

## **Távközlési hálózatok**

**2016 ősztől modulra került hallgatók számára**

### **CORE (MAG-) Hálózatok**

#### **Gerinc-(Core) hálózati megvalósítások, áramkörkapcsolt hálózatok.**

Pleziokron Digitális Hierarchia (PDH)

PDH eljárások: mintavételezés, kvantálás, kódolási eljárások. Végberendezések felépítése, keretszervezés, szinkronizálás. Magasabb PDH szintű jelek keretszervezése, a sebességkiegyenlítés szükségessége, lehetősége és megvalósítása, vonali bithibák hatása az egyes alrendszerekre.

Bithiba és bithibaarány (BER) mérések, az ITU-T G.821 szerinti kiértékelések.

Jitter megjelenése a vonali jelekben, jitter mérések az ITU-T G.823 szerint.

Szinkron Digitális Hierarchia (SDH)

Az SDH, a szinkron digitális hierarchia és kapcsolata a PDH rendszerekkel. Előnyök, hátrányok, új átviteli berendezések. Az STM-1 átviteli modul létrehozása és keretszervezése (VC-n, AU-n, AUG, POH, SOH stb.). Mi a szerepe a POINTER-nek? Az SDH multiplexelési struktúra (CCITT G 709). Az STM-N keret, a byte pozíciók meghatározása. Az AU, adminisztratív egységek beállítása az STM-be.

A SOH keretfejrész felépítése, a szállított információk. A POH felépítése, a szállított információk. A PDH átmenet: a MAPPING. Sebességkiigazítások. A VC-4 "látszólagos tartály" létrehozása C-4ből.

Az AU-4 és AU-3 Pointer felépítése, (pozitív, zérus, negatív kiigazítások) ábrák.

SDH berendezések felépítése: Terminálmultiplexer, SDH multiplexer, Add-Drop multiplexer, a Digitális Cross-Connect. SDH hálózatok kialakítása. A távközlési hálózatok menedzsmentje (TNM) és szerepe az üzemképesség, a hálózati védelmek szempontjából.

#### **Gerinc-(Core) hálózati megvalósítások, csomagkapcsolt hálózatok.**

Az áramkör-kapcsolt és csomag-kapcsolt hálózatok összehasonlítása, összeköttetés-alapú és összeköttetés-mentes hálózatok és a QoS biztosítása.

Az Aszinkron Távközlési Mód (ATM) meghatározása. Az ATM hálózat felépítése.

Az ATM cellák mérete, felépítése az UNI és NNI interfészekon, a payload védelme.

A virtuális út (VP) és a virtuális áramkör (VC) szerepe, a cellafejrész információi.

Az ATM referencia modellje. Az PHY rétegének feladatai: cellahatárok megkeresése, HEC generálás és ellenőrzés, a BCH hibajavító kódolás alkalmazása, a PM alréteg szerepe.

## Záróvizsga tematika 2017-18. – Távközlési hálózatok modul

### Villamosmérnök szak, híradástechnika szakirány C tanterv

---

Az ATM kapcsolók osztályozása, a memória elhelyezése. A Banyan kapcsoló.

A forgalommenedzselés folyamata. A forgalmat leíró és minőségi paraméterek (QoS), a hívásengedélyezési (CAC) eljárás.

A forgalom formálás és a cellamegjelölés szerepe. a „lyukas vödör algoritmus”.

Az ATM illesztési, adaptációs réteg (AAL) egyes forgalmi osztályai. A felhasználói információforrások forgalmi és minőségi jellemzése: CBR, VBRrt, VBRnrt, ABR, UBR.

A QoS, minőségi paraméterek hogyan függenek össze a szállított információ jellegével és ezek hogyan jelentkeznek az egyes AAL1, AAL2, és AAL5 szegmentációs eljárásaiban.

#### **AZ MPLS alkalmazása mag-(Core) hálózatokban.**

Az MPLS kapcsolás összehasonlítása az ATM, a hagyományos Ethernet, IP kapcsolással/irányítással. A Továbbítandó Ekvivalens Osztály (FEC) szerepe, valamint az MPLS és a QoS kapcsolata.

UDP szállítási réteg szegmens beágyazása és átvitele Ethernet, HDLC, PPP, ATM, MPLS megoldásokkal és összehasonlításuk.

Az optikai átvitel alapjai.

A fényvezető szálak osztályozása, jellemzői: csillapítás (abszorpció, Raleigh szórás, sugárzási veszteségek), diszperzió, módusok.

Fényvezető szálak illesztése.(Szálhegesztés, mechanikus csatlakozók).

Optikai adók. Led és lézertiódák, lézer-típusok. A kibocsájtott hullámhossz mitől függ?

Optikai modulátorok és típusai, optikai kapcsolók.

Optikai vevők. Optikai detektor jellemzők. Az O/E átalakítás alapjai.

Optikai erősítők és típusai, félvezetős megoldások.

#### **Az optikai (mag-, core-) hálózatok felépítése.**

Optikai nyaláboló eszközök: cirkulátorok (Három portos cirkulátor), csoportosított hullámvezető rács (AWG), többrétegű interferencia szűrők (FIF).

WDM (CWDM, DWDM) technológia, hálózatok kialakítása. Végberendezések felépítése, alkalmazott eszközök, eljárások. Transzponderek, multiplexerek, demultiplexerek, optikai kapcsoló elemek, diszperziókompenzálók. Optikai végződő multiplexer (OTM), optikai leágazó multiplexer (OADM), optikai erősítő (OA), optikai cross-connect (OXC). WDM architektúrák, topológiák.

Tisztán Optikai Hálózatok (All-Optical Networks). ROADM berendezések felépítése, alkalmazott eszközök, eljárások, tisztán optikai hálózatok (AON) kialakítása.

## Záróvizsga tematika 2017-18. – Távközlési hálózatok modul

### Villamosmérnök szak, híradástechnika szakirány C tanterv

---

Új generációs, ngROADM berendezések szükségessége, kialakítása. (Colorless, directionless, contentionless, gridless.)

Új generációs SDH berendezések és hálózatok. Új interfészek kialakítása. Generic Framing Procedure (GFP), Virtual Concatenation (VCAT), Link-Capacity Adjustment Scheme (LCAS), Multiservice Provisioning Platform (MSPP), Multiservice Transport Platform (MSTP), Multiservice Switching Platform (MSSP).

#### Elérési hálózatok

##### Sodrott érpár:

Az egyvivős digitális modulációk: OOK, ASK, FSK, PSK, QAM, NPSK, PAM, CAP jellemzői, összehasonlításuk, a fázis-konstellációs ábra. A Nyquist-Shannon korlát.

A több-vivős digitális modulációk (MCM; DMT) elve és megvalósítása, a Reed-Solomon hibajavítás, interleaving, egy MCM adó vázlata. Az xDSL előfizetői vonala. Zaj és csillapítás mérések hatása az US, DS spektrum-képekre.

Az xDSL elérési hálózat rendszertechnikai felépítése. DSL-NT, DSLAM, SSG, stb.

xDSL megvalósítások. HDSL, SDSL, ADSL, ADSL2, ADSL2+, VDSL, VDSL2.

Különböző szolgáltató választási technikák: Layer1; 2; 3.

##### Kábel-TV:

Kábel TV hálózattal megvalósított hozzáférés, KTV hálózatok fejlődése, tipikus KTV, HFC spektrumok. A DOCSIS és fejlődése, a DOCSIS 3.0. A CMTS és a CM feladatai, milyen modulációkat alkalmaznak. A TDMA és a S-CDMA üzemmód.

Az átviteli sebesség növelésének lehetőségei a DOCSIS szabványon: a csatornakötegelés.

A DOCSIS 3.1 újdonságai: LPDC, OFDM, full duplex

##### Optikai szál:

A különböző FTTx elérési hálózatok jellemzői, rendszertechnikai kiépítésük. Az FTTH: azaz a GPON interfész jellemzői, az interfész funkciók. A le-és fel-irányú adatsebességek, keretszerkezetek, a GPON kapcsoló kapacitása.

GPON hálózatok kialakítása (sín, fa, stb.). Az OLT, és funkciói, az ONU és funkciói, a Splitter.

GPON hálózat tervezési koncepciója, jellegzetes mérései. A labormérés leírása.

Új generációs PON architektúrák: TDM PON, WDM PON, MWDM, Elektronikusan beágyazott moduláció.

*Gudra Tibor*

**Mobil kommunikáció tematika**

**2016-tól modulra került hallgatók részére**

Elektromágneses hullámterjedés alapjai. Rádiócsatorna fogalma, jellemzői. Rádióhullámok terjedése, jellemzői. Sávtartományok hullámterjedési jellemzői.

Antenna elmélet. Antennák jellemzői. Antenna típusok és sávtartományi alkalmazásuk lehetőségei.

A rádiórendszerek felosztása és az alkalmazott rádióspektrum. Rádiós rendszerek és technológiák a frekvencia spektrum tükrében.

Műholdas távközlési ismeretek. Mobil személyi műholdas kommunikációs rendszerek. Műholdas helymeghatározó és navigációs rendszerek.

Mikrohullámú tápvonal elmélet. Elosztott paraméterű hálózatok. Állóhullám arány, reflexiós tényező, szórási paraméterek. Mikrohullámú passzív reciprok és nonreciprok áramkörü elemek. Mikrohullámú aktív eszközök, alkatrészek.

A frekvenciagazdálkodás magyarországi szabályozási rendszere. Az NMHH mérésügyi feladatai.

Mikrohullámú pont-pont, pont-multipont összeköttetési rendszerek. Mikrohullámú áramkörök tervezése és mérése.

WD Rádiós átviteli megoldások és hozzáférési eljárások (TDD-FDD; TDMA, FDMA, CDMA, OFDMA), cellás földi rádiórendszerek, frekvenciakiosztás gazdálkodás és újrahasonosítás, cellatervezés. Handover fogalma, mobil rádiós átvitel problémái, mérési paraméterek és mérőszámok.

2G, GSM mobil hálózat, rendszertechnika. Fizikai és logikai csatornák funkciói. Forgalmi példák (roaming, handover, stb.). Hitelesítés és titkosítás. Helynyilvántartás, helyfüggő szolgáltatások. 2.5G, a mobil adatátvitel kezdete. Csomagkapcsolt – vonalkapcsolt átvitel különbségei.

Mobil QoS követelmények, adatátvitel mobil hálózaton. 3G, UMTS mobil hálózat, rendszertechnika. Kódoló és hibajavító eljárások. Fizikai és logikai csatornák funkciói, forgalmi példák, teljesítményszabályzás.

4G, LTE mobil hálózat, rendszertechnika. Rádiós szakasz megoldásai: uplink-downlink megvalósítás (OFDM, SC-FDMA, ciklikus prefix, stb.) fizikai és logikai csatornák funkciói, forgalmi példák.

LTE-Advanced, 5G, jövő mobil hálózatai. Elvárások, koncepciók, legújabb eredmények.

Lokális és infrastruktúra nélküli hálózatok (WiFi, Zigbee, RFID, Bluetooth stb.).

*Kovács Róbert, Kún Gergely*

## **Távközlési hálózatok**

### **2016 előtt modulra került hallgatók számára**

#### **Az OSI Modell**

Protokoll hierarchiák, a rétegszemlélet, peer-entitás protokollok, primitívek, szolgáltat-hozzáférési pontok, a protokoll-verem, információáramlás.

Az OSI referencia modell felépítése, az egyes rétegek feladatai.

A fizikai réteg: digitális modulációs technikák alapsávon és egy-vivős modulációval. A több-vivős digitális modulációs technikák. A bitkeverés és megvalósítása, alkalmazása milyen előnyöket jelent? A multiplexelés megvalósítása, melyek ezek közül a transzparens megoldások? A CDMA elve, miben különbözik a többi multiplexelési eljárásoktól?

Az adatkapcsolati réteg: keretezési eljárások (HDLC és PPP keretek), hibajavító kódok, hiba felfedő kódok, forgalomvezérlés. Hogyan alakítható ki egy két pont közötti hibamentes, sorrendhelyes átvitelt biztosító protokoll?

A hálózati réteg: összeköttetés alapú és összeköttetés mentes szolgálatok. Forgalomirányító algoritmusok. Torlódás védelem. Minőségi paraméterek (QoS). Az MPLS átvitel jellemzői, hol helyezkedik el a „címke”.

#### **CORE (MAG-) Hálózatok**

A PDH és SDH hálózatok összehasonlítása, mapping (átmenetek).

SDH keretszervezés, multiplexelési struktúrák, sebesség kiegyenlítés.

SDH hálózatok kialakítása pont-pont; gyűrűs, öngyógyító gyűrűs.

Metro hálózatok kialakítása SDH Add-Drop Multiplexerekkel.

Az Aszinkron Távközlési Mód ( ATM ) .

Az összeköttetés-mentes hálózatok ( IP ) és az összeköttetés-alapú hálózatok összehasonlítása, különös tekintettel a QoS feladatokra.

Az ATM referencia modellje, a PHY; az ATM; az ATM adaptációs rétegek feladatai. A forgalom-menedzsment.

Az MPLS átvitel megoldásai, összehasonlítása az IP és ATM megoldásokkal.

Hogyan alakul ki az MPLS hálózat, melyek az egyes Node-k feladatai.

Az optikai átvitel alapjai. Az optikai szál tulajdonságai; optikai lézer adók; optikai lézer vevők; modulációs módszerek; optikai erősítők; csatolók (splitterek, kombinerek); optikai cross-connect.-ek (OXLC-k).

## Záróvizsga tematika 2017-18. – Távközlési hálózatok modul

### Villamosmérnök szak, híradástechnika szakirány C tanterv

Optikai hullámhossz-multiplexelési eljárások. A Wave-length-routing (WRON) alapú hálózatok kialakítása. Az optikai Add-Drop Multiplexerek kialakítása. A „fény-utak” kialakítása, menedzselése. Védelmi megoldások.

Optikai hullámhossz-multiplexelési eljárások. A WDM megoldások: SDM, SCM, TDM, OTDM. A CWDM és a DWDM. Szimplex, duplex eljárások egy szálon. Kialakításukhoz szükséges eszközök: optikai csatolók, cirkulátorok, optikai kapcsolók: (mechanikai) MEMS, (félvezetős) SOA és mikro-buborék megoldások.

A ROADM (Reconfigurable optical Add-Drop Multiplexer), mint a tisztán optikai gerinc-hálózatok ( All-Optical-Networks: AON ) meghatározó eszköze. Összehasonlítás a statikus és a dinamikus (Reconfigurable) Add-Drop-Multiplexerek között. A megvalósítási eszközök: hangolható lambda-szűrő; hangolható (lambda) sáv-szűrő; PLC-ROADM: planár félvezető kialakítású; hullámhossz-blokkoló ( WB); és a WWS, a Wave-length selectable Switch. CORE hálózatok kialakítása ROADM-ekkel. A hálózat menedzselése.

### Elérési Hálózatok

Optikai elérési hálózatok: a PON, GPON. Alapelv, architektúrák, szabványok. Rendszertechnika felépítés az OLT és ON szerepe. A fel-és le-irányú átvitel keret-struktúrája. GPON mérések és műszerek.

Sodrott érpáras elérési hálózatok: Az xDSL, azaz ADSL; ADSL2; ADSL2+; VDSL. Rendszertechnikai felépítés, Az ADSL NT és a DSLAM szerepe. Az előfizetői hurok spektruma CAP és DMT moduláció esetén. A több-vivős modulációk előnyei. xDSL mérési eljárások és módszerek a gyakorlatban. L1, L2, L3 szintű bejelentkezések. Az AAA feladatok.

Koaxiális elérési hálózatok: CATV, azaz a kábeltévés hálózatok és a DOCSIS. Az előfizetői vezeték spektrum-kiosztása. Modulációs eljárások. A CATV hálózatok rendszertechnikai felépítése. A le-irány: (broadcast) és a fel-irány (előfizető-megkülönböztető) különbözősége.

*Gudra Tibor*

### **A 2013-tól 2016-ig TH modul-ra felvett hallgatók részére a következő témák is:**

Maxwell egyenletek integrális és differenciális alakja, a közeg anyagi jellemzőinek hatása. Elektromágneses hullám kialakulásának magyarázata a Maxwell egyenletek alapján.

Távvezetékek elmélete, a távíró egyenletek és megoldásuk, a távvezeték impedanciátranszformáló hatása.

Különböző magasságú műholdas rendszerek alkalmazása.

Reflexiótényező és állóhullámarány fogalma, mérések.

Műhold-föld kapcsolat, DVB-S átvitelek, VSAT átvitel. Poláris impedanciadiagramm származtatása, jellemzői és gyakorlati alkalmazása.

Mikrohullámú hírközlő berendezésekben használt modulációs eljárások (analóg, digitális).

## Záróvizsga tematika 2017-18. – Távközlési hálózatok modul

### Villamosmérnök szak, híradástechnika szakirány C tanterv

---

Mikrohullámú antennák

Térjellemező vektorok alakulása különböző anyagi jellemzőkkel rendelkező közegek határán.

Digitális mikrohullámú berendezések átvitele (adó, vevő).

Maxwell egyenletek megoldása négyszögletes csőtápvonalra, módusok, módusfeszültség, módusáram.

Csőtápvonalak konstrukciós kérdései, csőtápvonal diszkontinuitások, üregrezonátorok működése, rezonanciafrekvenciái és jósági tényezői.

Műholdas rendszerek, a GPS működése.

Mikrohullámú állomás blokkvázlata (analóg és digitális).

Moduláció (AM, FM, QAM összefoglalás).

Kapocspári hullámparaméterek és szórási (reflexiós) paraméterek.

Koaxiális tápvonalak jellemzői, módusai és konstrukciós kérdései.

Fourier analízis.

Szalagvonalas hullámvezetők, a mikrohullámú integrált áramkörök technológiája.

Mikrohullámú csillapítók, iránycsatolók, hibridek és alkalmazásaik.

Hullámterjedés mechanizmusa különböző frekvenciákon.

EMC - EMI.

Mikrohullámú szűrők.

Dipolantenna sugárzása.

Rádióhullámok terjedését befolyásoló jelenségek.

Nonreciprok ferrites eszközök és alkalmazásaik.

Mikrohullámú vákumcsövek és félvezető eszközök.

Antenna konstrukciók, antennával kapcsolatos fogalmak.

Mikrohullámú erősítők jellemzői, tranzistoros erősítők felépítése és tervezése.

Mobil átvitel műholdas rendszerek segítségével.

*Kovács Róbert*

## **Mobil kommunikáció**

### **2016 előtt modulra került hallgatók számára**

GSM rendszer CS és PS hálózati elemei (bázisállomás-, kapcsoló- és O&M alrendszerek elemei, funkciói), GSM rádiós átviteli jellemzői, problémái (frekvenciák, hozzáférés, keretszervezés, fading-ek fajtái).

GSM logikai csatornái, azok feladata. GSM burstök típusai, hozzárendelése logikai csatornához. Logikai és fizikai csatornák összerendelése a GSM rádiós interfészen, keretszervezés.

Handoverek típusai, jellemzőik, handover folyamatok a GSM-ben. Mérések és mérési paraméterek a rádiós csatornákon a GSM-ben.

Az előfizetők helyének nyilvántartása, a location update folyamatok GSM hálózatban. A GSM védelmi rendszere (hitelesítés és titkosítás folyamata).

UMTS rendszer hálózati felépítése, hálózati elemei, azok funkciói. UMTS release-k, frekvenciák, duplexelési technológiák, cellák. QoS osztályok és azok jellemzői az UMTS-ben.

Teljesítményszabályozás fajtái az UMTS-ben. AZ UMTS csatornái, funkciói. Handoverek típusai, jellemzőik az UMTS-ben.

WCDMA alapelvei, megvalósításuk az UMTS-ben. UMTS rendszerben alkalmazott kódok típusai, tulajdonságai. Szinkronizáció folyamata az UMTS-ben.

Adaptív kódolás és moduláció megvalósítása az UMTS-ben. HSDPA jellemzői.

Az LTE hálózat felépítése, alkalmazott frekvenciasávok, az OFDMA és SC FDMA elve.

2x2 és 4x4 MIMO antennák alkalmazása, átviteli sebességek, modulációs hatékonyság.

A ciklikus prefix értelmezése, szerepe.

*Kún Gergely*



#### Infokommunikációs hálózatok

Fogalmak: Információ, adat, informatika, távközlési hálózatok, multimédia, infokommunikáció. Az infokommunikációs hálózatok fajtái, főbb jellemzőik, fejlődési irányok.

Adatátviteli alapfogalmak: Alaptételek (Shannon, Nyquist). Duplex/félduplex/szimplex átvitel. Az aszinkron és szinkron átvitel jellemzői. Adatátviteli és szimbólum sebesség fogalma, kapcsolatuk. Áramkör, csomag és üzenetkapcsolás. Hálózat-topológiák.

Szabványosítási kérdések: A szabványosítás szükségessége. Szabványosítási szervezetek. A hálózati architektúra fogalma. Protokoll fogalma, jellemzői.

Az ISO OSI referenciamodell. A nyíltság értelmezése. Az OSI elemei: protokoll, rendszer, entitás, összeköttetés. OSI rétegek és főbb jellemzőik. Protokoll funkciók. Kapcsolat a rétegek között, az interfész fogalma. Szolgáltatási primitívek. Protokoll adatalemek (PCI, PDU, SDU). Az OSI modell értékelése.

A TCP/IP és a hibrid modell: A TCP/IP kialakulása. A TCP/IP rétegek főbb jellemzői. A TCP/IP modell értékelése. Az OSI és a TCP/IP összehasonlítása. A hibrid modell.

A fizikai közeg: Sodrott érpár, koaxiális kábel, fénykábel, rádiófrekvenciás átvitel, mikrohullámú és műholdas átvitel.

Alapsávi jelátvitel: Kódolási eljárások (RZ, NRZ, AMI, Manchester, Diff. Manchester, HDB3, 2B1Q, 4B3T). A zaj és a korlátozott sáv szélesség hatása az átviteli sebességre. Rézvezetékes hozzáférési technikák: HDSL, ADSL és VDSL eszközök rendszerteknikai helye és főbb jellemzői. Az Universal Serial Bus (USB) felépítése és alkalmazási területe.

Adatkapcsolati protokollok: Az adatkapcsolati réteg feladatai: Keretezés, hibakezelés, a protokollokban alkalmazott hibavédelmi eljárások típusai. Hiba felismerési eljárások (paritás, CRC). Forgalm szabályozás, hibajavítás.

Karakter és bitorientált eljárások: Klasszikus eljárások. Keretszerkezet, transzparencia, címzési mód, vezérlő mező felépítése.

A közegelési alréteg: A közeg hozzáférési probléma. Statikus és dinamikus csatornakiosztás. Többszörös hozzáférésű protokollok. CSMA/CD. Ethernet. Token Ring. Vezeték nélküli LAN-ok. Bluetooth.

A hálózati réteg: A hálózati réteg jellemzői. Hálózatok összekapcsolása. Összeköttetés mentes és összeköttetés alapú hálózati szolgálatok. Kommunikációs hálózatok összekapcsolása. A TCP/IP hálózati rétege. IPv4, IPv6, Együttműködés az IPv4 és az IPv6 között, ICMP, IGMP, ARP, RARP, BOOTP, DHCP.

Útvonalak meghatározása: Hálózati hierarchia. Routing algoritmusok (Statikus routing, Distance Vector (DV) routing, Link State (LS) routing, Open Shortest Path First (OSPF) Policy routing).

QoS IP hálózaton: Forgalom formálás. QoS biztosítása (DiffServ, IntServ, MPLS)

## Záróvizsga tematika 2017-18. – Infokommunikációs hálózatok modul

### Villamosmérnök szak, híradástechnika szakirány C tanterv

---

A szállítási réteg: A szállítási réteg feladata, jellemzői. Szállítási szolgálati primitívek. A port és a socket fogalma. Az Internet szállítási protokolljai (TCP, UDP)

Az alkalmazási réteg: Telnet, ftp, smtp, pop3, imap dns, wins, ssh. Web technológiák (URL, http, https, HTML, XML, XHTML, portálok, keresőgépek, statikus és dinamikus dokumentumok).

Kliens-szerver architektúrák (Az alkalmazások particionálása. Kétrétegű C/S architektúrák. További C/S architektúrák. Tipikus web alapú architektúra.)

Multimédia: Szolgáltatás minőség. Protocol stack. Beszédkódolás. H323. Együttműködési kérdések. SIP.

Kriptográfia: A kriptográfia alapfogalmai és problémái. A titkosítási modell. Klasszikus titkosítási módszerek. Szimmetrikus kriptográfia. Aszimmetrikus kriptográfia. Digitális aláírás. Kulcsgondozás. Szteganográfia.

IPsec, VPN: Az IPsec keretrendszer. Az IPsec módjai. Kulcskezelés. A headerek. A VPN probléma (Bérelt vonalak, Virtuális magánhálózatok) Általános VPN koncepció. VPN megoldások.

Határfelületi védelem: Hálózatok védelme. A határfelületi védelem összetevői. A határfelület kialakítása. A tűzfalak típusai. NAT működése, összetevői, problémái.

*Dr. Beinschróth József*

### **Informatikai rendszerek üzemeltetése és biztonsága**

Alapfogalmak, az IT biztonság problematikái: Biztonság, információ, adat, adatbiztonság, adatvédelem, titokvédelem, IT biztonság.

Nemzetközi és hazai ajánlások és szabványok: TCSEC, ITSEC, CC, COBIT, ITIL, MSZ ISO/IEC 27001

Az IT rendszerek fenyegetettsége: Fenyegetettség, veszélyérzet, hamis biztonsági tudat, biztonsági környezet. Veszélyforrások – kárkövetkezmények. Fizikai veszélyforrások. Természeti veszélyforrások. Logikai veszélyforrások. Szervezeti és működési veszélyforrások. Humán veszélyforrások. Veszélyforrások az IT rendszer életciklusában.

Az IT rendszerek védelme: Védelmi módszerek. Szervezet és működésszabályozás. A humán veszélyforrások elleni védelem. A természeti veszélyforrások elleni védelem. Fizikai veszélyforrások elleni védelem. Logikai veszélyforrások elleni védelem. Védelem az IT rendszer életciklusa során. A védelem erőssége.

Az IT biztonság tervezése: Védelmi igények, helyzetfeltárás, biztonsági cél. Fenyegetettség elemzés. Kockázatelemzés. Kockázat menedzselés. Normál üzemeltetési problémák. Krízishelyzet, katasztrófa helyzet.

Működésfolytonosság, audit: Katasztrófa és működésfolytonossági tervek jellemzői. Az IT biztonsági audit változatai, módszerei.

Az informatikai rendszerek fogalma, összetevői: Az informatikai rendszerekhez kapcsolódó fő folyamatok. Az üzemeltetés szabványosításának szerepe.

Az informatikai rendszerek üzemeltetését támogató nemzetközi ajánlások: COBIT, ITIL. Az ITIL szerkezete, folyamatai.

Az informatika mint szolgáltatás: Szervezetek és felhasználók támogatása.

Érettségi modell és felhasználhatósága az informatikai rendszerek üzemeltetése területén.

Felhasználói támogatás. Service Desk. A Service Desk változatai és eszközzrendszere.

Az SLA jelentősége és tartalma. Tipikus szolgáltatások.

Incidens és problémakezelés.

Változás és kiadáskezelés.

*Dr. Beinschróth József*

**Szélessávú optikai és RF kommunikáció**

Maxwell egyenletek integrális és differenciális alakja, a közeg anyagi jellemzőinek hatása. Elektromágneses hullám kialakulásának magyarázata a Maxwell egyenletek alapján.

Távvezetékek elmélete, a távíró egyenletek és megoldásuk, a távvezeték impedanciátranzformáló hatása.

Különböző magasságú műholdas rendszerek alkalmazása.

Reflexiótényező és állóhullámarány fogalma, mérések.

Műhold-föld kapcsolat, DVB-S átvitelek, VSAT átvitel.

Poláris impedanciadiagramm származtatása, jellemzői és gyakorlati alkalmazása.

Mikrohullámú hírközlő berendezésekben használt modulációs eljárások (analóg, digitális).

Mikrohullámú antennák

Térjellemező vektorok alakulása különböző anyagi jellemzőkkel rendelkező közegek határán.

Digitális mikrohullámú berendezések átvitele (adó, vevő).

Maxwell egyenletek megoldása négyszögletes csőtápvonalra, módusok, módusfeszültség, módusáram.

Csőtápvonalak konstrukciós kérdései, csőtápvonal diszkontinuitások, üregrezonátorok működése, rezonanciafrekvenciái és jósági tényezői.

Műholdas rendszerek, a GPS működése.

Mikrohullámú állomás blokkvázlata (analóg és digitális).

Moduláció (AM, FM, QAM összefoglalás).

Kapocspári hullámparaméterek és szórási (reflexiós) paraméterek.

Koaxiális tápvonalak jellemzői, módusai és konstrukciós kérdései.

Fourier analízis.

Szalagvonalas hullámvezetők, a mikrohullámú integrált áramkörök technológiája.

Mikrohullámú csillapítók, iránycsatolók, hibridek és alkalmazásaik.

Hullámterjedés mechanizmusa különböző frekvenciákon.

## **Záróvizsga tematika 2017-18. – Szélessávú optikai és RF kommunikáció**

### **Villamosmérnök szak, híradástechnika szakirány C tanterv**

---

EMC - EMI.

Mikrohullámú szűrők.

Dipolantenna sugárzása.

Rádióhullámok terjedését befolyásoló jelenségek.

Nonreciprok ferrites eszközök és alkalmazásaik.

Mikrohullámú vákumcsövek és félvezető eszközök.

Antenna konstrukciók, antennával kapcsolatos fogalmak.

Mikrohullámú erősítők jellemzői, tranzisztoros erősítők felépítése és tervezése.

Mobil átvitel műholdas rendszerek segítségével.

*Kovács Róbert*

## **Fénytvközlés**

Fénytani alapfogalmak.

A fény geometriai és hullámoptikai interpretációja.

Fényvezetés optikai szálakban.

Optikai szálak fajtái és tulajdonságai.

Fényforrások.

Detektorok fajtái.

Optikai rendszerek.

Analóg-, digitális pont-pont optikai összeköttetések.

Optikai szálak sávszélességének kihasználása.

Sokszorozási eljárások, TDM és WDM elve.

Optikai hálózatok.

WDM hálózatképzés, funkcionális modell.

Optikai hálózatokban alkalmazott alkatrészek (csatolók, szűrők).

WDM hálózati alkalmazások (DWDM, CWDM).

Fényvezető a hozzáférési hálózatokban.

Optikai mérések.

## **Záróvizsga tematika 2017-18. – Szélessávú optikai és RF kommunikáció**

### **Villamosmérnök szak, híradástechnika szakirány C tanterv**

---

A csillapítás mérések fajtái és problémái MM és SM szálaknál.

A visszaszórás mérés elve és műszerei.

*Antók Péter*

### **Médiatechnológia és kommunikáció**

Szuperheterodin rádió felépítése, működési elve, keverés, kettős keverés, közel-távolszelektivitás.

Összetett sztereó jel, frekvencia- és időmultiplex sztereó kódolás, dekódolás,.

Emberi hang, hallás jellemzői, hangnyomásszint, hangerősség, hallásküszöb, elfedés a frekvencia- és időtartományban.

Hangjel digitalizálása, hangjel tömörítése, MPEG layer 1, 2, 3.

Digitális rádió, COFDM, védelmi intervallum, hang-adatfolyam.

Kábeltévé hálózat rendszertechnikája, fejállomás, hálózati síkok.

Kábeltévé hálózat rendszertechnikája, építőelemek, követelmények, tervezési megfontolások.

DVB-C műsorszórás rendszertechnikája, moduláció, csatornakódolás.

MPEG-2 kódoló/dekódoló főbb építőelemei, különbségi kódolás, DCT, kvantáló, VLC, RLC, videó buffer, GOP.

MPEG-2 elemi adatfolyam, PES, TS felépítése.

MPEG-2 profilok és szintek, skálázás.

Műholdas műsorszórás alapfogalmai, antennanyereség, szabadtéri csillapítás, modulációk, rendszertechnika.

DVB-S műsorszórás rendszertechnikája, moduláció, csatornakódolás.

DVB-T műsorszórás rendszertechnikája, moduláció, csatornakódolás.

LAN topológiák. CSMA/CD, Manchester kódolás, hálózat hozzáférés folyamata. LAN keret formátuma, címzés típusai. Híd és kapcsoló működési elve.

VLAN megvalósítás lehetséges módjai. Címzés formátuma. Forgalmi osztályok kialakítása. MetroEthernet alapú szolgáltatások. TAG mezők szerepe, az 1:1 és N:1 szolgáltatás megvalósítása.

Gazdagépek és útvonalválasztók közötti IPv4, IPv6, TCP, UDP protokollok formátumai. IP címzési osztályok.

DHCP alap és bővített működés. ARP, NAT és STUN működési elve.

Többesadás a híd és IP hálózatban. IGMP jellemzői. Többesadás továbbítási algoritmusok (Flooding, STP, RFB/RFM, Steiner fa,). PIM-SM működés fázisai.



## Záróvizsga tematika 2017-18. – Médiatechnológia és Kommunikáció

### Villamosmérnök szak, híradástechnika szakirány C tanterv

---

IP csomagirányítás (RIP, OSPF). IP csomagforgalom típusai. QoS eszközei; csomagminősítés, forgalom mérés, ütemezés (prioritás) módjai, torlódáskezelés.

Intserv és Diffserv megvalósítás modellje. RSVP protokoll, Diffserv működés elve.

VPN szolgáltatások. PPP, PPPoE, L2TP, IPSEC protokollok.

Scenario 0 szerinti VoIP hálózati modell. H.323 terminál rendszertechnikai felépítése. Beszédátvitel QoS jellemzői.

Scenario #1, #2” szerinti SCN és IP hálózati együttműködés konfigurációi. NAS és a gateway rendszertechnikai felépítése. Média gateway csatlakoztatásának referencia modellje. MEGACO működési elve. Valós idejű szállítási protokollok (RTP/RTCP).

Scenario #3 szerinti IP –SCN hálózati együttműködés, gateway típusok. H.323 jelzésrendszer csatornák. Valamennyi jelzési csatorna a híváskezelési folyamata.

SIP architektúra, szerverek, működési elve. Üzenetek formátuma. Híváskezelés folyamata. SIP proxy szerver típusok. Többletszolgáltatások.

MPLS címkekapcsolás. MPLS útvonalválasztók rendszertechnikai felépítése. MPLSoE, MPLSoPPP. Címkeformátum. Címke kijelölés, kiosztás, kihirdetés, visszatartás módjai.

LDP működés fázisai. FEC fogalma. Forgalomkezelés feladatai és protokolljai: CR-LDP, RSVP-TE. DiffServ szolgáltatás megvalósítása az MPLS hálózatban.

Hibavédelmi eljárások az MPLS hálózatban. Gerinchálózati megoldás az IPTV szolgáltatás számára.

VPLS, H-VPLS hálózatok építménye, működése. Martini alagút szerepe, hálózati megoldások.

KTV optikai gerinchálózat és elosztó hálózat. Hullámhosszúság multiplexálás. Triple play hálózati topológia, eszközök funkciója. PPPoE és IPoE alapú IPTV működés összehasonlítása. Sáv szélesség kiosztásával kapcsolatos fogalmak.

EPON (1Gbit/s és 10Gbit/s) hálózati topológiák. Működési fázisok.

GPON hálózat felépítése, működésének fázisai, üzenetváltások.

*Dr. Gyányi Sándor, Dr. Tóth Zoltán*

### **Médiumok kezelése**

Fénytani alapfogalmak, látás, színérzékelés, színábrázolás rendszere, additív színkeverés.

Színes televízió színábrázolási rendszere.

Videojel előállítás, váltott soros és progresszív letapogatás.

Videojel megjelenítése, jellemző paraméterek.

NTSC színes átvitel rendszertechnikája.

PAL színes átvitel rendszertechnikája.

Videojel digitalizálása, mintavételi rendszerek.

Videojel tömörítési eljárásai.

Mágneses kép- és hangrögzítés

Optikai kép- és hangrögzítés

Multimédia alapfogalmai, definíciók. (alapidokumentumok, időfüggő és időfüggetlen médiumok, interaktivitás, interaktív multimédia, navigáció, elosztott média, csatolás és beágyazás, lineáris/fa/háló struktúrák).

Multimédia egyszerű alapidokumentumainak fajtái, kezelésük. (szöveg, táblázat, rajz, kép)  
Alkalmazható szoftverek bemutatása.

Digitális képek fajtái, tulajdonságai. Képkezelés hardver és szoftver eszközei.

Prezentáció célja, alkalmazása. Prezentációs szoftverek lehetőségei. Ergonómiai szempontok a prezentáció megjelenítésében. Prezentáció nyomtathatósága (handout). Animáció és színkezelés a nyomtathatóság szempontjából. Prezentáció és interaktív multimédia összehasonlítása.

Digitális hangkezelés eszközei, alkalmazása. Editáló szoftver bemutatása.

Digitális videó kezelés eszközei, alkalmazása. Editáló szoftver bemutatása.

Multimédia szerzői rendszerek. Idődiagram és folyamat ábra jellegű multimédia szerzői rendszerek összehasonlítása.

Akusztikai hang előállítás, az emberi hang, hangszerek és működésük elve.

A hang terjedése, elhajlása, közeg változás hatása a hangra.

Az emberi hallás fiziológiája, az emberi fül felépítése.

## **Záróvizsga tematika 2017-18. – Médiatechnológia és Kommunikáció**

### **Villamosmérnök szak, híradástechnika szakirány C tanterv**

---

Hang - hangosság és mérése, kiértékelése, dokumentálása, karakterisztikái.

Az akusztikai hálózatok építő elemei, Helmholtz rezonátorok.

Az akusztikai terek, zengő -, süket szoba.

A terem akusztika, terem jellemzők, utózungési idő.

Mikrofonok felépítése, csoportosítása, karakterisztikája, működése.

A keverőasztalok bemeneti moduljának rendszertechnikai felépítése, kimeneti ellenőrző rendszere, szint diagramja.

Egy hangstúdió általános felépítése.

A telefonbeszélgetések adásba kapcsolása telefon-hybridek segítségével.

A zengető láncok rendszertechnikai felépítése a stúdióban.

Az automatikus dinamikasabályzás jellegzetes karakterisztikái.

Hangrögzítés módjai, hanglemez technika, a mágneses szalagok, lemezek.

Zaj - zajosság és mérése, kiértékelése, dokumentálása.

*Dr. Gyányi Sándor, Dr. Tóth Zoltán*