészen megszerzett eredményt, akár elégtelenre is! Amennyiben azonban a hallgató a minimális 60 %-os írásbeli eredményt nem teljesítette, szóbeli javításra nincs lehetősége, a vizsga eredménye elégtelen.

#### **A zárthelyi dolgozatok ütemezése:**

6. oktatási héten,

13. oktatási héten.

Javítás, pótlás a 14. oktatási héten, a fentiek szerint külön egyeztetett időpontban és helyszínen.

---

### **KÖTELEZŐ IRODALOM / OBLIGATORY MATERIAL**

#### **A tananyag elsajátításához szükséges és ajánlott irodalmi források:**

##### **Jegyzetek:**

Honfy J.: Hullámterjedés és antennák I.

SZIE jegyzet 2001

Honfy J.: Hullámterjedés és antennák II.

SZIE jegyzet 2002

Walter Fischer: A digitális műsorszórás alapjai

Jákó Péter: Digitális rádiózás 2009

**Ajánlott irodalom:**

Dr. Istvánffy: Tápvonalak, antennák, hullámterjedés.

Tankönyvkiadó 4429

Rothamel: Antennakönyv,

Műszaki Könyvkiadó.

Krauss: Antennas

McGraw-Hill 1950.

Roger L. Freeman: Radio system design for telecommunications

John Wiley & Sons 1987

---

**AJÁNLOTT IRODALOM / RECOMMENDED MATERIAL**