

## ZÁRÓVIZSGA KÉRDÉSEK IRÁNYÍTÁSELMÉLET (BMEVMIIM022)

1. Mintavételes szabályozás blokksémája. Shannon-tétel, tartószerv. Mintavételi idő megválasztása. Analóg kompenzátor mintavételes közelítése, Tustin-képlet és egységugrás ekvivalencia. Mintavételes PID szabályozó integrátor antiwindup megvalósítása. A mintavételi idő megválasztására. Nyquist és Bode stabilitáskritériumok.
2. Kétszabadságfokú mintavételes szabályozó tervezése előírt referencia modell esetén. A tervezési előírások és konvertálásuk polinom fokszám feltételekké. A tervezés alapját szolgáló diophantoszi polinomegyenlet és megoldása. A statikus pontosság biztosítása. A szabályozó differenciaegyenletének meghatározása.
3. Irányíthatóság és elérhetőség lineáris, folytonosidejű rendszerek esetén. Irányíthatósági Gram mátrix és irányítható altér kapcsolata. Irányítható altér jellemzése időinvariáns (LTI) rendszer esetén, rangfeltétel, irányíthatósági lépcsős alak.
4. Megfigyelhetőség és rekonstruálhatóság lineáris, folytonosidejű rendszer esetén. Megfigyelhetőségi Gram mátrix. Megfigyelhetőség és irányíthatóság dualitása időinvariáns rendszer esetén, rangfeltétel a megfigyelhetőségre. Algebrai hasonlóság diszkrétidejű reverzibilis és folytonosidejű rendszerek között.
5. Mintavételes rendszer állapotegyenlete, áttérés folytonos időről diszkrét időre lépcsős bemenet esetén. Pólusáthelyezés állapotviszacsatolással, Ackermann képlet és place. Az alapjel miatti korrekció számítása. A szabályozási kör blokksémája állapotviszacsatolás, állapotbecslés és alapjel miatti korrekció esetén.
6. Diszkrétidejű teljesrendű aktuális megfigyelő tervezése, a feladat metematikai alakja és megoldása. A megfigyelő implementálása a valósidejű elvárások figyelembevételével. Terhelésbecslés konstans bemeneti zavarás esetén. A mintavételes szabályozó blokkvázlata állapotviszacsatolás, alapjel korrekció és terhelésbecslés esetén.
7. Nemlineáris rendszer perturbációja és linearizálása. Nemlineáris rendszer stabilitása. Ljapunov direkt módszere. Ljapunov indirekt módszere (kapcsolat a linearizált és a nemlineáris rendszer stabilitása között). Időinvariáns lineáris rendszer globális aszimptotikus stabilitása, Ljapunov-egyenlet. Maximális invariáns halmaz, LaSalle stabilitás tétele.
8. Statikus optimum szükséges feltétele skalárértékű kritérium esetén. A Karush-Kuhn-Tucker tétel és Lagrange multiplikátor szabály. Skalárértékű célfüggvény numerikus optimalizálása: gradiens, konjugált gradiens és Newton módszer. A lineáris paraméterbecslési feladat és megoldása. A rekurzív alak felejtés realizálásával, a paraméterbecslés számítása.
9. Diszkrétidejű rendszer LQ-optimalis irányítása. A feladat megfogalmazása és a megoldás algoritmus LTV rendszer esetén. A reciprok gyök tulajdonság LTI rendszer esetén, Riccati-egyenlet. A Kalman-szűrési feladat megfogalmazása. Analógia az LQ-optimalis irányítási feladattal.
10. Stabilit operátorok a  $l_2$  térben. A  $k$ -lépéssel előretartó prediktor. Blokkséma, feladat, feltételek és a megoldás alakja. Az eredmények alkalmazása 1-lépéssel előretartó prediktor esetén. Diszkrétidejű lineáris rendszermodellek: AR, ARX, ARMAX. Identifikáció a legkisebb négyzetek (LS) és a segédváltozók (IV) módszerével. Paraméter optimalizálás kvázi Newton módszerrel ARMAX modell esetén.
11. Fuzzy halmazok, tagsági függvények, tipikus T, S és c normák, fuzzy halmazműveletek. Fuzzy logika, fuzzy implikáció, fuzzy relációk standard alakja. Mamdani-féle max-min következtetés illusztrálása 2 változó és 2 reláció esetén. Defuzzifikációs módszerek. TSK típusú fuzzy rendszerek.
12. Többrétegű, visszacsatolás nélküli neurális hálózat felépítése. A hibavisszaterjesztő (BP, error backpropagation) algoritmus. Adaptív hálózat (AN) alapú fuzzy következtető rendszerek. Rétegek, kimeneti függvények és argumentumaik, fix és adaptív csomópontok. Tanítási és tesztelési I/O adatok, hibakritérium és deriválási szabályok a paraméterek szerinti hangoláshoz. ANFIS struktúra inicializálása és hibrid tanítása.