

TANANYAGLAP

K-MOOC		Gyakorlatorientált képzésfejlesztés az Óbudai Egyetemen az Ipar 4.0 jegyében	
		RRF-2.1.2-21-2022-00019	
Tananyag címe			
Jelek és rendszerek			
Szerző		Szerző elérhetősége	
Dr. Markella Zsolt		markella.zsolt@kvk.uni-obuda.hu	
		+36 (1) 666-5116 , + 36 (1) 666-5162	
Társszerző(k)		Társszerző(k) elérhetősége	
Oktatás nyelve		Kreditérték	
Magyar		2	
Intézmény neve			
Óbudai Egyetem			
Kar		Szak	
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar		villamosmérnök	
Képzési szint		Tárgykód	
6 (BProf)			
A kurzus megkezdéséhez szükséges ajánlott bemeneti feltételek		A kurzus elvégzéséhez szükséges technikai elvárások	
A kurzus megkezdése előtt rendelkezni szükséges villamosságtan, elektronika, digitális technika és méréstechnikai ismeretekkel.		Rendelkezni szükséges a kurzus anyagát futtatni képes böngészővel. Erősen ajánlott a kurzus számítógépen és nem telefonon végig csinálni.	
Rövid leírás			

A tananyag főbb területei:

Alapvető elektronikai áramkörök (1-3. fejezet):

- Bipoláris és tervezérelt tranzistoros kapcsolások
- Műveleti erősítők műszerekben való alkalmazása
- Aktív szűrők és tápegységek

Zajvédelem és digitális technikák (4-6. fejezet):

- Zaj korlátozó megoldások és differenciális logikai áramkörök
- A/D és D/A átalakítók, PWM alkalmazások
- Digitális méréstechnikai eszközök és érzékelők

Teljesítményelektronika és motorvezérlés (7-8. fejezet):

- Teljesítményelektronikai kapcsolóelemek és meghajtók
- Különböző motortípusok vezérlése (DC, AC, léptető, szervó)

Elektromágneses kompatibilitás (9-12. fejezet):

- EMC alapjai, szabványok és direktívák
- EMC mérési módszerek és eszközök
- EMC-barát áramkörtervezés
- EMC problémák gyakorlati megoldása

Tananyag célja

A tantárgy célja, hogy a hallgatók **komplex elektronikai méréstechnikai rendszerek tervezésére és megvalósítására** képessé váljanak. A tananyag egyesíti az elméleti tudást a gyakorlati alkalmazhatósággal, különös hangsúlyt fektetve a:

- **Megbízható és pontos mérési rendszerek** kialakítására
- **Zajvédelmi és EMC követelmények** teljesítésére
- **Energiahatékony megoldások** alkalmazására
- **Önálló mérnöki döntéshozatalra** és felelősségvállalásra

A képzés végén a hallgatók képesek lesznek modern elektronikai mérőrendszereket tervezni, amelyek megfelelnek az ipari követelményeknek és szabványoknak.

Tanulási eredmények, kompetenciák

Tudás	Képesség	Attitűd	Autonómia és felelősségvállalás
-------	----------	---------	---------------------------------

A hallgató ismeri a bipoláris és tervezérelt tranzistorok működési elvét, a három alapkapsolás (földelt emitteres, bázisú, kollektoros) jellemzőit, valamint a nagyfrekvenciás hatások okait és az A, B, AB osztályú erősítők tulajdonságait.	Képes egyszerű tranzistoros erősítő kapcsolások analízisére, munkapont beállítására, valamint frekvenciafüggő viselkedés értelmezésére Bode diagramok segítségével.	Precízen és gondosan közelíti meg a tranzistoros áramkörök tervezését, törekszik a megbízható működés biztosítására és figyelemmel kíséri a frekvenciafüggő hatásokat.	Önállóan képes kiválasztani a megfelelő tranzistoros alapkapsolást adott alkalmazási célra, és vállalja a felelősséget az általa tervezett erősítő áramkör működéséért.
A hallgató tudja az ideális műveleti erősítő jellemzőit, ismeri az invertáló, nem invertáló, összegző és kivonó alapkapsolások működését, valamint a precíziós és híderősítők alkalmazási területeit.	Képes műveleti erősítő kapcsolások tervezésére és számítására, valamint műszeres mérési elrendezések kialakítására híd kapcsolások alkalmazásával.	Törekszik a nagy pontosságú mérések megvalósítására, figyelemmel van a zavarok minimalizálására és a mérési hibák csökkentésére.	Önállóan dönt a megfelelő műveleti erősítő kapcsolás kiválasztásáról mérési feladatok esetén, és felelősséget vállal a mérési eredmények pontosságáért.
A hallgató ismeri az első- és másodfokú aktív szűrők típusait és jellemzőit, valamint a lineáris és kapcsolóüzemű tápegységek működési elvét és alkalmazási területeit.	Képes aktív szűrők tervezésére megadott frekvencia karakterisztika alapján, valamint tápegységek kiválasztására és alkalmazására különböző áramköri követelmények szerint.	Törekszik az energiahatékony megoldásokra, figyelemmel van a szűrők stabilitására és a tápegységek megbízható működésére.	Önállóan képes eldönteni a lineáris vagy kapcsolóüzemű tápegység alkalmazását, és vállalja a felelősséget a rendszer energiahatékonyágáért és stabilitásáért.
A hallgató ismeri a soros és közös modusú zavarjelek típusait, a zajcsökkentési módszereket (árnyékolás, Guard, csavart érpár), valamint a digitális	Képes zajcsökkentő megoldások tervezésére és alkalmazására, valamint digitális rendszerek jelintegritásának biztosítására megfelelő tervezési	Törekszik a zavarmentes működés biztosítására, gondosan alkalmazza a zajvédelmi technikákat és figyelmet fordít a rendszer megbízhatóságára.	Önállóan azonosítja a zajforrásokat és választja ki a megfelelő védelmi módszereket, felelősséget vállal a rendszer zajtűrő képességéért.

áramkörök zajvédelmi technikáit.	szempontok alkalmazásával.		
A hallgató ismeri az analóg-digitális átalakítás alapelveit (mintavételezés, kvantálás, kódolás), a különböző átalakító típusokat és a PWM technika működését és alkalmazási területeit.	Képes kiválasztani a megfelelő A/D és D/A átalakítót adott alkalmazáshoz, valamint PWM jel előállítására és feldolgozására különböző szabályozási feladatokban.	Törekszik a megfelelő felbontás és mintavételi frekvencia megválasztására, figyelemmel van az átalakítás pontosságára és sebességére.	Önállóan képes meghatározni az átalakítók specifikációit rendszerkövetelmények alapján, és felelősséget vállal a digitális feldolgozás minőségéért.
A hallgató ismeri a távadók típusait és jellemzőit, a különböző fizikai mennyiségek mérési módszereit, valamint az érzékelők működési elveit és alkalmazási területeit.	Képes mérési rendszerek tervezésére különböző fizikai mennyiségek érzékelésére, valamint megfelelő érzékelők kiválasztására és kalibrálására.	Törekszik a pontos és megbízható mérések megvalósítására, figyelemmel van az érzékelők környezeti hatásokkal szembeni védelmére.	Önállóan tervez mérési elrendezéseket, kiválasztja a megfelelő érzékelőket és távadókat, valamint felelősséget vállal a mérési rendszer pontosságáért és hosszú távú stabilitásáért.
Ismeri a teljesítményelektronika kapcsolóelemeinek (relé, bipoláris tranzisztor, MOSFET, IGBT, SSR) felépítését, működési elvét és alkalmazási területeit	Képes megtervezni kisteljesítményű és nagyteljesítményű terhelések meghajtó áramköreit, valamint alkalmazni a galvanikus leválasztás módszereit	Törekszik a biztonságos és hatékony teljesítményelektronikai megoldások alkalmazására, különös tekintettel az induktív terhelések védőáramköreire	Önállóan választja ki a megfelelő kapcsolóelemet az adott teljesítménytartomány és alkalmazási követelmények alapján
Ismeri a DC, AC, léptető és szervo motorok felépítését, működési elvét, valamint a H-híd kapcsolás működését és PWM vezérlési módszereket	Képes megtervezni H-híd alapú motorvezérlő áramköröket, alkalmazni a különböző léptetőmotor vezérlési módokat (full step, half step, microstepping)	Értékeli a precíz motorvezérlés jelentőségét automatizálási alkalmazásokban és törekszik a hatékony energiafelhasználásra	Felelősségteljesen alkalmazza a dead time beállítást H-híd vezérlésben és önállóan választja ki a megfelelő motortípust az alkalmazási követelmények alapján

Ismeri az EMC alapfogalmait (EMI, EMS, ESD, EFT), zavarjelek terjedési módjait, valamint a nemzetközi és európai EMC szabványrendszert és direktívákat	Képes azonosítani az EMC problémák kialakulásának feltételeit, értelmezni az EMC határértékeket és alkalmazni a dB számítások alapjait	Tudatosan alkalmazza az elektromágneses kompatibilitás elveit elektronikai rendszerek tervezése során a zavarmentes működés biztosítása érdekében	Önállóan alkalmazza az EMC direktívák és szabványok követelményeit elektronikai fejlesztések során, felelősségteljesen figyelembe véve a zavarvédelem szükségességét
A hallgató ismeri az EMC mérésekhez használt speciális mérőeszközök (mérővevő, spektrumanalizátor, LISN, CDN) működési elvét és jellemzőit, valamint tudja a különböző detektortípusok (átlagoló, csúcs, kvázi-csúcs) működését és alkalmazási területeit	A hallgató felismeri a vezetett és sugárzott zavarjel mérések közötti különbségeket és határfrekvenciákat (30 MHz), valamint képes azonosítani a tesztkörnyezetek típusait (nyílt terep, árnyékolt mérőszoba, TEM/GTEM cella) és azok jellemzőit	A hallgató elkötelezett a pontos és szabványos EMC mérési módszerek alkalmazása mellett, valamint nyitott a mérési technológiák folyamatos fejlődésének követésére	A hallgató önállóan képes kiválasztani az adott mérési feladathoz megfelelő mérőeszközöket és tesztkörnyezetet, valamint felelősséget vállal a mérési eredmények pontosságáért és megbízhatóságáért
A hallgató érti az EMC alapelveit az áramkörtervezésben, ismeri a zavarjel-csatolási utakat (kapacitív, induktív, sugárzás, galvanikus csatolás), valamint tudja az alkatrészek valódi karakterisztikáját és azok eltérését az ideális modellektől	A hallgató képes NYÁK tervezési szempontokat alkalmazni EMC szempontból (rétegezés, vonalvezetés, földelés), alkalmazni tudja az alkatrész választási és elhelyezési szabályokat, valamint használni képes speciális EMC stratégiákat (guard vezetékek, lezárások, particionálás)	A hallgató tudatosan törekszik az EMC-barát tervezési gyakorlat alkalmazására, valamint kritikusan értékeli a kapcsolási rajz és a fizikai megvalósítás közötti különbségeket	A hallgató önállóan dönt az EMC követelmények teljesítéséhez szükséges tervezési döntésekről, valamint felelősséget vállal az áramkör EMC-megfelelőségéért a teljes tervezési folyamat során
A hallgató elsajátítja az EMC problémák	Képessé válik EMC problémák	Kialakul benne a rendszerszintű	Önállóan képes értékelni elektronikai

osztályozását, jellemzőit és a gyakorlati megoldási stratégiák elméleti hátterét, valamint megismeri a valós ipari esettanulmányok tanulságait	felismerésére és azonosítására, valamint alapvető hibaelhárítási lépések megtervezésére egyszerű elektronikai rendszerekben	szemléletmód az elektronikai tervezésben, valamint az EMC problémák megelőzésének fontosságát felismerő, proaktív mérnöki hozzáállás	rendszerek EMC kockázatait, valamint felelősséget vállal az EMC szempontok figyelembevételéért saját tervezési munkájában
--	---	--	---

Tematika	
Fejezetek és leckék	
1. Bipoláris és tervezérelt tranzistoros kapcsolások (ismétlés), nagyfrekvenciás működés. Hangolt erősítők, végerősítők.	
1.1	Bioláris tranzistoros alapkapcsolások
1.2	Tervezérelt tranzistoros alapkapcsolások
1.3	Frekvenciafüggés, hőmérsékleti analízis
1.4	A, B, AB osztályú erősítők
1.5	Hangolt erősítők, végerősítők.
2. Műveleti erősítők műszerekben való alkalmazása: precíziós erősítők, híderősítők.	
2.1	Ideális műveleti erősítő
2.2	Invertáló, nem invertáló alapkapcsolás
2.3	Összegző, kivonó áramkörök
2.4	Precíziós erősítők
2.5	Híderősítők
3. Aktív szűrők, feszültség és áramstabilizátorok, referenciák.	
3.1	Első és másodfokú aktív szűrők
3.2	Frekvenciatartománybeli vizsgálata
3.3	Feszültség stabilizátorok
3.4	Áramstabilizátorok és referenciák
3.5	Kapcsolóüzemű tápegységek

4. Zaj korlátozó megoldások, differenciális logikai áramkörök, Jelintegritás kérdései, tervezési szempontok, védelmek.

4.1	Soros és Közös modulusú zavarjelek
4.2	Soros és Közös modulusú zavarjelek csökkentése (lebegő bemenet, árnyékolás, Guard, csavart érpár)
4.3	Zajok az analóg áramkörökben (kisimpedanciás bemenet, árnyékolás, elhelyezés, alkatrész zaja, differenciális jelvezetés)
4.4	Zajok a digitális áramkörökben (zajtartalék, differenciális jelvezetés, nagyszintű logika)
4.5	Áramkör kialakítási szempontok (totem-pole, open collector, 3-state)

5. A/D és D/A átalakítók. PWM elv és alkalmazása.

5.1	A/D és D/A elve, hibái, karakterisztikák
5.2	Összegző D/A , R-2R létra átalakító D/A
5.3	Számláló A/D, követő A/D
5.4	Fokozatosan közelítő A/D, kettős meredekségű A/D
5.5	PWM elv és alkalmazása, szigma-delta átalakítók

6. Digitális méréstechnikai eszközök, érzékelők. (villamos és nemvillamos)

6.1	Távadók fajtái és részegységei analóg/digitális
6.2	U, I, R mérés (DC és AC)
6.3	Erő-, gyorsulás-, érzékelés
6.4	Fordulatszám-, hőmérséklet érzékelés
6.5	Elmozdulás-, fény- érzékelés

7. A teljesítményelektronika félvezető eszközei, ezek kezelése vezérlése, alkalmazása ohmos és induktív terhelések esetén, teljesítménymeghajtók.

7.1	Relé, teljesítmény MOSFET, bipoláris tranzistor
7.2	IGBT, szilárdtest relé
7.3	Kisteljesítményű terhelések meghajtása (LED, relé)
7.4	Nagyteljesítményű terhelések meghajtása (elektromágnesek, motorok)
7.5	Teljesítmény MOSFET meghajtása, galvanikus leválasztás

8. Motorok fajtái (DC, AC, léptető, szervo), H-híd alkalmazása. Léptetőmotor vezérlése

8.1	DC motorok felépítése
8.2	AC motorok felépítése (szinkron, aszinkron, BLDC)
8.3	Szervo motorok felépítése, vezérlése
8.4	H-híd alkalmazása
8.5	Léptetőmotor vezérlése
9. Az elektromágneses kompatibilitás alapjai: definíciók, jelenségek, szabályozás (direktívák, szabványrendszer).	
9.1	Zavarjelek terjedése
9.2	EMC jelenségek osztályozása, tulajdonságai
9.3	Zavarvédelem szükségessége
9.4	EMC szabályozás
9.5	EMC határértékek értelmezése
10. A kibocsátás és érzékenység mérése, mérőeszközei.	
10.1	Vezetett zavarjel kibocsátás mérése, mérőeszközei
10.2	Vezetett zavarjel érzékenység mérése, mérőeszközei
10.3	Sugárzott zavarjel kibocsátás mérése, mérőeszközei
10.4	Sugárzott zavarjel érzékenység mérése, mérőeszközei
10.5	Néhány mérési elrendezés
11. EMC az áramkörtervezésben.	
11.1	Kapcsolási rajztól az áramköri megvalósításig
11.2	Alkatrészek valódi karakterisztikája
11.3	NYÁK tervezési szempontok
11.4	Alkatrész választási és elhelyezési szempontok
11.5	Néhány speciális stratégia
12. EMC problémák, megoldások példákkal szemlélítve.	
12.1	Bevezetés: valóságos gyakorlati példák
12.2	Vezetett zavarjel korlátozása
12.3	Árnyékolás

12.4	Reflexiók
12.5	ESD
Számonkérő egységek	
1.	Az 1-6 egységek után azok tartalmából teszt.
2.	A 7-12 egységek tartalmából teszt.

Követelmények és az értékelés módja, szempontjai		
Követelmények Ezen e-learning tananyag a tárgy előadás részének teljesítésére elegendő. A tárgyból az aláírás megszerzésének két feltétele van. Részint ebben a kurzusban mind a két számonkérő teszt legalább 50%-ra teljesítése. Másrészt a minden laboratóriumi foglalkozás elvégzése.		
	Értékelésbe számító feladatok	Súlyozás
	1. számonkérő teszt	50%
	2. számonkérő teszt	50%
A kurzus teljesítése a szorgalmi időszakban lehetséges, aláírással zárul. Pótlási lehetőség a vizsgaidőszak első 10 munkanapjában aláírás pótlás keretei közt a tesztek ismételt megírásával.		
Értékelés módja és szempontjai	Elektronikus tesztek írása. Mindegyik teszt eredményének külön - külön el kell érnie az 50%-ot az aláírás megszerzéséhez.	
	Ponthatár	Értékelés
		aláírás megtagadva
		aláírva

Irodalom	
Kötelező irodalom	Az e-learning tananyag jegyzete.

Ajánlott irodalom

U.Tietze–Ch. Schenk: Analóg– és digitális áramkörök,
Műszaki Kiadó 1993 5. kiadás

Henry W. Ott: Electromagnetic Compatibility Engineering,
John Wiley & Sons Inc 2009

Kelt: Budapest, 2026.02.20.