

## Tárgytematika / Course Description Irányításmélelet

LGM\_AU039\_1

Tárgyfelelős neve /

Teacher's name: dr. Kuczmann Miklós

Félév / Semester: 2023/24/1

Beszámolási forma /

Assesment: Vizsga

Tárgy heti óraszám /

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

Tárgy féléves óraszám /

Teaching hours(sem.): 3/0/0/0

### OKTATÁS CÉLJA / AIM OF THE COURSE

**A tantárgy szerepe a szakképzés céljának megvalósításában:**

A tantárgy célja a rendszerelmélet összefüggéseinek és alapvető számítási módszereinek, valamint különféle szabályozók tervezési eljárásainak bemutatása.

**A tantárgy témájának szakmai háttere, indokoltsága:**

A tantárgy alapozó és elengedhetetlen ismereteket nyújt a szakirányú tárgyak elsajátításához, továbbá elősegíti bizonyos problémák mérnöki megközelítését, a mérnöki problémamegoldási készség fejlesztését.

### TANTÁRGY TARTALMA / DESCRIPTION

□

**Tananyag tartalma oktatási hétre bontva:**

**1.** Bevezetés. A szabályozástechnika kialakulás. Szoftverek rövid bemutatása. Matematikai alapok áttekintése. Alapfogalmak. Az irányítási rendszer. Vezérlés és szabályozás. Megvalósítási kérdések.

**2-6.** Alapfogalmak. A jel, a rendszer és a hálózat definíciója. Folytonos idejű és diszkrét idejű jelek megadása, osztályozása, a rajtuk végzett műveletek. Rendszerek és jelfolyam típusú hálózatok. A hálózatok komponensei, összekapcsolási kényszerek.

Folytonos idejű rendszerek analízise az időtartományban. Az ugrásválasz és az impulzusválasz fogalma és alkalmazása, a konvolúció fogalma. Gerjesztés-válasz stabilitás. A rendszeregyenlet fogalma. Az állapotváltozó fogalma, a rendszer állapotváltozós leírása, az állapotegyenlet megoldása az időtartományban összetevőkre bontással és mátrixfüggvények segítségével. Az állapotváltozós leírás sajátértékei. Aszimptotikus stabilitás. A rendszeregyenlet és az állapotváltozós leírás kapcsolata. Számítógépes szoftverek alkalmazása.

Folytonos idejű szinuszos jel leírása valós és komplex alakban. Folytonos idejű rendszer átviteli karakterisztikája. Az átviteli karakterisztika és a rendszeregyenlet, valamint az állapotváltozós leírás kapcsolata. Szinuszos gerjesztett válasz számítása. Az átviteli karakterisztika ábrázolása: a Bode-diagram és a Nyquist-diagram. Folytonos idejű periodikus jelek Fourier-sora. A gerjesztett periodikus válasz Fourier-sorának előállítás. A Fourier-transzformáció alkalmazása általános jelek spektrális előállítására. A Fourier-transzformáció tételei. A válaszjel spektrumának meghatározása az átviteli karakterisztika segítségével. Alkalmazás: a sáv szélesség, sávkorlátozott jelek, alakhű jelátvitel, zajszűrés, szűrők. Számítógépes szoftverek alkalmazása.

Folytonos idejű jel leírása a komplex frekvenciatartományban, a Laplace-transzformáció definíciója és tételei.

Kapcsolat a Fourier-transzformációval. A rendszer átviteli függvénye és meghatározása a rendszeregyenlet és az állapotváltozós leírás alapján. Pólus-zérus elrendezés. Gerjesztés-válasz stabilitás. Válasz számítása az inverz Laplace-transzformáció segítségével, a kifejtési-tétel.

A mintavételezés folyamata. Mintavételezett jel értelmezése, időfüggvénye és spektruma. Mintavételezett jel rekonstrukciója. Folytonos idejű rendszerek diszkrét idejű szimulációja.

Diszkrét idejű rendszerek analízise az időtartományban. Az ugrásválasz és az impulzusválasz fogalma, az impulzusválasz alkalmazása, a konvolúció fogalma. Gerjesztés-válasz stabilitás. A rendszeregyenlet fogalma és megoldása összetevőkre bontással. Az állapotváltozó fogalma, a rendszer állapotváltozós leírása, az állapotegyenlet megoldása az időtartományban mátrixfüggvények segítségével. Az állapotváltozós leírás sajátértékei. Aszimptotikus stabilitás. A rendszeregyenlet és az állapotváltozós leírás kapcsolata. Számítógépes szoftverek alkalmazása.

Diszkrét idejű szinuszos jel leírása valós és komplex alakban. Diszkrét idejű rendszer átviteli karakterisztikája, a karakterisztika és a rendszeregyenlet, valamint az állapotváltozós leírás kapcsolata. Szinuszos gerjesztett válasz számítása. Az átviteli karakterisztika ábrázolása. Diszkrét idejű periodikus jelek Fourier-sora. A gerjesztett periodikus válasz Fourier-sorának előállítására. A diszkrét Fourier-transzformáció alkalmazása általános diszkrét idejű jelek spektrális előállítására. A Fourier-transzformáció tételei. A válaszjel spektrumának meghatározása az átviteli karakterisztika segítségével. Számítógépes szoftverek alkalmazása.

Diszkrét idejű jel leírása a komplex frekvenciatartományban, a z-transzformáció definíciója és tételei. Kapcsolat a Fourier-transzformációval. A rendszer átviteli függvénye és meghatározása a rendszeregyenlet és az állapotváltozós leírás alapján. Pólus-zérus elrendezés. Gerjesztés-válasz stabilitás. Válasz számítása az inverz z-transzformáció segítségével, a kifejtési-tétel.

**7. Modellalkotás. Modellezés és identifikáció.** Fizikai folyamatok leírás. Analógiák. Euler—Lagrange-egyenletek. Dinamikus rendszerek vizsgálata: DC-motor, BLDC-motor, tartályok folyadékszintje, inverz ingák, daru, golyóegyensúlyozás, helikoptermodell, járműmodell, aktív kerékfelfüggesztés, kemence, mobilis robot. Identifikáció mérési eredmények alapján. Nemlineáris rendszer munkaponti linearizálása. A modellek digitális megvalósítása.

**8. Tipikus alaptagok vizsgálata.** Arányos, deriváló és integráló alaptagok. Stabilitás. A stabilitás fogalma, Ljapunov-stabilitás, gerjesztés-válasz stabilitás, aszimptotikus stabilitás. Stabilitási kritériumok. Routh—Hurwitz-kritérium, Nyquist-kritérium, Bode-kritérium. Fázistartalék, erősítési tartalék.

**9-10. A PID-szabályozócsalád tervezése.** Tervezési kritériumok. A körerősítés. A típuszám. Fázistartalék. Holtidő. Folytonos idejű és mintavételes szabályozók tervezése.

**11-13. Az állapotvisszacsatoláson alapuló tervezés.** Rendszerek Kálmán-féle felbontása. Irányíthatóság. Megfigyelhetőség. Pólusáthelyezés. Az Ackermann-formula. Megfigyelő tervezése. Folytonos idejű és mintavételes szabályozók tervezése.

Az Az LQ optimális irányítás. Az elv bemutatása. Riccati-egyenlet. Folytonos idejű és mintavételes szabályozók tervezése.

**14. A Kálmán-szűrő.**

---

## SZÁMONKÉRÉSI ÉS ÉRTÉKELÉSI RENDSZERE / ASSESSMENT'S METHOD

**Félévközi hallgatói munka:**

**Követelmény:** 2 ZH és 2 házi feladat beadása a szorgalmi időszakban. Részletek: [www.sze.hu/~kuczmann](http://www.sze.hu/~kuczmann).

**Értékelés módja:** Minden ZH-ra min. 0, max. 5 pont kapható. A meg nem írt vagy be nem adott vagy értékelhetetlen ZH értéke 0 pont. A 2 ZH átlaga minimum 2,00 pont kell legyen. Amennyiben a 2 ZH átlaga nem éri el a 2,00 pontot, akkor PótZH-t kell írni, amely akkor sikeres, ha értéke min. 2,00. A két házi feladatot a szorgalmi időszakban, meghatározott határidőig kell hibátlanul beadni, a javítást több alkalommal meg lehet tenni. Az aláírás és a vizsgára bocsátás feltétele a fentiek sikeres teljesítése, ellenkező esetben a hallgató leckeönyvébe az „aláírás megtagadva” bejegyzés kerül, így a tárgyból nem vizsgázhat, IV jelleggel sem.

---

## KÖTELEZŐ IRODALOM / OBLIGATORY MATERIAL

### **Kötelező irodalom:**

Kuczmann Miklós: Jelek és rendszerek. Egyetemi jegyzet, Győr-UNIVERSITÁS Kht., 2005.

[www.sze.hu/~kuczmann](http://www.sze.hu/~kuczmann) oldalon közzétett kézirat.

Keviczky László, Szabályozástechnika, Universitas-Győr, Győr, 2006.

### **Ajánlott irodalom:**

Dr. Fodor György: Jelek, rendszerek és hálózatok I.-II. Egyetemi tankönyv, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1998. (csak a kapcsolódó részek)

Dr. Géher Károly, Lineáris hálózatok, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1975. (csak a kapcsolódó részek)

Tuschák Róbert, Szabályozástechnika, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1995.

Lantos Béla, Irányítási rendszerek elmélete és tervezése I., Akadémiai Kiadó, Budapest, 2001.

Bokor József, Gáspár Péter, Irányítástechnika járműdinamikai alkalmazásokkal, TypoTeX, Budapest, 2008.

---

## AJÁNLOTT IRODALOM / RECOMMENDED MATERIAL