



ZRÍNYI MIKLÓS NEMZETVÉDELMI EGYETEM
BOLYAI JÁNOS KATONAI M SZAKI KAR
Katonai M szak i D o k t o r i I s k o l a
Alapítva: 2002 évben – Alapító: Prof. Solymosi József DSc.

Veres György

**Katonai alkalmazású komplex villamos rendszerek
üzemeltetéséhez szükséges villamosmérnöki ismeretek
oktatásának néhány sajátossága, különös tekintettel a
Digitális elektronika tananyagára**

Doktori (PhD) értekezés

Tudományos témavezet :

Prof. Dr. Zsigmond Gyula PhD
f i s k o l a i t a n á r

Budapest, 2006.

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS	5
1. FEJEZET	
KOMPLEX VILLAMOS RENDSZEREK OKTATÁSA	
A KATONAIM SZAKIFISKOLÁN	11
1.1 A katonai komplex villamos rendszerek és az üzemeltetésükhöz szükséges mérnöki tudásanyag struktúrája	11
1.1.1 A szakmai törzsanyag és a differenciált (katonai) ismeretek	15
1.2 A katonai komplex villamos rendszerek oktatása 1956 – 2006 között	16
ÖSSZEFOGLALÁS, KÖVETKEZTETÉSEK	21
2. FEJEZET	
TANANYAG KIVÁLASZTÁS ÉS ELRENDEZÉS	
A FELSOROKTATÁSBAN	23
2.1 A tananyag kiválasztás elve és gyakorlata a felsoroktatásban	23
2.2 A tananyag vertikális és horizontális elrendezése	24
2.3 A tananyag kiválasztás és elrendezés egzakt eljárásai	25
2.3.1 A reláció-mátrix eljárás	29
2.3.1.1 A logikai kontúr	31
2.3.1.2 A sorrendiség megállapítása	37
2.3.1.3 Tömörségi vizsgálat	38
2.3.1.4. Zártsági vizsgálat	40
ÖSSZEFOGLALÁS, KÖVETKEZTETÉSEK	42
3. FEJEZET	
A DIGITÁLIS ELEKTRONIKA TANTÁRGY VIZSGÁLATA	44
3.1 A szakmai törzsanyag koordinációjának vizsgálata	44
3.2 A Digitális elektronika tantárgy vizsgálata	48
3.2.1 A tananyag kiválasztása	49
3.2.2 A Digitális elektronika tananyagstruktúra modellezése	50
3.2.2.1 A tananyag gráf-modell	51
3.2.2.2 Mátrix-transzformációk	53
3.2.2.3 Követelményszint-koordinációs modellvizsgálat	54
3.2.2.3.1 Belső és külső indexek	56

3.2.2.3.2 Oktatási indexek	61
3.2.4 A tananyag változtatás vizsgálata	61
3.2.4.1 A tananyag--módosítás típusai	62
3.2.4.2 A tananyagfejlesztés modellje	63
3.3 Tantárgyak párhuzamos taníthatósága	65
3.4 A szimuláció alkalmazása a tananyag oktatásában	67
3.4.1 Szimuláció a pedagógiában	67
3.4.2 Digitális áramkör-szimuláció	69
3.4.3 A Micro-Cap szimulációs program alkalmazása	70
3.5 Laboratóriumi mérési gyakorlatok	75
3.5.1 A mérési gyakorlatok tartalma	75
3.5.2 Szimuláció alkalmazása a mérési gyakorlatokon	77
ÖSSZEFOGLALÁS, KÖVETKEZTETÉSEK	81
4. FEJEZET	
A TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA, AJÁNLÁSOK	84
4.1 Összefoglalás	84
4.2 Összegzett következtetések	85
4.3 Új tudományos eredmények	86
4.4 Ajánlások	87
4.5 A témakörben készült publikációim	88
FELHASZNÁLT IRODALOM	90
MELLÉKLETEK	94

*"H a a tan í t á s m v é s z e t,
a k k o r a t a n í t á s r a v a l ó f e l k é s z í l é s t u d o m á n y"
O r l i c h, 1 9 8 0.*

BEVEZETÉS

A komplex villamos rendszereket a Magyar Honvédségben elterjedten alkalmazzák. A légvédelem területén elsőként 1954-ben a DVINA légvédelmi rakétakomplexumok rendszerbe állításával kezdődött meg a Magyar Néphadseregben – mai értelmezésben – a komplex villamos rendszerek alkalmazása. A hadsereg intenzív fejlesztése és modernizálása következtében 1970-ben a harci-technikai eszközök 30 %-a, 1980-ban pedig már 40 %-a tartozott a fenti fogalomkörbe. A rendszerbe állított komplex villamos rendszerek specifikus jellemzőit elsősorban az eltér generációjú berendezések egyidejű alkalmazása, ezek erkölcsi amortizációja, valamint a berendezések irányítási és szabályozástechnikai alrendszereiben, továbbá ezek automatizáltsági fokában mutatkozó kvalitatív különbségek jelentették.

A katonai-műszaki felsőoktatás célrendszerére kezdett átvonulni a kettős rendszer volt a meghatározó, ami azt jelenti, hogy a **képzés műszaki törzsanyagát** egyfelől az általánosan fejlődő mérnök-műszaki ismeretek, másfelől az üzemeltetett vagy üzemben tartott technikai eszközrendszerek működését meghatározó elméleti fizikai törvényszerűségek képezték,

Ezért mindenkor, még a jelen időben is (és még sokáig) fokozott gondot okozott a kettős jellegű tananyag kiválasztása és elrendezése. Ez a kettősség szerencsés esetben szinkront jelentett, más esetekben (pl. régebbi technikánál) aszinkront.

A technikai színvonal kettősségéből adódó nehézségek mindenekelőtt a komplex villamos rendszerek üzemeltetésére és üzemben tartására történő oktatásban jelentkeztek. Ez a problémakör különösen 1967-ben, a katonai tanintézetben a felsőiskolai képzés bevezetésének időszakában vált jelentőssé, de még közel harminc év elteltével is ez a kettősség determinálja a villamosmérnök, illetve a hadmérnök képzés tananyagát. A komplex villamos rendszerek üzemeltetését (és üzemben tartását) végző mérnöktisztek 1973-tól kezdődően katonai és polgári felsőfokú végzettséget szerezhettek. Ennek alapvető kritériuma volt a polgári képzéssel egyenértékű, korszerű (progresszív) tananyag és emellett a már amortizálódott, a konkrét katonai berendezés üzemeltetésére irányuló tudásanyag oktatása is. Ez a korreláció egyrészt a polgári és katonai oktatási szféra szimbiózisát, másrészt a katonai oktatás diszjunkt jellegét és integráltságát is meghatározta.

A tananyag progresszív és amortizálódott tartalma közötti minőségi különbség – alapvetően az elektronika robbanásszerű fejlődése következtében – szinte kezelhetetlenné vált. Az 1990-es évek elején a digitális, VLSI technikai szint mellett az MH-ban pl. a rendszerben lévő rádiólokátorok 95 %-a még analóg kódos elektroncsöves berendezés volt [1]. Ugyanakkor a harcállás- és vezetési pontokon a beérkező analóg információk feldolgozása, a célpályák extrapolálása már korszerű, digitális számítástechnikai eszközökkel történt.

A progresszív és az amortizálódott tartalom közötti különbség növekedése a tartalom kiválasztását, a tananyagszerkezet kialakítását, a módszertani szempontok és az oktatás-technológia kiválasztását az oktatási célok függvényében differenciálta. Az intézményben folyó képzési formák bővülésével, illetve a képzési struktúra átalakításával az elektronikai tananyag oktatása, tantárgyi felosztása a fenti irányelvek, tényezők figyelembevételével végezhető, sok tényező bonyolult folyamattá vált.

Több mint harmincöt éves oktatói pályám nagyobb részét az elektronika oktatásához kapcsolódik; 1975-től végzem az elektronika – előbb alkalmazási terület szerint-, majd 1987-től a feldolgozott jel fizikai jellemzőinek megfelelően szétválasztott – tananyagának oktatását. A BME mérnök-tanári szakán folytatott tanulmányaim során találok először az oktatási célt és követelményrendszert figyelembe véve tananyag meghatározását végző egzakt eljárásokkal, amelyeket saját oktatói tevékenységemben alkalmaztam. Kezdetben hálós tervezéssel, majd gráf-módszerrel végeztem el a tananyag kiválasztását és elrendezését, ezen belül annak a tartalomnak a meghatározását, amely a képzési formáktól függetlenül szükséges az elektronika mai szintjének oktatásához.

A katonai felső oktatásban az időszaki kérdések középpontjában a képzés szerkezeti átalakítása áll (képzési szintek módosítása, az oktatási intézmények közötti átjárhatóság, kreditrendszer stb.). A felső oktatás makró-folyamatai ezeken keresztül deteminálják az oktatási folyamat belső összefüggéseit, ezért a belső folyamatok vizsgálatai többnyire a makró-folyamatok rendszerében végezhetőek el. Megítélésem szerint szükséges egy olyan vizsgálati eljárás kialakítása, amely a változások hatását extrapolálja a képzésre és azokat kezelni tudja.

Mindezen megállapításokat figyelembe véve 1995-től a BJKMF Elektronika Tanszéken végzett kutatásaim a szakmai törzsanyag tantárgyainak összehangolt – ezen belül az elektronika - oktatását figyelembe véve a tananyagszerkezet és tartalom

koordinációjának vizsgálata mellett a tananyag fejlesztés egzakt módszerekkel történ meghatározására irányult.

A TUDOMÁNYOS PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA

Az MH-ban a komplex villamos rendszer fogalomkörébe tartozó eszközök üzemeltetésére (üzembentartására) történ felkészítés a ZMNE Bolyai János Katonai M szak i K arán folytatott oktatással valósul meg. Jelenleg villamosmérnöki, majd 2008-tól hadmérnöki képesítéssel kerülnek a végző s hallgatók a fenti eszközökkel kapcsolatos beosztásokba. Rövidtávon ugyanazokra az eszközökre történik a hallgatók felkészítése m indkét képzési fo m ában, de egym ástól eltér képzési struktúrában és tananyagtartalommal.

Az MH-ban a csapatok különböz generációjú (és technikai fejlettségi szintet képvisel) komplex villamos berendezéseket használnak feladataik megoldása során. Ezek a berendezések egym ástól eltér arányokban tartalm aznak analóg és digitális áramköri részegységeket. Vannak olyan berendezések, amelyekben még analóg számítógépek, diszkrét tranzistoros áramkörök találhatóak és olyanok is, amelyek már a legmodernebb analóg és digitális integrált áramköröket tartalmazzák. Ezért a beosztásra történ felkészítésen belül m eghatározó fontosságú az A nalóg elek tronika és a Digitális elektronika tantárgy.

A Z M N E integráns része a m agyar fels oktatásnak, így az itt folytatott képzésnek meg kell felelni a társadalmi- és ezen belül a Magyar Honvédség vezetése által megfogalmazott szakmai elvárásoknak. A z oktatásnak van egy lényegesen eltér sajátossága a hasonl ó képzési profilú fels oktatási intézm ényekhez viszonyítva. A m íg a polgári fels oktatási intézm ények nagyon alapos szakm ai felkészít m unkát végeznek és egy szakmai területre irányuló képzéssel jól felkészített mérnököket bocsátanak ki, a fiatal szakemberek végzésük után, az els m unkahelyükön türelm i id t kapnak arra, hogy munkakörük gyakorlásához betanuljanak és többnyire nem kell ebben az id szakban felel s döntéseket hozniuk. A ZMNE-n felkészített mérnöktiszteknek már az els beosztásukba kerülve alkalm asnak kell lenniük arra, hogy a rájuk bízott katonai berendezéseket harci körülm ények között alkalm azva, felel sségteljes döntéseket hozva, embereket irányítva, azok életéért is felel sséggel tartozva végezzék munkájukat. Egy mérnöktiszt hivatásának gyakorlása közben összetett szervezeteket vezet-irányít, nagy bonyolultságú technikai eszközöket használ, embereket képez ki,

készít fel a harcra. Az erre való gyakorlatorientált felkészítés fokozott felelősséget ró az oktatás valamennyi résztvevőjére.

A Villamos és Természettudományi Alapozó Tanszék oktatótevékenységében a gyakorlati felkészítés elősegítése a laboratóriumi foglalkozások keretében a Méréstechnika tantárgy keretei között, valamint a gyakorlatorientált, évközi feladatok kidolgoztatása formájában valósul meg.

KUTATÁSI CÉLKITZÉSEK

1. Elemzem tantervi szinten a katonai alkalmazású komplex villamos rendszerek üzemeltetésére történő felkészítés ötven évet átfogó időszakát, ezen belül meghatározom a felkészítés korszerű tudásanyag struktúráját.
2. Meghatározom a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Bolyai János Katonai Műszaki Kar Villamos és Természettudományi Alapozó Tanszék által oktatott tantárgyak makrokoordinációs elemzésével a tantárgyak optimális oktathatóssági sorrendjét.
3. Elvégzem a Digitális elektronika tantárgy tananyag kiválasztási és elrendezési szempontjainak elemzését, a tananyag mikrokoordinációs vizsgálatát.
4. Az általam oktatott Digitális elektronika tantárgy oktatása hatékonyságának további növelése céljából feltárom a szimuláció alkalmazási lehetőségét a tantárgy oktatási folyamatában.
5. A mérési gyakorlatok hatékonyságának továbbfejlesztése céljából elvégzem a tanszéki laboratóriumi foglalkozások szakmai-didaktikai elemzését, kidolgozom a laboratóriumi mérési foglalkozások megtervezésének és lebonyolításának továbbfejlesztett módszerét.

KUTATÁSI MÓDSZEREK

A kutatási célok (és célkitűzések) teljesítése érdekében az alábbi kutatási módszereket alkalmaztam:

tanulmányoztam a témához kapcsolódó szakirodalmat,
 az említett szakirodalmak tanulmányozásához igénybe vettem a ZMNE könyvtára, valamint a BMGE, az Országos Pedagógiai Könyvtár és Múzeum anyagát, valamint az internet adta lehetőségeket,
 szóbeli konzultációkat, szakmai beszélgetéseket folytattam a katonai és polgári m. szak. fels. oktatásban oktató kollégákkal,
 elemeztem a polgári fels. oktatási intézményekben a kutatómunkámhoz kapcsolódó tantárgyak oktatásának tapasztalatait,
 a polgári fels. oktatási intézményekben tanulmányoztam a laboratóriumi mérési gyakorlatokat tartalmi és módszertani szempontok alapján.

VÁRHATÓ EREDMÉNYEK

Várható eredménynek tekintem:

a komplex villamos rendszer fogalmának tisztázását, a katonai szakmai törzsanyag oktatása szempontjából,
 a Villamos és Természettudományi Alapozó Tanszék által oktatott tantárgyak matematikai alapú makrokoordinációs vizsgálatából adódó, az oktatott tantárgyak szakmai-didaktikai kapcsolatelemzést,
 a Digitális elektronika tananyagának zártsági-, és követelmény-szintkoordinációs modellvizsgálatát, valamint a tananyagfejlesztésre és a tananyagmódosításra vonatkozó modellvizsgálatokat,
 a tantárgyak párhuzamos taníthatóságára vonatkozó operátor, illetve algoritmus kidolgozását. A tananyag bels., és a különböző képzési formák által támogatott küls. indexeinek egy tárgykörre történő kidolgozásával bemutatom a követelmény- és oktatási indexek értelmezését a Digitális elektronika tantárgyra vonatkozóan,
 az elméleti tananyag oktatását és a laboratóriumi mérési foglalkozások hatékonyabbá tételét a szimuláció adekvát bevezetésével.

Az értekezés négy fejezetből áll. Az első fejezet a komplex villamos rendszerek katonai műszaki főiskolán történő oktatásának általános és specifikus jellemzőivel foglalkozik. A második fejezet a felső oktatásban alkalmazott tananyagkiválasztás és elrendezés egzakt vizsgálati módszereit és a modell vizsgálatokat mutatja be. A harmadik fejezet a Digitális elektronika tananyagának kiválasztását és elrendezését, valamint a laboratóriumi foglalkozások elemzését; a negyedik fejezet a kutatási eredmények összefoglalását és az alkalmazására vonatkozó ajánlásokat tartalmazza.

1. FEJEZET

KOMPLEX VILLAMOS RENDSZEREK OKTATÁSA A KATONAIM SZAKIF ISKOLÁN

1.1 A katonai komplex villamos rendszerek és az üzemeltetésükhöz szükséges mérnöki tudásanyag struktúrája

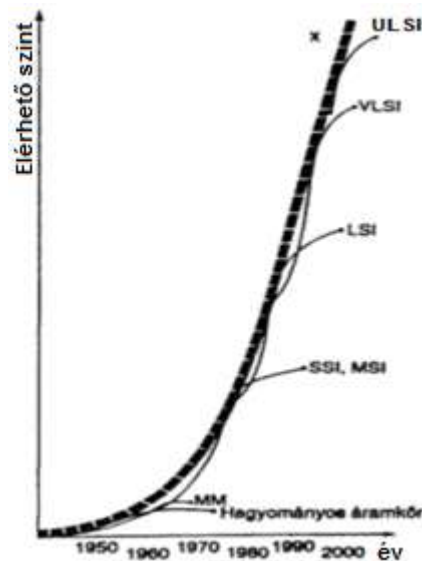
A villamos berendezések és rendszerek kategorizálására bevezetett komplex jelz használatát paradox módon az elektronika fejlődése tette szükségessé. A fogalmat először az MSz 1600 villamos berendezésekre definiálta, a 8/2001. (III. 30) GM rendelet viszont már a villamos rendszerekre terjesztette ki [2] [3]. Mindezek ellenére a szakirodalomban nincs a fogalomnak egységes definíciója. Lényegében ez vonatkozik a katonai alkalmazású komplex villamos rendszerekre is, annak ellenére, hogy a külföldi szakirodalomban definiált fogalomkör koherensnek tekinthető [4] [5].

A [6] [7] és [8] szakirodalom alapján a katonai alkalmazású komplex villamos rendszerek az egymással funkcionálisan összekapcsolt energetikai, elektronikai, irányítástechnikai, kommunikációs és informatikai alrendszerekhez csoportosítható villamos szerkezetek (berendezések) összessége. A katonai alkalmazás további három kritériumát a mikrohullámú alrendszer, illetve a nagyfrekvenciás m ködési tartomány, a specifikus energetikai alrendszer, valamint a szélsőséges hőmérséklettartományokban történő m ködés jelenti. A katonai komplex villamos rendszereket, pl. a légvédelemben rendszeresített rakétakomplexumok, radarok és a híradó rendszerek reprezentálják.

A katonai alkalmazású komplex villamos rendszerek tipikus struktúráját az 1. ábra mutatja [6]. Az ábrán jól követhető egy légvédelmi rakéta komplexum alrendszerei, sőt a m ködés algoritmus is. Az elektronikai alrendszerhez tartozó felismerés, felderítés, rávezetés egység egy-egy mikrohullámú radarberendezés, de az információ (vezérlő jelek, parancsok, jelzések, stb.) továbbítása is mikrohullámú tartományban történik. Az ellenrész-indító berendezésben m köd számító gép az irányítás- és szabályozástechnikai alrendszer m ködtetéséhez szükséges folyamatos koordinátákat adja meg. Az energetikai alrendszerek (tápegységek) a 220 V, 400 Hz-es váltakozó feszültség és a 27 V-os egyenfeszültség hálózatot (áramköröket) táplálják.

Az **elektronikai alrendszer** (az analóg és digitális áramkörök) fejlődése miatt [9] egyre modernebb eszközök kerülnek rendszeresítésre az MH-ban is, ezért e rendszerek elméleti és gyakorlati kérdéseinek oktatása a Karon folyó villamosmérnök-képzésben egyre nagyobb szerepet játszik. Különösen a digitális alrendszerek elméleti alapjainak tisztázása, a gyakorlati alkalmazások számára rendkívül fontos üzemi paraméterek értékelése sok tekintetben eltér szemléletmódot kíván a még mindig lényeges szerepet játszó analóg alrendszereknél megszokotthoz képest [10].

Az elektronikus áramkörök technikai fejlődése során – különösen a digitális áramkörök tekintetében – a folyamatos minőségjavulás mellett az integrált áramkörök megjelenése és az integráltsági fok folyamatos növekedése alapvető változásokat hozott létre. Az integráltsági fok időbeli változását mutatja be a 2. ábra [11]. Az áramkörök fejlődési burkológörbéjéből (az X-el jelzett trendgörbe) jól látható a fejlődés exponenciális jellege. Napjaink technológiai színvonala már a VLSI-t is meghaladta, mert a jelenlegi integráltsági fok már az ULSI, sőt a nano-tartományban helyezkedik el.

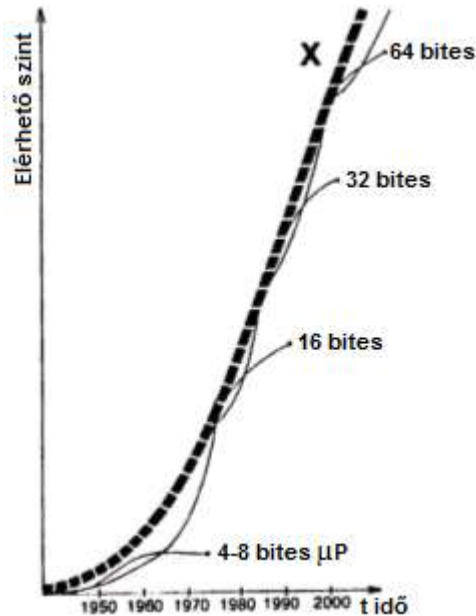


2. ábra. Az integrált áramkörök integráltsági fokának időbeli változása¹

¹ Az ábrán szereplő jelölések:

SSI	(Small Scale Integration) = alacsony integráltsági fok
MSI	(Medium Scale Integration) = közepes integráltsági fok
LSI	(Large Scale Integration) = nagy integráltsági fok
VLSI	(Very Large Scale Integration) = nagyon nagy integráltsági fok
ULSI	(Ultra Large Scale Integration) = ultra nagy integráltsági fok

Hasonló a helyzet, ha szám íógépek fejlődését szemléltetjük a processzorok bitszáma alapján (3. ábra) [11] a trendgörbe szintén exponenciális jelleget mutat.



3. ábra. A szám íógépek fejlődésének trendgörbéje

Az elektronika, ezen belül mindenekelőtt a digitális technika dinamikus fejlődése új, minden eddiginél hatékonyabb, nagy találati pontosságú, precíziós fegyverek kifejlesztését eredményezte. A védelmi szférában – a technológiai fejlődésre alapozva – új, a katonai gondolkodásmódot alaposan megváltoztató fogalmak és tevékenységek jelentek meg. Ezek között is meghatározó jelentőségű az 1995-től alkalmazott vezetési és irányítási hadviselés (C2W – Command Control Warfare), amely valamennyi katonai képesség (közte a hadműveleti biztonság, a katonai megtestesztés, a pszichológiai hadviselés, **az elektronikai hadviselés** és a fizikai megsemmisítés) integrált alkalmazása, a felderítés valamennyi formájával, híradó és informatikai rendszerrel támogatva [12].

Az információs fölény elérését célzó **Hálózatközpontú Hadviselés** (NCW – Network Centric Warfare), lényege, „hogy a katonai műveletekben részt vevő kivalóságos időkben, a megfelelő tartalommal és felhasználható formában legyenek képesek hozzáférni a feladatuk végrehajtásához szükséges valamennyi fontos információhoz” [13].

Egyre dinamikusabban fejlődik a Magyar Honvédség infokommunikációs rendszere, amely szorosan együttműködik a NATO híradó- és informatikai rendszerével. A hatékony működés biztosításához elengedhetetlenül szükséges az állomány magas szintű felkészítése a korszerű infokommunikációs eszközök alkalmazására [12].

A csapathíradás területén napjainkban történik a mobil számítógéphálózat-alapú harcvezetés (NCW/NC2-Net Control Warfare/Net Command and Control) és a szoftvervezérlésű frekvenciaugratásos URH csapatrádiók bevezetése [14]. A Magyar Honvédségben rendszeresítésre kerültek a norvég Kongsberg multifunkciós harcászati rádió-berendezések: az MH 300-as kézi, az MP 300-as hordozható és az MV 300-as járműbe építhető változatok.

1.1.1 A szakmai törzsanyag és a differenciált (katonai) ismeretek

A mérnöktisztek katonai szakmai képzésének célja, hogy a villamosmérnöki szak gyakorlati műveléséhez szükséges általános műveltség, szakmai tudományi, biztonságtechnikai, minőségbiztosítási, környezetvédelmi, társadalomtudományi alapok, általános és speciális katonai, katonai-vezetési ismeretek, konkrét gyakorlati módszerek és reprodukív mérnöktiszti alkalmazás birtokában megfelelő gyakorlat után az MH-ban rendszeresített elektronikai és elektrotechnikai rendszerek üzemeltetési, üzemeltetési és irányítási feladatait, a tervezés és a katonai szakmai fejlesztési részfeladatokat, valamint az első tiszti beosztásukkal járó szakmai feladatokat az egyes szakirányoknak megfelelően önállóan meg tudják oldani [15].

A hallgatók mérnöki tudásszintjét a szakmai törzsanyag és a differenciált (katonai) szakmai ismeretek tanulmányi területekhez tartozó tantárgyai együttesen biztosítják. Az így megszereshető mérnöki szakmai ismeretanyag egyenértékűnek tekinthető a polgári felsőoktatásban végzett villamosmérnökökével. Van azonban egy alapvető különbség: az intézményben végzett villamosmérnökök szélesebb spektrumú alapozó képzést kapnak a hasonló képzési profilú polgári iskolákon végzettekhez képest. A legtöbb polgári iskolán – a tradíciók és az utóbbi időben a piaci viszonyok miatt – a képzés specializáltabb.

A mérnöktiszteknek az egyes szakirányokon végzett képzésekor alapvetően a differenciált (katonai) szakmai ismeretekhez tartozó tantárgyak biztosítják a különböző szakirányokra jellemző speciális villamosmérnöki ismereteket. Ezen a területen két, az oktatás színvonalát veszélyeztető problémát kell figyelembe venni:

az egyik a **szakmai igénytelenséget** rejtő megközelítése a tantárgyak oktatásának, mely szerint elég tudni „hogyan kell bekapcsolni, hogyan működjön?” szemlélet. Az M H -ba kerül új eszközök, elvek oktatásánál mindig figyelembe kell venni a differenciált (katonai) ismeretek tanulmányi területéhez tartozó tantárgyaknak a mérnöki tudásszint elérésében játszott fontos szerepét. Például a típusismertet jellegű tantárgyak keretein belül elsajátított ismeretek a gyakorlati készségek megszerzése mellett a hallgatók elméleti ismereteit is erősítik. A különböző gyakorlati módszerek alkalmazása közben lehetőség van a megszerzett elméleti tudás alkalmazhatóságának bemutatására, új, speciális elméleti ismeretek megszerzésére, a szakmai látókör bővítésére [15].

biztosítani és fejleszteni kell a szakirányú ismeretek megfelelő színvonalú elsajátításához feltétlenül szükséges számítástechnikai eszközöket. A várhatóan rendszeresítésre kerülő eszközök és az azokhoz kapcsolódó elméleti ismeretek – nem utolsósorban a Digitális elektronika tantárgy – színvonalas oktatása jó számítástechnikai háttér nélkül nehezen elképzelhető.

Az ehhez a tanulmányi területhez tartozó tantárgyak oktatásának fő célja – az általános villamosmérnöki ismeretek elsajátíttatása és a korszerű mérnöki szemléletmód megalapozása mellett – az egyes szakirányok szakmai alapozásának biztosítása. A szakmai törzsanyag tantárgyainak tananyaga és oktatásuk színvonala nagymértékben meghatározza a Kar villamosmérnök-képzésének színvonalát. Amellett, hogy az ehhez a tanulmányi területhez tartozó tantárgyak oktatásánál biztosítani kell a szakmai közvélemény által elvárt villamosmérnöki alaptudás elsajátítását (a polgári iskolákon oktattott tananyaggal, illetve ismeretszinttel a villamosmérnök-képzésen belül itt van lehetőség az egyértelmű összehasonlításra), a mérnök hallgatók ezen a tanulmányi területen belül találkoznak először a mérnöki gondolkodás alapjaival. Ezért rendkívül fontos a tanulmányi terület tantárgyai tananyagának és a tantárgyak egymás közötti kapcsolatának szakmailag és pedagógiailag adekvát felépítése, a tananyag kiválasztás korszerű elveinek alkalmazása, **a tananyagszerkezet és a tantárgyak közötti kapcsolatrendszer egzakt (matematikai) megtervezése.**

1.2 A katonai komplex villamos rendszerek oktatása 1956. – 2006. között

Az 1956-os eseményeket követően nagy létszámú hadsereg szervezése kezdődött meg, és a szükséges tiszti állomány biztosítására létrehozták az Egyesített Tiszti Iskolát

(ETI). Az ETI-n a korábban tisztképzésként funkcionáló intézmények (Dózsa György Lövész, Gábor Áron Táborig Tüzér, Bem József Légvédelmi Tüzér, stb.) tagozatok (pl. tüzér tagozat, lövész tagozat, stb.) és tanszékek (pl. Rádiólokátor és Fegyverzeti Tanszék, Híradó Tanszék) formájában szervezettek újjá, melyek közvetlenül az egyes fegyvernemi főnökségek irányítása alá tartoztak. A szakmai tantárgyak oktatásához szükséges alapozó tantárgyakat (pl. Elektrotechnika, Elektroncsövek és félvezetők, Erősítők, Impulzustechnika, Villamosgépek, Mikrohullámú technika, Alapfokú villamos mérések, stb.) a tagozatok, illetve tanszékek önállóan oktatták. Az alapozó tantárgyak egységes oktatására irányuló első lépések az 1960-as évek első felében történtek. 1963-ban a Rádiólokátor és Fegyverzeti Tanszékből kivált az „Alapozó Szakcsoport” és önálló tanszékké alakult Impulzustechnika Tanszék néven. De egységes alapozásról ekkor még mindig nem lehetett beszélni, mert ez a tanszék csak a Rádiólokátor és Fegyverzeti Tanszék és az akkor kialakult Légvédelmi Tüzér Tanszék hallgatóinak a szakmai alapozását végezte, a Híradó tanszék továbbra is önállóan oldotta meg az alapozó tantárgyak oktatását. Az alapozó tantárgyak tananyagai célirányosan tartalmazták a szakmai-fegyvernemi tantárgyak tananyagának elsajátításához szükséges ismereteket – ez a megállapítás a mai napig érvényes – ezért az egyes fegyvernemi tanszékek nehezen engedték ki kezükből a szakmai alapozást.

1967-ben az Egyesített Tiszti Iskola megszűntetésével egyidejűleg létrejött a Zalka Mátyás Katonai Műszaki Iskola, ahol a polgári felsőoktatási intézményekkel összhangban a műszaki tisztek először felsőfokú technikus, majd 1973-tól üzemmérnöki diplomát szerezhettek. Az **emelt szint** nek nevezett képzés általános célja a politikai elkötelezettség kialakításán túl hivatásszeret, katonailag felkészült, fizikailag edzett, felelősségérzettel rendelkező tisztek nevelése, képzése volt. A konkrét képzési célokat és követelményeket az egyes szakok számára külön határozták meg. Lényegében ettől az időponttól beszélhetünk egységes, integrált szakalapozásról. Létrejött a Matematika-Fizika Tanszék, az Elméleti Villamosság- és Hírközlési Tanszék, valamint az Automatika és Impulzustechnika Tanszék. Megkezdődött a szakalapozó tantárgyak tananyagának „szélessávúsítása”, egymáshoz történő kapcsolódási rendszerének kialakítása, valamint a hasonló képzési profilú polgári felsőoktatási intézmények megfelelő tananyagaihoz való hozzáigazítása.

Az **1973-ban bevezetett tantervben** az 1967-es tantervhez képest a feltárt hiányosságok korrigálása mellett mindössze a tantervben szereplő, a polgári képesítés szempontjából is figyelembe vett tantárgyak programjaiban kellett végrehajtani a

színvonal emeléssel összefüggő korszerűsítést. A kiadott irányelvekben megfogalmazott elvárás, miszerint „a f iskolai képzést konkrét beosztásokra kell szervezni” [16], a szakalapozás óraszámának csökkentése és a hosszú távú felkészítés rovására volt végrehajtható.

A képzés kettős jellege – katonai felkészítés és üzemmérnök képzés – eleinte feszültségeket idézett el a képzési folyamatban. A két eltérő oktatási folyamat között, csak a képzés minőségére is kiható kompromisszummal lehetett összhangot teremteni. A minél jobb megoldás érdekében a tantervet kidolgozó csoport – a képzési folyamat optimalizálására, a felesleges tananyagok kiszűrésére, az ismeretlen témák és a tartalékok feltárására – elvégezte a tantárgyak és a tárgykörök kapcsolódásának **hálós tervezését**.

Ennek a tantervnek a matematikai alapú hálós tervezésén, a tananyag korszerűsítésén kívül el kellene mondani, hogy lehetővé tette a polgári f iskolákkal a képzési és az intézményesített kapcsolatrendszer kialakítását. Ugyanakkor hátránya volt, hogy központosított, elírójellege miatt és **az első tiszti beosztásra való célképzés megjelölésével gyengítette a hosszú távú szakmai felkészítést**.

Az 1973-ban bevezetett tanterv végrehajtása során bebizonyosodott, hogy káros szétválasztani az üzemmérnök képzést és a katonai felkészítést. A tapasztalatok alapján tisztázódott a katonai üzemmérnök fogalma, az ezzel kapcsolatos elvárások rendszere és olyan képzési rendszer kialakításának az igénye merült fel a felső katonai vezetés részéről is, amelyben a hosszú távú katonai felkészítés és az első tiszti beosztásra való felkészítés egységesen valósul meg. A tapasztalatok hasznosításának és a megváltozott követelményeknek már csak egy új tantervvel lehetett megfelelni a f iskolai tisztképzésben, ezért **1981-ben új tanterv** bevezetésére került sor, az **integrált tisztképzésre** való áttérés célmegjelöléssel.

Az új tanterv lényege, hogy a tananyagot a képzés végcéljából – a f iskolát végzett tisztnek az adott fegyvernemnél rendszeresített harceszközhöz való viszonyából – kiindulva kell kiválasztani és elrendezni a különböző képzési területeken belül. A tananyag egymásra épültségével, kapcsolódásával biztosítani kellett az ismeretek és jártasságok fokozatos integrációját, melynek eredményeként teljesültek a közbenes célok és végül a f iskolai képzés célja. Ez a tanterv is központosított, elírójelleg volt és csekély mozgási lehetőséget biztosított a tanszékek számára, az általuk nyert tapasztalatok érvényesítésére [16].

A tanterv szerkesztése lényegében csak a lineáris tantervi struktúrát kívánta megszüntetni. Meghatározó maradt továbbra is a deduktív felépítés és a központi

elírások még szigorúbbá váltak. A lineáris szerkezetet az integrált váltottá fel. Az integráció célkitzése az atomizáció megszüntetése volt, amely veszélyeztette az elmélet és a gyakorlat, a tudomány, az oktatói-nevelési tevékenység egységét, kölcsönösségét, az egymástkövet nevelési helyzetek összekapcsolását.

A kitöltött célt csak részben sikerült megvalósítani, mert a tantárgytömbök kialakításakor nem történt meg a tudományterületek ismeretanyagának alapos mérlegelése, logikai kapcsolatainak feltárása, ezért nem sikerült megoldani a tantárgyi átfedések megszüntetését. A tananyagok kiválasztása, szelektálása, koordinálása nem volt mentes a szakágyi sovinizmustól, a személyes elfogultságtól, az elítéltektől, ezért az interdiszciplináris tantárgyhálózat helyett a régi szaktantárgyi struktúra rögzült integrált, vagy komplex tantárgy címen [1].

Az új tantervben a szakalapozás óraszám aránya 22,2 %-ról 25,7 %-ra növekedett [16], de az integráció csak abban valósult meg, hogy a tantárgyak tantárgy-blokkokba kerültek, így például az Elektroncsövek és félvezetők, az Erősítők, a Nem lineáris áramkörök és a Hírközléstudomány tantárgyak összevontan Rádiótechnika tantárgyként szerepeltek az oktatási folyamatban.

Tanszéki szinten ennek a tantárgyi integrációnak egyértelműen megmutatók az elnyei. Az összevont tananyagot célszerűen egy oktató oktatja egy hallgatói szakasznál és így a deduktív tanterv hiányosságai ellenére egységes szemlélet, hatékony szakalapozó tevékenységet tudott kifejteni a tanszék. A korábban egymástól többnyire izolált, többféle tantárgyból szélesebb körű ismeretek szilárdabb rendszere volt felépíthető.

1987. szeptember 1-i bevezetéssel, szakmailag megalapozatlanul, politikai döntés alapján a tisztképzés idejét három évre csökkentették le. Ebben a döntésben csak a hadsereg tiszti létszámgondjainak enyhítésére irányuló, rövid távú, a követelményekkel nem számoló szempontok érvényesültek. A képzési cél nem változott, továbbra is politikailag elkötelezett, mely hivatástudattal rendelkező fegyveremelési szaktisztek képzése és nevelése volt a feladat. A kitöltött céloknak megfelelően a képzés határozott fegyveremelési irányultsággal és erősen korlátozott tananyag tartalommal folytatódhatott. Már akkor is nyilvánvaló volt, hogy a képzési idő és a vele törvényszerűen együtt járó tananyagcsökkentés miatt, a képzési feladatot elsősorban a szakmai és a hosszú távú technikai felkészítés rovására lehet csak végrehajtani [16].

Ez az időszak a tisztképzés utóbbi negyven éve mélypontjának tekinthető, mert az említett fogyatékoságai mellett a végzett tisztek kiszolgáltatott helyzetbe kerültek.

Ezzel a képzési formával ugyan is m egsz nta m ege l z képzési form ának az az el nye, hogy a polgári életben is hasznosítható üzem m érnöki diplomát szerezhettek. Ebben a rendszerben már csak katonai üzem m érnöki diplomát kaptak és ezzel a végzettséggel sem továbbtanulni, sem a polgári életben elhelyezkedni nem tudtak. Ezt a problémát utólag az 1993-ban beindult, kiegészít polgári üzem m érnöki képzéssel lehetett megoldani.

A hároméves tisztképzés tarthatatlansága, fogyatékosága hamar kiderült, ezen kívül a társadalmi körülmények gyökeres m egváltozása is el segítette azt, hogy az **1991-ben bevezetett új tanterv** visszaállította a képzést ismét négy évre. Az új tantervnek a négyéves képzési id és a velejáró kett s képzési jelleg (katonai-üzem m érnöki) visszaállítása mellett meg volt az az el nye is, hogy ez m ár nem központi el író, hanem keretszabályozó jelleg volt. A H M a képzési célokat, szakokat, ágazatokat, képzési szinteket, id tartam okat, valam int az egyes szakokon az állam vizsga és szigorlati tantárgyakat és a tananyagcsoport arányokat határozta m eg. A m egszabott f bb param éterek alapján a f iskolák önállóan készíthették el saját szakonkénti tan terveiket. A tanterv megszerkesztése során szakítani lehetett a korábbi hagyományokból fakadó képzési szisztémával, mely szerint a beiskolázás els pillanatától kezdve az **els tiszti beosztásra** történik a hallgatók felkészítése [17].

Az 1991-ben bevezetett képzési struktúra felm en rendszerben 1996-ig tartott. Az 1993. évi többször módosított és 2006. március 1.-ig érvényben lév L X X X -as fels oktatási törvény bevezetésével koncepcióváltás történt a fels oktatásban. A 157/1996-os K orm ányrendelet új alapokra helyezte a fels oktatást, ezen belül a villamosmérnök képzést. Az ennek szellemében, a korábban említett Kormányrendelet kiegészítéseként a katonai fels oktatás alapképzési szakjainak képesítési követelm ényeir l kiadott 28/1999. (II. 12.) Kormányrendeletben felsorolt 12 szak helyett egységesen villamosmérnök képzést jelöl meg, mely szerint az oklevélben szerepl szakképzettség m egnevezése: villamosmérnök.

A kormányrendelet képzési célként olyan villamosmérnökök képzését jelöli meg, **..”ak ik tisztként képesek katonai vezet i, alegység-parancsnoki feladatok ellátásához szükséges ismereteik és képességeik birtokában – rövid beilleszkedés után – specializációként a rendszeresített haditechnikai eszközök üzemeltetésére, karbantartási és javítási feladatok végrehajtására, az üzemeltetéssel kapcsolatos szervezési, vezetési feladatok ellátására, valamint a szervezeti és technikai változásokból adódó új feladatok végrehajtására”** [18].

A fentiek szellemében **1997. szeptember 1-t** új tanterv szerint folytatódott az oktatás egészen 2002-ig. A kredit rendszerrel szóló 200/2000-es Kormányrendeletből származó kredit törvény bevezetésével **2002. szeptember 1-t** ismét módosult a tanterv.

Az oktatási munkálatok alapvetően napjainkban is ez a tanterv határozza meg, de **a 2005-ben** beiskolázott hallgatók már **a hadmérnök-képzésre vonatkozó tanterv** alapján kezdték el tanulmányaikat. Ez a tanterv szintén csak átmeneti jellegű, mert „a felsőoktatási alap- és mesterképzésről, valamint a szakindítási eljárás rendjéről” szóló a 289/2005. (XII. 22.) számú Kormányrendelet [17] szerint ezzel el kell készíteni az új felsőoktatási törvény bevezetésének lehetőségét.

ÖSSZEFOGLALÁS, KÖVETKEZTETÉSEK

A katonai alkalmazású komplex villamos rendszerek üzemeltetésére, üzemeltetésére alkalmas villamosmérnök tisztek képzése sajátos igényt támaszt a szakalapozó képzéssel szemben. A rendszerben lévő különböző generációjú komplex villamos rendszerek eltérő technikai színvonalával, a tananyag progresszív és aktualizálódott tartalma közötti minőségi különbség kezelése, a képzéssel szembeni elvárások a szakmai törzsanyag oktatása terén is eltérő helyzetet teremt a polgári felsőoktatáshoz viszonyítva.

A tudomány, ezen belül az elektronika fejlődésének következtében az MH-ban is megjelennek a modernebb, korszerűbb villamos paraméterekkel rendelkező haditechnikai eszközök. A képzés alapvető feladata, hogy a technikai fejlődést figyelembe véve, folyamatosan korszerűsítse az oktatott tananyagot a szakirányú képzés és a korszerű mérnöki szemléletmód hatékony fejlesztésének céljából.

Az intézményben folyó képzés sajátossága a polgári felsőoktatáshoz viszonyítva, hogy a végzett fiatal mérnök tiszteknek 1 – 3 hónapos intervallumban történő beilleszkedési idő után képeseknek kell lenniük a fegyveremüknek megfelelő haditechnikai eszközök üzemeltetésére, karbantartására és velük különböző katonai feladatok végrehajtására.

A képzési cél minél hatékonyabb elérése szándékával az előjáró szervek a katonai alapképzés tanterveit az előzőekben vázolt időpontokban megváltoztatták. Az ezzel kapcsolatos elképzelések azonban nem mindig hozták meg az elvárt eredményt. Az intézmény által felkészített fiatal mérnök tiszteknek katonai vezetőknek kell lenniük és

a vezetési ismereteik mellett magas szintű elektronikai ismeretekkel is rendelkezniük kell ahhoz, hogy azt a feladatot, amelyet egy villamos rendszer működtetése állít eléjük, végre tudják hajtani.

A korábbinál kisebb, de minőségileg korszerűbb hadseregben alapvető fontosságú, hogy az oktatott tananyag ne egy szűk szakmai terület igényeit fedje le, hanem széles látókörű, magas szintű elméleti és gyakorlati tudással rendelkező mérnököket képezzünk. Erre a célra a legjobban megfelelő oktatási-szervezeti forma az egymással szerves egységet alkotó, egymásra épülő BSc és MSc szintű képzés.

Az új ismeretek mennyiségének exponenciális növekedése elkerülhetetlenné teszi a tananyag permanens revízióját, esetenként új tantárgy bevezetését, továbbá azoknak a hosszú távon érvényes és felhasználható, a szakemberek konvertibilitását biztosító tudásanyag oktatását, képességek kialakítását, amelyek az élethívátásra történő felkészítés szempontjából alapvetőek és amelyekbe az új ismereteket szervesen be lehet építeni.

2. FEJEZET

TANANYAGKIVÁLASZTÁS ÉS ELRENDEZÉS A FELSOROKTATÁSBAN

2.1 A tananyag kiválasztás elve és gyakorlata a felsoroktatásban

Az ismeretek bővülésének és elavulásának gyorsuló üteme a legtöbb tudományterületen elterjedt állítja az ismeretszerző képesség (megismerő képesség, a tanulásmegtanulása) és a permanens (az "egész életen át tartó"²) tanuláshoz való pozitív viszony kialakítását. Ez csak úgy végezhető eredményesen, ha a képzés középpontjába az aktív ismeretszerző tevékenység kerül [19].

Az oktatási folyamatnak logikailag összefüggő, pontosan kidolgozott és bemért, egységes célnak alárendelt rendszernek kell lennie. Az oktatási cél az előírt tanulmányi idő alatt olyan sokoldalú szakemberek képzése, akik az általános elméleti, tudományos kérdéseket illetően alapvető ismeretekkel, a szakgyakorlásához pedig az elsajátítandó ismeretekkel, jártasságokkal és készségekkel rendelkeznek. A cél elérése érdekében a tananyag tartalmát és terjedelmét úgy kell megválasztani, hogy az a képzés céljainak a lehető legjobban megfeleljen. Ezeknek a követelményeknek a teljesítése egyrészt a tantárgyak helyes sorrendjének megválasztásával érhető el. A követelmények realizálásához az is szükséges, hogy a tantárgy tudományos tartalma és módszertani felépítése feleljen meg a célszerűségnek, következetesen, didaktikailag logikusan épüljön fel [20].

A célok és a teljesítménymérés együttes rendszere biztosítja a tanulmányi folyamatban való tervszerű előrelépést, az egymást követő tananyagok szilárd megalapozását.

A tananyag kiválasztásában és elrendezésében azonban még zömmel a tananyagcentrikus felfogás érvényesül. A tantárgycentrikus tanterv még akkor is korlátokat jelent, ha a képzési célok rendszere helyesen van felépítve. Az általános és a funkcionális képzési célok, a tantárgyanként megállapított részcélok alapján csak akkor valósíthatók meg, ha érvényesül az egyes tantárgyak és tananyagok közötti logikus, redundanciától mentes, korszerű matematikai eljárásokon alapuló kapcsolat, kapcsolatrendszer. A tananyagkiválasztás a célok és az elvárt teljesítmények alapján

² Az EU előírja, hogy 2006-ra minden tagállam dolgozza ki a nemzeti egész életen át tartó tanulás stratégiáját. Magyarországon is elkészült a stratégia, melyet a Kormány 2005 szeptemberében fogadott el.

történhet, a tananyagot nem a tudományterület teljessége, hanem a célok alapján kell elemezni, céltaxonómiai aspektusból vizsgálni. **A szükséges tananyagot tehát a célok, részcélok és teljesítménymérések rendszere alapján kell kiválasztani.**

2.2 A tananyag vertikális és horizontális elrendezése

A Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Bolyai János Katonai Műszaki Karán a képzési folyamat egyértelműen két részre bontható: a szakmai törzsanyag és a differenciált (katonai) ismeretek oktatására. Az ilyen képzési folyamatot szokás deduktívnak nevezni, mert a képzési folyamat a szakmai ismereteket az alapozás során felhalmozott tudásból származtatja.

Az itt folyó képzésben az egész folyamatot, azaz a makrostruktúrát tekintve az elméleti szakmai alapozás mellett jelentős hangsúlyt kap a gyakorlati alkalmazás, különösen a képzés profilját alapvetően meghatározó, súlyponti tárgyak (Villamosságtan, Analóg elektronika, Digitális elektronika, Energetika) esetében. A gyakoroltatás, az említett tárgyak tananyagának alaposabb elsajátíttatása, valamint a villamosmérnöki szakmai képességek fejlesztéséhez nélkülözhetetlenül szükséges mérési elvek megtanulása és az egyes módszerek begyakoroltatása a Méréstechnika tantárgy keretében, laboratóriumi mérési foglalkozások formájában történik.

A szakmai képzés tananyaga, így a tanszék által oktatott tananyag egyrészt a diszciplínák eltérő hagyományai és logikája következtében oszlik tantárgyakra. Másrészt a konkrét tantárgyakra tagolódás a képzési célkitűzés és a tudományok aktuális struktúrája szerint történik.

A tantárgy kialakítás jellemzője, hogy nem független a tananyag vertikális elrendezésétől. A deduktív képzés esetén a tudományrendszertani elv dominál, ami a műszaki felsőoktatás minden területén hasonló tantárgyi szerkezeteket eredményez az alapozó képzési szakaszban. Az elméletigényes tananyagból annyit és úgy kell egy adott évfolyamon tantárggyá szervezni, amennyire és amilyen felépítésben a mérnöki ismeretek elsajátításához készségek kialakításához szükséges. Ebből a megközelítésből az következik, hogy a célkitűzésben megfogalmazott tananyag tanulmányozása egyre magasabb színvonalon lehetséges, az ismeretek elsajátítására, alkalmazására, a készségek kifejlesztésére időt kell biztosítani. A tanulási folyamat lényege az ismerétlés és a rendszerezés. Az intézményi oktatás színvonalát az is meghatározza, hogy hányszor

és milyen következetességgel készíti, esetleg kényszeríti a hallgatót a korábbi ismeretek felidézésére [21].

2.3 A tananyagkiválasztás és elrendezés egzakt eljárásai

A XIX. század elején előtérbe került a tananyagkiválasztás és elrendezés kérdésének egzakt vizsgálata. Ezt a problémakört többek között Decroy, Dewey, illetve hazai vonatkozásban Nagy László kutatták. Az általuk végzett kutatások és a későbbiekben ezen területen tevékenykedő kutatók munkásságának eredményeképpen már olyan, a tananyag összeállításánál jól használható módszerek, (mint például a gráf-mátrix módszer) állnak a pedagógusok rendelkezésére, amelyek segítségével egzakt módon tudják összeállítani egy tantárgy tananyagát.

A tananyagelrendezés területén elért tudományos eredmények az egyre korszerűbbé váló matematikai eljárások mellett a számítástechnikai eszközök fejlődésének is köszönhetők. A hálós módszerek, a hálómátrixos leképezése, a gráfelmélet pedagógiai alkalmazása szolgáltatották az elméleti alapokat, a nagyobb tananyagokat leíró, nagyméretű mátrixok vizsgálatát pedig, a számítástechnikai eszközök fejlődése tette lehetővé.

A matematika a pszichológiában és a pedagógiai kibernetikában az 1960-as évek elején jelent meg Bar-Hillel (1963), Chomsky, Miller (1963) és Gentilhomme (1964) munkásságának eredményeként. Ezt követően izraeli (Rosenthal, Wiseman, 1964) és szovjet (Morgunov, 1966) kutatók dolgoztak ki eljárást a tanterv és a tananyag felépítésére. Morgunov a – később róla elnevezett algoritmus segítségével – a tantervben szereplő tantárgyak időbeli elhelyezését a közöttük megállapított relációk alapján határozta meg [22]. A Morgunov algoritmust Ovcshnyikov, Puginszkij és Petrov továbbfejlesztették [23]. A Rosenthal és Wiseman által konkrét mérnöki tantervre kidolgozott eljárás lényege a differenciáltabb, több oldalú felhasználás, a relációk objektív és szubjektív egybevetése egy speciális mátrix segítségével, és ezekben a tantervre vonatkozó következtetések levonása [24].

Az előzőekben ismertetett eljárások jellegzetesen statikus eljárások, azaz olyan relációmátrixokat alkalmaznak, amelyek nem igényelnek transzformációkat, csak a „nagy összefüggések” vizsgálatára alkalmasak, ezért csak makrokoordinációs analízist tesznek lehetővé. Egy új tantárgyoktatásának megszervezése, a tananyagkiválasztás, és egy már oktatott tananyag elemzése például tananyagkorszerűsítés céljából ennél

részletesebb elemzést kíván. A mikrokoordinációs vizsgálatok lehetővé tételéhez ezeket a módszereket tovább kellett fejleszteni, finomítani, újabb elemekkel és eljárásokkal volt szükséges kiegészíteni.

Nagymennyiségű tananyagegység elemzése hagyományos módszerekkel már nem volt elvégezhető, a témakutatói ezért a számítógépek adta lehetőségek kihasználása felé fordították figyelmüket. 1970-ben Lansky [25] és Kainz [26] olyan számítógépes eljárást dolgozott ki, amely a mikrokoordinációs vizsgálatokban jól használható nagymennyiségű tananyagegység optimalizálására, bár ez a számítógépes adaptáció a meglehetősen különböző pszichológiai és pedagógiai megfontolások nélkül végzi. A tanulási idő minimalizálására vonatkozóan Lhose és Sharping [27] dolgozott ki egy mátrix-eljárást, amelynek segítségével az oktató tananyag sorrendiségét a mátrix rangja szerint állapította meg. Ez a súlyozott-mátrix módszer a szubjektív tényezőszámának növelésével törekszik az objektivitásra. A sorrendiséget a fontossági súlyok, a reláció-mátrix soronkénti összegei határozzák meg.

A gráf-mátrix vizsgálati módszerek többségében a mátrix elemei 0-ák vagy 1-esek attól függően, hogy az egyes egységek között van kapcsolat (1) vagy nincs (0). A Weltner által 1976-ban kidolgozott legkönnyebb elsajátítási útvonalat meghatározó számítási eljárás [28], a LIZ (Lernen im Zusammenhang) algoritmus a mátrixelemben nem 0 vagy 1 elemeket tartalmaz, hanem egy-egy tananyagegységhez olyan, szubjektív módon meghatározott számértéket rendel 0 és 10 között, amely számérték azt fejezi ki, hogy az egyik fogalom ismeretében a másik milyen könnyen sajátítható el.

Gyaraki F. Frigyes Morgunov módszerének továbbfejlesztésére kiegészítő eljárásokat dolgozott ki. A tananyagfelépítés optimális sorrendjének megállapítására definiálta a zártság (Z) és a tömörség fogalmát (T), valamint algoritmusokat dolgozott ki ezek meghatározására [29].

A gráf-mátrix elven működő makro- és mikrokoordinációs vizsgálatok mellett léteznek egyéb vizsgálati módszerek is a tananyag analízisére vonatkozóan. A strukturális diagram módszere nem használ algoritmusokat és csak meglévő tananyagok (jegyzetek, tankönyvek) vizsgálatára alkalmas. Ez lényegében egy olyan diagram, amely a fogalmi struktúrákat mutatja be, de a fogalmak közötti kapcsolatok mellett a kapcsolatok mélységét és a struktúra felépítésének folyamatát is vizsgálja. A Horváth György [30] által kidolgozott strukturális-diagram módszer átmenetet képez a kimondottan gráf-módszer és a gráf-mátrix módszer között.

A tananyagszerkezetek vizsgálata elvégezhető tisztán gráf-elméleti módszerrel is. Szohor a tananyagszerkezetek érthetőségi sorrendjét vizsgálta ezzel a módszerrel [31]. A vizsgálat során a fogalmak, a kapcsolatok, a zárt kontúrok és ezek számának minimalizálása alapján határozható meg az optimális tananyagszerkezet.

A hálós tantervkészítési eljárások közül főként a CPM (Critical Path Method – kritikus útmódszer), amely tevékenység beállítottságú, határozott időtartamú és determinisztikus jellegű, a PERT módszer (Program Evaluation and Review Technique – Programellenőrzés és kiértékeléstechnika), amely esemény beállítottságú, határozatlan időtartamú tevékenységre irányul [32]. A tantervek grafikus optimalizálásáról számos lengyel, német és szovjet cikk jelent meg, a hazai kutatók közül Dr. Tánczos Lászlóné és Dévényi Györgyné³ dolgozott ki ilyen irányú eljárásokat.

Az említettek mellett jelent sen eltérnek azok az eljárások, amelyek a tantervkészítés problémakörét operációkutatási és kombinatorikai algoritmusok felhasználásával közelítik meg. A külföldi szerzők közül Burns és Wood⁴, a hazaiak közül pedig Petrik Olivér⁵ és Nyéki Lajos⁶ kutatásait kell megemlíteni. Az előbbi szerzők egy matematikai algoritmussal (branch and bound), a hazaiak ennek a kombinatorikában használatos változatát, a backtrack algoritmust alkalmazzák.

Sajátos módon közelítette meg az azonos rangú vagy azonos 0-oszlopú oktatási egységek sorrendjének eldöntését Ferenci József, az orvosképzés tananyagának vizsgálata során. Vizsgálati módszerének lényege megegyezik a korábban ismertetett gráf-mátrix sorrendiségi vizsgálattal, eltérés abban mutatkozik, hogy több 0-oszlopú egységek oktatási sorrendjének eldöntésére kidolgozta a prospektív, illetve a retrospektív indexek módszerét. A **retrospektív index** a vizsgált fogalmak összetettségére utal. Azt mutatja meg, hogy az *t* megjelölt fogalmak hány százalékát foglalja magában. A **prospektív index** a fogalom fontosságát jelzi. Megmutatja, hogy az *t* követő fogalmak hány százalékához szükséges az ismerete. A prospektív index csak a teljes struktúrára vonatkozóan értelmezhető. A túl magas prospektív index

³ A hálós tervezés a felsőoktatásban. Szerk. Fodor Lajos, Bp. 1972. FPK. 109 p. (információk a felsőoktatás köréből). Dr. Tánczos Lászlóné: Hálós tervezési módszerek alkalmazása az oktatásban. BME Pedagógiai Közlemények, 1976. 1. sz.: Dévényi Györgyné: Felsőoktatási tantervek optimalizálása a hálós tervezési technika elemeinek felhasználásával KKVMF IV: Tudományos ülészek közleményei, 1979. március.

⁴ Burns, James R. – Wood, Gary B.; Methodology for Automated Curriculum Design. Modelling and Simulation Proceedings of The Seventh Annual Pittsburgh Conference 1976. April.

⁵ Petrik Olivér: Rendszerelmélet, Tankönyvkiadó, Bp. 1983.

⁶ A tananyag kiválasztása és elrendezése a felsőoktatásban, Szerk. Baracs Ágnes, Török Sándor. Bp. 1980 FPK. Nyéki Lajos: Hálós tantervkészítési eljárások a felsőoktatásban

fogalmak esetében célszerű megvizsgálni, hogy a magas indexérték nem a fogalom trivialisából adódik-e [33]?

A **zárt kontúrok számának minimalizálására** törekvő eljárás a tananyagszerkezet bemutatásának tisztán gráfelméleti módját alkalmazza, az egy témakör oktatására megszerkeszthető különböző gráf-variánsok szerkezeti képleteinek karakterisztikáiból indul ki és számításokat végez az optimális variáns felkutatására [31].

A tananyag követelményszintjeinek meghatározására szolgáló algoritmust Fejcs Csaba fejlesztette ki a mérnöki tantervek (tananyagok) készítésére. Célja annak megvizsgálása, hogy a fizika, mint alaptantárgy tananyagának egyes részeit mennyire használják fel később a szak tantárgyak oktatásban. Interjúkra épülő súlyokkal dolgozó módszer, mely a mátrix-aritmetika tekintetében is új elemeket vezetett be [34].

A katonai felső oktatásban a tananyag kiválasztásra és elrendezésre Forgon Miklós dolgozott ki és alkalmazott matematikai módszereket [6].

A **felidézési teljes hosszúság mértékének** meghatározására szolgáló algoritmus szintén gráfelméleti alapokra épül, a tananyag optimális sorrendjének felkutatására kidolgozott eljárás. Jól kiegészítheti az egyéb, optimalizálásra vonatkozó eljárásoknál még nem teljesen egyértelmű eseteket [35].

A tananyagstruktúrák hierarchiájának meghatározására szolgáló eljárás az alapfogalmak és a fogalmak struktúráit állítja párhuzamba [36]. A tananyagépítés információs elmélete nevű eljárás kétféle elemzésre épít, a tananyag lépésről-lépésre terjedő szemantikai információjára és a teljes célra koncentráló pragmatikai információira [37]. Új fejezetet nyitott ebben a sorban a **szinkronizáció módszere**, mely az előzőekben ismertetettek segítségével megszerkesztett és sorba rendezett oktatási egységekbe hatolva, azok részeinek kapcsolódási pontjait keresi, ezzel az akarván biztosítani, hogy minden egység lehet legkorábban tárgyalásra, amikor erre éppen szükség van [38]. A **tantervi elemek ütemezése** számítógéppel eljárás szerzi olyan matematikai módszereken alapuló és a gyakorlatban realizálható módszert fejlesztettek ki, amelyek segítségével az oktatási egységek egymásra épülő rendszerének logikai elemzése, az ellentmondás és átfedések kiszűrése, a tantárgyak tanítására vonatkozó időintenzitások meghatározása és a tantervi elemek ütemezése számítógép segítségével elvégezhető [39].

Kutatómunkám során megvizsgáltam, hogy a felsorolt modellek közül melyik a legalkalmasabb a kutatási célkitűzésemben megjelölt makro- és mikrostrukturális tananyagszerkezet vizsgálatokra. Céлом az volt, hogy néhány új összefüggés

bevezetésével a pedagógia interdiszciplináris kapcsolataiból adódó új lehetőségek vizsgálatát továbbfejlesztsem.

Értekezésemben a tananyagstruktúrák modellvizsgálatára a Morgunov féle gráf-mátrix modell Gyarak F. Frigyes, Fej s Csaba, valamint Forgon Miklós által továbbfejlesztett változatát választottam.

2.3.1 A reláció-mátrix eljárás

A módszert 1966-ban Morgunov I.B. dolgozta ki és alkalmazta a Moszkvai Energetikai F iskola egy teljes fakultációja tantervének makrokoordinációs vizsgálatára. A tantervben szereplő tantárgyak időbeli elhelyezését a közöttük lévő relációk alapján határozta meg. A később róla elnevezett algoritmus első lépéseként a tantervi egységeket (tantárgyakat) gráf formában jelenítette meg, a gráf elemeit a tantárgyak közötti meglévő logikai kapcsolatok alapján kötötte össze. A további lépésekben a gráfot reláció-mátrix alakban rendezte és a mátrix alapján állapította meg a tanítási sorrendet.

Az eljárás során kiindulásként az összefüggő tantervi egységeket részekre – oktatási egységekre⁷ – kell bontani és ez után gráf alakjában rögzíteni. Gráfok segítségével könnyen figyelemmel kísérhető a tananyag elsajátításának logikai sorrendje és szükség esetén elvégezhető a szükséges korrekciók. Az oktatási egységek közötti összefüggések kimutatásában a kiindulási modell az irányított véges geometria gráf. A véges geometriai gráf pontokból (csúcsokból) és ezeket a csúcsokat összekötő élekből épül fel, az irányított éleket nyilak jelölik. A gráfok csúcsainak és éleinek száma a reprezentált struktúrától függően igen változó lehet.

Az irányított gráf értelmezését a tananyagegységek relációjelzésben, ahol **a tananyagegységeket a természetes számok jelölik** a 4. ábra mutatja. Az irányítottság azt jelenti, hogy a 2-es tananyagegység megtanulásához az 1-es tananyagegység ismerete szükséges, a 3-ashoz pedig a 2-esé. Ebben az esetben a 3-as közvetlenül csak a 2-eshez kapcsolódik, de a 3-as egység megtanulásához értelemszerűen szükség van az 1-es ismeretére is. Ennek megfelelően léteznek közvetlen és közvetett kapcsolatok.

⁷ Oktatási egységeken a tanítás-tanulás folyamatában azokat a diszjunkt fogalmakat, képzeteket, valamint a megismerési tevékenység elemeket képező operátumokat értjük, amelyek önállóan is taníthatók és felépítik a teljes tananyagot. Az oktatási egység fogalma alatt a tananyag olyan önálló részét értem, amely tovább már nem bontható.



4. ábra. Az irányított gráf értelmezése

Sok elem (sok csúcsot tartalmazó) gráfok esetén a kapcsolatrendszer annyira bonyolult lehet, hogy a gráffal ábrázolt kapcsolatrendszer szinte áttekinthetetlen. Ezért célszerű a gráf által reprezentált kapcsolatrendszert mátrix alakban is felírni, mert ebben a formában a mátrixszármaztatási műveleteket (transzformációkat) is lehet végezni, aminek segítségével különböző, pedagógiailag specifikusan értékelhető eredményekhez juthatunk. A mátrix-transzformáció teszi lehetővé az oktatási egységek optimális oktatási sorrendjének megállapítását.

Példaként vizsgáljuk meg az 5. ábrán látható [40], öt elemű gráffal ábrázolt pedagógiai objektumot és a gráf mátrixreprezentációját!

Ha a mátrixot a szokásos módon jelöljük:

$$A = [a_{ij}]$$

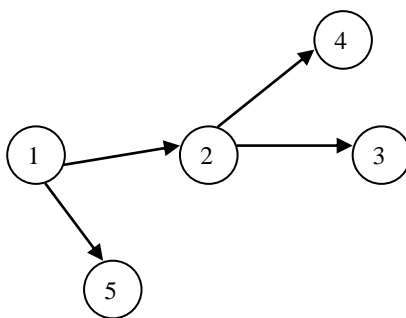
az a_{ij} jelentése esetünkben: az i egység ismerete szükséges-e a j egység tanulmányozásához.

Konkrétan:

$a_{ij} = 0$, ha az i tananyag egység ismerete nem szükséges a j tananyag egység tanulmányozásához;

$a_{ij} = 1$, ha az i tananyag egység ismerete szükséges a j tananyag egység tanulmányozásához.

A baloldali mátrixban látható, hogy a 3-as és a 4-es egység **közvetlenül** csak a 2-es egységgel van kapcsolatban, míg a jobb oldali mátrixból az olvasható ki, hogy a 3-as és a 4-es egység nem csak a kettessel, hanem **közvetetten** (a 2-esen keresztül) az 1-sel is kapcsolatban van, mint ahogy ezt a gráf is mutatja. A közvetett kapcsolatok szerinti vizsgálat – különösen nagy elemszám esetén – bonyolultsága miatt megoldhatatlan feladatot jelent. Ezért a továbbiakban csak a közvetlen kapcsolatok szerinti vizsgálatról foglalkozom.



	1	2	3	4	5
1	0	1	0	0	1
2	0	0	1	1	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0

	1	2	3	4	5
1	0	1	1	1	1
2	0	0	1	1	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0

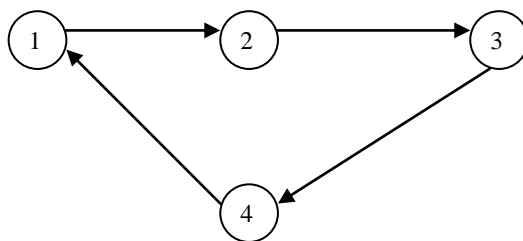
5. ábra. A közvetlen és a közvetett kapcsolatok mátrixa

2.3.1.1 A logikai kontúr

A gráf mátrix-reprezentációjának jellemzője, hogy aszimmetrikus, vagyis a szomszédos elemek, tananyagok között nem létezhet kétirányú kapcsolat! Ha az 1-es tananyag el készíti a 2-t, akkor a 2-es nem nyújthat ismereteket az 1-nek. Az aszimmetrikus mátrix nem tartalmazhat hurkot, vagyis egyetlen tananyag rész sem épülhet önmagára, ezért a relációs mátrix főátlójában csak zérus elemek lehetnek. A körpálya, a hurok vagy más néven logikai kontúr⁸ létezése logikailag ellentmondásossá teszi a tanulási folyamat menetét. Ha például az 1-2-3-4-1⁹ körpálya létezik, ez a tanítási folyamatban azt jelenti, hogy a 3-as tananyag elsajátítása feltételezi a 2-es és a 1-es tananyag ismeretét, de ugyanakkor a 4-esen keresztül el készíti az 1-es megismerését (6. ábra). A továbbiakban a **logikai kontúr** elnevezést alkalmazom.

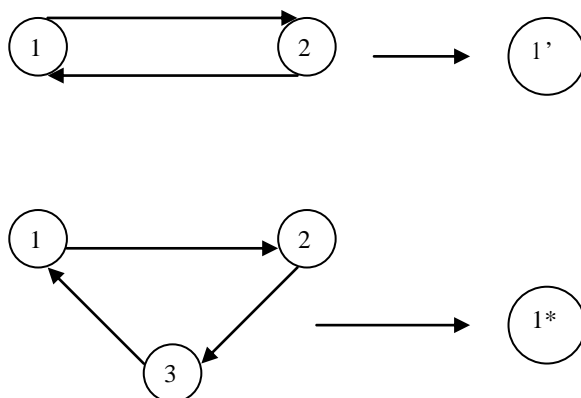
⁸ A szakirodalomban mind a három elnevezést használják ugyanannak a fogalomnak a megnevezésére

⁹ A számok különböző tananyag egységeket, jelen esetben tantárgyakat jelentenek



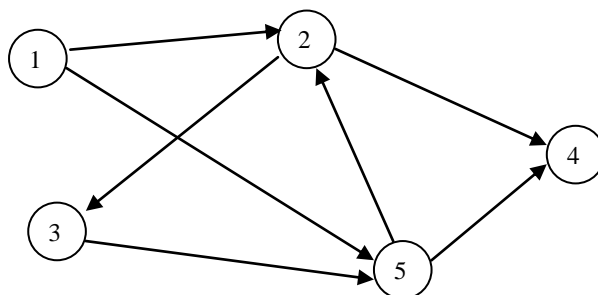
6. ábra. A körpálya, a hurok illetve a logikai kontúr fogalma

A logikai kontúrt alkotó tananyagrészek megtanítása csak úgy végezhető el, ha további megfontolás, szempont alapján egyértelművé válik az oktatási sorrendjük. Ha tartalmi elemzés alapján ez megengedhető, alkalmazható az a megoldás is, hogy a homogén egységeket összekapcsolva a továbbiakban egyetlen közös oktatási egységként kezeljük (7. ábra), ahol 1'-vel jelöltem az 1-es és a 2-es, míg 1*-gal az 1-es, a 2-es és a 3-as oktatási egységek összevonásából létrejött új oktatási egységeket.



7. ábra. A gráf két-, és három elemű kontúrösszességének feloldása

Vizsgáljuk meg a 8. ábrán látható öt tantárgy relációit! A gráfhoz tartozó relációmátrixot a 9. ábra mutatja [41]. A gráfról leolvasható, hogy az 1-es jelű tantárgy tanulásához nem szükséges egyetlen másik ismerete sem, mivel a hozzátartozó oszlopban csak 0-ák szerepelnek. A 2-vel jelzett tantárgy tanulmányozásához támaszkodni kell az 1-es és az 5-ös tantárgyakban tanult ismeretekre. A 3-as jelű tantárgy oszlopában csak a második sorban található 1-es, ami azt jelenti, hogy tanulmányozásához a 2-ben szerzett ismeretekre kell támaszkodni.



8. ábra. Öt tantárgy reláció-gráfja

	1	2	3	4	5
1	0	1	0	0	1
2	0	0	1	1	0
3	0	0	0	0	1
4	0	0	0	0	0
5	0	1	0	1	0

9. ábra. Öt tantárgy kapcsolatának reláció-mátrixa

A 4-es tantárgy tananyagának elsajátítása a 2-ben és az 5-ben szerzett ismeretek alapján lehetséges, míg az 5-é az 1-ben és a 3-ban tanultak alapján. Valamely oszlopban található 1-ek és 0-ák tehát azt jelzik, hogy a kérdéses tantárgy tananyagának elsajátításához mely más tantárgyak ismerete szükséges (1-es) vagy nem szükséges (0), az oszlopokban szereplő 1-esek, illetve 0-ák azt fejezik ki, hogy az adott tantárgy mely más tantárgyakra támaszkodik és melyekre nem.

Az előzőekben, a vízszintes sorokban lévő jelek viszont azt fejezik ki, hogy a kérdéses tantárgy mely más tantárgyat vagy tantárgyakat alapoz (1-es esetén) vagy tananyaga nem szükséges annak tanulmányozásához (0-esetén).

Következő feladatként meg kell állapítani, hogy elfordul-e logikai kontúr a tantárgyak tanulási gráfjában. A gráf-mátrix módszernél ennek megállapítására bevezetett algoritmussal¹⁰ szisztematikusan lecsökkenthet a mátrix oszlopainak és sorainak száma. Az algoritmus egy operátort ír elő, mely szerint **a mátrixból törölnünk kell azokat a sorokat oszlopaikkal és oszlopokat a soraikkal együtt, amelyek közül legalább az egyikben valamennyi elem nulla.**

¹⁰ Algoritmus általános értelemben minden olyan eljárás, amely meghatározott kiindulási adatokból véges számú lépésen keresztül megoldáshoz vezet, vagy segít annak felismerésében, hogy nincs megoldás.

Az operátor tartalmi jelentését könnyű értelmezni: az a tény, hogy a kapcsolati mátrix valamely sorának valamennyi eleme nulla, azt jelenti, hogy a sorhoz tartozó tantárgy nem alapoz egyetlen másik tantárgyat sem, az adott tantárgy tanulása során megszerzett ismeretanyagot nem használjuk fel más tantárgy tananyagának tanulása során, a kapcsolati gráfon **nem indul ki** belőle egyetlen él sem.

Ha a mátrix valamely oszlopának valamennyi eleme nulla, az azt jelenti, hogy egyetlen másik tantárgy sem alapozza ezt a tantárgyat, a kérdéses tantárgy tanulásakor nem használjuk fel a mátrix soraihoz tartozó egyetlen tantárgyat sem, a kapcsolati gráfon **egyetlen „nyíl” sem torkollik** a hozzátartozó gráf-csúcsba.

A csak nullákat tartalmazó sorokhoz, illetve oszlopokhoz tartozó gráf-csúcsokhoz nem tartoznak kimenő, illetve beérkező nyilak, ezért **ezen a gráf-csúcsokon nem haladhat keresztül logikai kontúr**. Azokon a gráf-csúcsokon, amelyeken logikai kontúr halad keresztül, lenni kell beérkező és kimenő „nyilaknak” egyaránt.

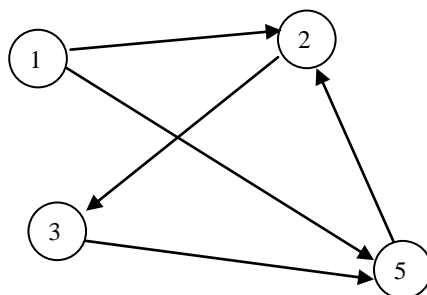
A 9. ábrán látható mátrix kontúrkeresési folyamata az előzők alapján a következő: a 4. sor csak nullákat tartalmaz, ezért ez a sor és a hozzá tartozó oszlop a mátrixból

	1	2	3	5
1	0	1	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	0	1
5	0	1	0	0

10. ábra. A kapcsolati mátrix a 4. sor és oszlop elhagyása után

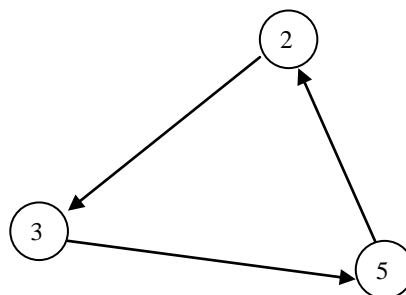
elhagyható. A megmaradt mátrixot a 10. ábra, a hozzátartozó gráfot pedig a 11. ábra mutatja.

A megmaradt mátrixban (10. ábra) látható, hogy csak nullákat tartalmazó sor ugyan nincs, de az 1-es oszlopban csak nullák szerepelnek, így ez, az előzők értelmében a hozzátartozó 1-es sossal együtt elhagyható. A megmaradó mátrixot és a hozzátartozó gráfot a 12. ábra mutatja:



11. ábra. A kapcsolati gráf a 4-es csúcs elhagyása után

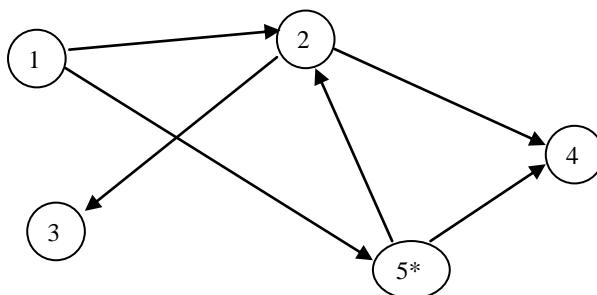
	2	3	5
2	0	1	0
3	0	0	1
5	1	0	0



12. ábra. A három elemre csökkent m átrix és gráf

Mint a 12. ábrán látható, a három elemre csökkent m átrixban már nincs sem olyan oszlop, sem olyan sor, amelyik csak nullákat tartalmazna. Ez azt jelenti, hogy a „m aradék” gráf kontúros. Ez a gráfból ki is olvasható, mert ha például a 2-es tantárggyal kezdenénk el a tanulási folyamatot, ennek megtanulásához szükséges az 5-nek az ismerete, az 5-höz pedig szükséges a 3-as ismerete, amit viszont a 2-es készít el. Ez pedig logikailag lehetetlen, a gráf logikai kontúrt tartalmaz.

A logikai kontúrt többféleképpen is fel lehet oldani, például úgy, hogy az 5-ös jel tantárgy helyébe olyan (5*) tantárgy kerül, aminek tanulása például csak az 1-es tantárgy ismeretanyagát igényli. A 8. ábrán látható gráf-szerkezet ennek megfelelően a 13. ábrán látható módon alakul.



13. ábra. A logikai kontúrt feloldó gráf-szerkezet

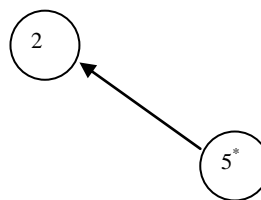
Ehhez a gráf-szerkezethez tartozó kapcsolati mátrix a 14. ábrán látható. Látható, hogy most két olyan sora is van a mátrixnak (a 3-as és a 4-es), amely csak 0-akat tartalmaz, a korábbi algoritmust akár egyszerre, mind a két sorra is alkalmazva, a 3-as és 4-es sorok, valamint a hozzájuk tartozó oszlopok törlése után megmaradó mátrix- és gráf-szerkezet a 15. ábrán látható.

	1	2	3	4	5*
1	0	1	0	0	1
2	0	0	1	1	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	1	0	1	0

14. ábra. A módosított mátrix

A megmaradó mátrix 2-es sora szintén csak nullákat tartalmaz, ezt és a hozzátartozó oszlopot elhagyva a mátrix „elfogy”, ami azt jelenti, hogy a módosított kapcsolatrendszer kontúrmentes.

	2	5*
2	0	0
5*	1	0



15. ábra. Az algoritmus alkalmazása után megmaradó mátrix és gráf

A bemutatott algoritmus csak a kontúrmentesség vizsgálatára, illetve a kontúrmentesítés elvégzését teszi lehetővé. Ez után fontos feladat eldönteni azt, hogy a már kontúrmentes kapcsolatrendszert (ami állhat tantárgyakból, de más oktatási egységekből is) milyen logikai sorrendben oktassuk az elérendő oktatási cél érdekében.

2.3.1.2 A sorrendiség megállapítása

Ez a feladat új (módosított) algoritmus bevezetésével oldható meg. Ha egy oszlop csak nulla elemeket tartalmaz, azt jelenti, hogy az adott oktatási egység tanulásához nem használunk fel másikat az adott szerkezetben, vagyis ha létezik, léteznek ilyen oszlopok, akkor az ezekhez tartozó tanulási egységeket célszerű a tanulási folyamat kezdeteinek tekinteni.

Ezzel a szemlélettel kezelve a 14. ábrán bemutatott mátrixot, megállapítható, hogy az első oszlop csak nullákat tartalmaz, ezért ezt az oszlopot és a hozzá tartozó első sort töröljük a mátrixból és egyben a 1-es tanulási egység lesz a tanítási-tanulási folyamat első eleme. A törlés után megmaradó mátrixot a 16. ábra mutatja.

	1	2	3	4	5*
1					
2		0	1	1	0
3		0	0	0	0
4		0	0	0	0
5*		1	0	1	0

16. ábra. Kapcsolati mátrix az első lépés után

Most az 5-ös oszlop tartalmaz nullákat, így ez az oszlop és az 5-ös sor elhagyható a mátrixból és egyben az 5-ös tanulási egység lesz a második elem a tanítás-tanulás folyamatában. A második törlés után megmaradó mátrix a 17. ábrán látható.

	2	3	4
2	0	1	1
3	0	0	0
4	0	0	0

17. ábra. Kapcsolati mátrix a második lépés után

A 18. ábrán látható, hogy a harmadik oktató egység a 2-es, majd a megmaradó mátrix elemei már nullák lesznek, tehát utoljára oktató egység a 3-as és a 4-es.

	1	5*	2	3	4
1	0	1	1	0	0
5*	0	0	1	0	1
2	0	0	0	1	1
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0

18. ábra. Az oktatási sorrendbe helyezett mátrix

Fontos észrevenni a különbséget a kontúrmentességi vizsgálat és a sorrendiségi vizsgálat között. Amíg a kontúrmentességi vizsgálatnál mindegy volt, hogy a sorokban vagy az oszlopokban voltak-e nullák, ezek törölhetők voltak a mátrixból a párjukkal együtt. A sorrendiségi vizsgálat esetében **csak** azokat **az oszlopokat** kell keresni, amelyek nullákat tartalmaznak, és törölni a hozzá tartozó sorokkal együtt!

Az oktatási sorrendben felépített mátrixból (18. ábra) egy érdekes és fontos jellemző olvasható ki: az 1-esek a fő átló felett helyezkednek el, egy „jobb felső”, megközelítőleg háromszög alakú mátrix formájában [40]. Az ilyen elrendezésekre érvényes az a megállapítás, hogy amennyiben az 1-esek a mátrix fő átlója felett helyezkednek el, akkor ez a tény már önmagában is jelzi, hogy a kérdéses reláció kontúrmentes.

2.3.1.3 Tömörítési vizsgálat

A tömörítési vizsgálat az oktatható sorrend megállapítására irányul. Ha például egy olyan ilyen tantárgyi program kilenc témakörből áll és az egyes témakörök közötti összefüggés olyan, amelyet a 19. ábrán látható kapcsolati mátrix mutat [42], akkor az elzárásokban bemutatott eljárásokat alkalmazva – a kontúrmentességet feltételezve – a 2-es a 6-os és a 8-as oszlop csak nullákat tartalmaz, tehát elhagyhatók soraikkal együtt. Felmerül azonban a kérdés, hogy e három oszlopot milyen sorrendben töröljük és ez által milyen lesz e három témakör oktatási sorrendje?

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	0	0	1	0	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	1	0	0
6	1	0	1	0	1	0	1	0	0
7	0	0	0	1	0	0	0	0	0
8	0	0	0	1	1	0	1	0	1
9	0	0	1	1	1	0	1	0	0

19. ábra. Egy kilenc témakörből álló tantárgy kapcsolati mátrixa

A különböző sorrendek alapján elvégzett mátrix-transzformációk tapasztalata azt mutatja, hogy ha a 18. ábrán láthatóhoz hasonlóan, minél kisebb helyen tömörülnek a fő átló felett az 1-es relációk, annál kedvezőbb tananyagelrendezés adódik. Ha például a 8-as oszloppal kezdünk, egy adott mátrix-transzformációs eljárás esetén a 20. ábrán látható elrendezés adódik.

A mátrixtranszformációk eredményeként adódó elrendezések közül az lesz az optimális elrendezést adó, amelyiknél a 20. ábrán látható módon, az 1-esek elé berajzolt törtvonal fölé eső relációk (0-ák és 1-esek) együttes száma a legkisebb, vagyis

	8	6	9	3	5	7	2	4	1	
8	0	0	1	0	1	1	0	1	0	7
6	0	0	0	1	1	1	0	0	1	6
9	0	0	0	1	1	1	0	0	1	6
3	0	0	0	0	0	0	0	1	1	4
5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4
7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31

20. ábra. A tömörség értelmezése

a mátrix ilyen szempontból minél tömörebb. Gyarak F. Frigyes erre egy kvantitatív mutatót vezetett be, amelyet tömörségi mutatónak (T) nevezett el és ez a tömörségi

mutató (melynek értéke az ábrán is látható: $T = 31$), azt mutatja meg, hogy a különböző transzformált mátrixoknál egymáshoz viszonyítva ezek a relációk mennyire tömörülnek, mennyire kis helyen helyezkednek el, azaz a **legkisebb tömörségi mutató** esetén adja a legkedvezőbb eredményt.

Az algoritmushoz tartozó operátorral (az algoritmus leírása az 1. sz. mellékletben található) a tömörségi vizsgálat programozható, és ezáltal összetettebb relációk vizsgálata is egyszerre és gyorsan végrehajtható. Minél tömörebb az ilyen mátrix, annál szigorúbb az egymásra épülő oktatási egységek logikai sorrendje.

A kiindulási mátrixon (19. ábra) az algoritmus szerinti vizsgálat eredményeként adódó legtömörebb mátrixot a 21. ábra mutatja, ahol a tömörségi mutató értéke $T = 29$ -re csökkent le.

	8	6	9	5	3	7	2	4	1	
8	0	0	1	1	0	1	0	1	0	7
6	0	0	0	1	1	1	0	0	1	6
9	0	0	0	1	1	1	0	1	0	6
5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4
3	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
										29

21. ábra. A „legtömörebb” mátrix

2.3.1.4 Zártsági vizsgálat

Sok esetben előfordulhat, hogy nem az a legjobb elrendezés, amelyhez a legtömörebb mátrix tartozik, hanem az olyan elrendezés a célravezetőbb, amelyiknél a legtöbbször fordul el, hogy a kérdéses oktatási egység közvetlenül visszavezethető az t sorrendben éppen megelőzőre, illetve megjelenni az t sorrendben következőre.

Ennek alapján bevezethető egy másik algoritmus, a **zártsági algoritmus** (leírása a 1. sz. mellékletben található). Az eredeti (19. ábra) mátrixra alkalmazva ezt az újabb

algoritmust, a 22. ábrán látható elrendezést kapjuk¹¹. A zártságot a fő átló mellett elhelyezkedő 1-esek száma adja, ami jelen esetben $Z = 5$ és az ábrából az is kiolvasható, hogy bármelyik oszlop bekeretezett 1-ese az oktatási sorrendben t megelző tanítási egységgel való kapcsolatot jelenti. Ugyanakkor a tömörségi mutató $T = 33$ lett, ami az előző képest rosszabb. Ez nem meglepő, mert a tömörség annál jobb, minél kisebb számadat, a zártsági mutató pedig akkor jó, ha minél nagyobb érték.

	8	9	6	5	7	3	4	2	1	
8	0	1	0	1	1	0	1	0	0	8
9	0	0	0	1	1	1	1	0	0	6
6	0	0	0	1	1	1	0	0	1	6
5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5
7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
3	0	0	0	0	0	0	1	0	1	3
4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33

22. ábra. A zártsági vizsgálat eredménye

Különböző elemszámú mátrixok T - és Z -mutatóinak összehasonlítása közvetlenül nem végezhető el, ez csak relatív mutatók alapján lehetséges [41]. Ezeknek a relatív mutatóknak az értéke a következő módon számítható:

tömörségi kvóciens:

$$tk = \frac{E}{T} \quad (1)$$

ahol az 1 összefüggésben:

E = az $n \times n$ elemszámú mátrix 1-es relációinak a száma.

T = a tömörség, azaz a fő átló feletti n elemű mátrixban elhelyezkedő helyek (0-k és 1-ek) együttes száma,

zártsági kvóciens:

$$zk = \frac{Z}{n-1} \quad (2)$$

¹¹ A tömörségi és a zártsági vizsgálatra vonatkozó algoritmusok a [48] irodalomban találhatóak

Ahol a 2 összefüggésben:

Z = a zártság, azaz a m átrix f átlója feletti közvetlen relációk összege.

n = az elemek (oktatási egységek) száma

Könnyen belátható, hogy a tk és a zk mutatók értékváltozásai ellenére van egy a struktúrára jellemző állandó, amelyet a szakirodalomban teljességi kvóciensnek neveznek (3):

$$t_{jk} = \frac{E}{n(n-1)/2} \quad (3)$$

ÖSSZEFOGLALÁS, KÖVETKEZTETÉSEK

A magyar felső oktatást, így a ZMNE-n folyó képzést is a deduktív jelleg jellemzi és ebben a helyzetben a belátható jövőben nem igen várható elmélyülés. Pedagógiaiailag jól megtervezett oktatómunkával, a tananyag korszerű felépítésével azonban konduktív elemeket is beépíthetünk az oktatási folyamatba, növelve ezzel így annak hatékonyságát.

Az exponenciális jellegű technikai fejlődés hatással van az MH technikai eszközeire is. Az oktatási cél és követelményrendszernek megfelelő tananyag korszerűsítése állandó feladat az oktatási folyamat valamennyi résztvevője számára. A fejlődés következtében egyre bonyolultabbá váló tananyag tantárggyá szervezése vagy egy meglévő tananyag korszerűsítése egzakt eljárások alkalmazását igényli.

A tananyag tartalmát úgy kell megválasztani, hogy az a képzési célnak a leghatékabban feleljen meg. A kiválasztott tananyag azonban csak akkor biztosítja a képzési cél elérését, ha oktatása az oktatási egységeinek optimális sorrendjében történik.

A tanterv tervezésének, ezen belül a tananyag kiválasztásának és elemzésének egyik feladata a különböző oktatási egységek elrendezésének, oktatási sorrendjének megállapítása. Az oktatási egységek elrendezésének analízise a bemutatott metodikájú, matematikai eljárásokkal végezhető el.

Az eddig elvégzett vizsgálataim eredménye – egyezően a [6] utalásban az ilyen irányú vizsgálatokra vonatkozó megállapításokkal – azt mutatja, hogy a katonai felső oktatásban a tananyag mikrokoordinációs vizsgálatánál a zártsági algoritmus alkalmazása adja az optimális eredményt.

Az oktatási cél eléréséhez szakmailag-pedagó iailag körü ltek int en kell kivá lasztan i a tananyagot és az oktatási folyamat tervezésének fázisában törekedni kell az optimális vertikális és horizontális tananyagstruktúrák kialakítására.

3. FEJEZET

A DIGITÁLIS ELEKTRONIKA TANTÁRGY VIZSGÁLATA

3.1 A szakmai törzsanyag koordinációjának vizsgálata

A vertikális és horizontális tananyagelrendezés lényegében egy képzési folyamatnak a különböző időlépték jellemzésére szolgál. A képzési folyamat egy adott félévében valamelyik szak valamely évfolyam tantárgyai jelentik a tananyag horizontális elrendezését, míg ugyanennek a szaknak a képzés teljes tartalmára vonatkozó tananyaga, vagyis az egymást követő félévek tantárgyai jelentik a vertikális elrendezést. Ennek megfelelően a képzési stratégiát tantervi szinten a vertikális elrendezés alapján lehet meghatározni, míg a féléves oktatás a horizontális kapcsolatokból adódó feladatok szerint folyik.

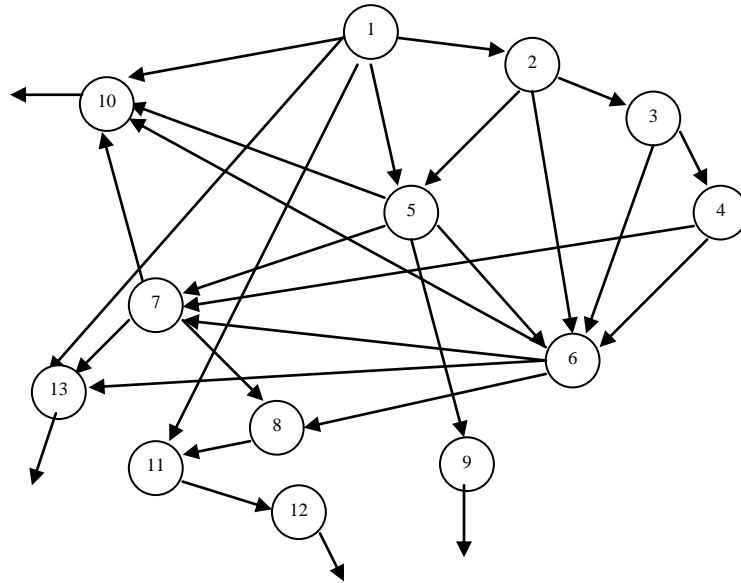
A szakmai törzsanyag oktatása során olyan tananyagot kell oktatni a tanszékünknek, amely lehetővé teszi a legújabb tudományos eredmények megismerését és ezzel egy időben biztosítja a katonai komplex berendezések megismerésének alapozását. Olyan alaptudást kell hallgatóinknak nyújtani, amelyre a szak valamennyi területén szükség van, amely a villamos-, majd a hadmérnöki ismeretek kellő mértékű elsajátításához feltétlenül szükségesek [43]

A Villamos és Természettudományi Alapozó Tanszék a villamos alapozó képzés rendszerében az 1. táblázatban felsorolt tantárgyakat oktatja. A táblázatból nem tűnik ki szemléletesen az egyes tantárgyak didaktikai kapcsolata, a tantervben elfoglalt helyük, vagyis az egyes tantárgyak egymásra épülése, a vertikális struktúra. Ebben a pontban azt a feladatot tűztük ki magam elé, hogy elvégezzem a tantárgyak makrokoordinációs vizsgálatát a kontinuitási vizsgálaton túlmenően elsősorban az oktatási sorrend megállapítása céljából. Erre a célra – mint korábban már utaltam rá – a Morgunov algoritmust legcélszerűbb alkalmazni. A vizsgálat jelenleg még folyó villamosmérnök képzési rendszerre vonatkozik, de a tapasztalatok általánosíthatók az elttünk álló hadmérnök-képzésre is.

Amennyiben a tantárgyak kapcsolatrendszerét kapcsolati gráffal ábrázoljuk (23. ábra), ezen már jobban fellelhetők a táblázatban látható kapcsolatok, bár az egyes tantárgyak oktatási sorrendjének eldöntésére közvetlenül még ez sem alkalmas. A gráf mátrix reprezentációját a 24. ábra mutatja.

1. táblázat. A tanszék által oktatott tantárgyak

	A tantárgy neve	Mely tárgyak ismerete szükséges	Mely tárgyat készíti el
1	Matematika		Fizika, Villamosságtan, Hírközlésmélet, Mérnöki alapismeretek és mérések
2	Fizika	Matematika	Anyagtudomány, Villamosságtan, Analóg elektronika
3	Anyagtudomány	Fizika,	Analóg elektronika, Villamosipari technológia
4	Villamosipari technológia	Anyagtudomány	Analóg elektronika, Digitális elektronika
5	Villamosságtan	Matematika, Fizika	Energetika, Analóg elektronika, Digitális elektronika, Hírközlésmélet
6	Analóg elektronika	Fizika, Anyagtudomány, Villamosipari technológia, Villamosságtan	Digitális elektronika, Hírközlésmélet, Automatika, Méréstechnika,
7	Digitális elektronika	Villamosságtan, Villamosipari technológia, Analóg elektronika	Automatika, Hírközlésmélet, Méréstechnika,
8	Méréstechnika	Analóg elektronika, Digitális elektronika,	Mérnöki alapismeretek és mérések
9	Energetika	Villamosságtan	
10	Hírközlésmélet	Matematika, Villamosságtan, Analóg elektronika, Digitális elektronika	
11	Mérnöki alapismeretek és mér.	Matematika, Méréstechnika	M in ségb izto sítás
12	M in ségb iztosítás	Mérnöki alapismeretek és mérések	
13	Automatika	Matematika, Analóg elektronika, Digitális elektronika	



23. ábra. A Villamos és Természettudományi Alapozó Tanszék által oktatott tantárgyak kapcsolatrendszere

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1
2	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1
7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

24. ábra. A tanszék által tanított tantárgyak reláció-gráfjának mátrix reprezentációja

A kontúrmentességi vizsgálatot a 2.3.1.1 pontban bemutatott lépések szerint végeztem el. A 25. ábrán látható a mátrix felfejtése (1-es, 2-es, 3-as 4-es stb. lépés), melyet addig kell folytatni, amíg a mátrix „el nem fogy”, azaz reláció-mátrix logikai kontúroktól mentes.

A sorrendiségi vizsgálatot a 2.3.1.2. pontban leírtak szerint elvégezve (26. ábra), megállapítható, hogy a tantárgyak oktathatósági sorrendje megegyezik az eredeti mátrixban lévő sorrenddel, tehát a tantárgyak oktatási sorrendje a vizsgálat eredménye szerint is optimálisnak tekinthető.

3.2 A Digitális elektronika tantárgy vizsgálata

A Villamos és Természettudományi Alapozó Tanszék alapozó képzést folytat a villamosmérnök képzés mindegyik szakiránya (nappali és levelezési forma), az informatikus mérnök, a biztonságtechnikai mérnök (nappali és levelezési) és majd a hadmérnök képzés területén. A tanszék számára a tananyagkiválasztásban az alapozás-szakosítás célokban rögzített rendszere adja az alapvető támogatást. A kiválasztást, a tananyag cél-taxonómiai elemzését az adott tantervi rendszerben felülről lefelé, a képzési folyamat végétől visszafelé haladva végeztem el.

Amikor 1991-ben feladatul kaptam a Digitális elektronika (akkori nevén Digitális technika) tantárgy iskolai képzésbe történő bevezetését, a tananyag kiválasztásakor a szakalapozó és a szakmai képzést folytató tanszékek oktatóival elemeztük, hogy a különböző szakokon, a konkrét katonai szaktechnikára történő képzés milyen tananyagrészek oktatását igényli a tanszektől. A célirányos tananyagkiválasztás érdekében a következő kérdésekben folytattunk elemző szakmai konzultációt az akkori Légvédelmi Rakéta és Tüzér, a Rádiótechnikai, a Híradó, a Rádiófelelős az Informatika és az EHC tanszékek témában illetékes oktatóival:

jelenleg milyen technikai színvonalú katonai elektronikai eszközök vannak szakterületén a rendszerben, amire a felkészítés történik?

a katonai elektronikus berendezések terén milyen változások várhatók a közeljövőben és a belátható távolabbi jövőt illetően?

jelenlegi és a várható fejlesztések során a rendszerbe kerülő berendezések milyen konkrét digitális áramköri részegységeket tartalmaznak?

saját oktatási tapasztalata alapján milyen speciális, a szakmai képzést alapozó igényei vannak, milyen témakörök oktatását javasolja szerepeltetni a kialakítandó új tantárgyban?

3.2.1 A tananyag kiválasztása

A tananyag-tervezés alapvető kérdése, hogy milyen pedagógiai szempontok szerint történik a tartalom kiválasztása és strukturálása, a tantárgyi keretek meghatározása. A tudományok nagy mértékű differenciálódásával együtt er teljes integrálódás is bekövetkezett, bonyolult kapcsolódási pontok vannak a különböző tudományterületek között. A tananyag megújítása során egyensúlyt kell teremteni a tudás konvertibilitását biztosító széles alapozás, valamint a felhasználói igények között.

„A képzés során megszerzi a hallgató a szükséges fogalmi rendszert, törvényszerűségeket, elméleteket stb. ismeretét, ezek szelektív felidézésével képes az új helyzetben a probléma megoldására, algoritmusok alkalmazására. E munkaköri tevékenységben számos, előre nem tervezhető speciális, az élethelyzethez adódó problémát is felvetődhet” [44].

A Digitális elektronika tantárgy tananyagának kiválasztásakor abból indultam ki, hogy az intézményben oktatott villamosmérnök hallgatók ismerjék meg egyrészt a szakterület hagyományos ismeretanyagának azt a részét, amely feltétlenül szükséges a mai legmodernebb ismeretek elsajátításához, megfelelő a polgári felsőoktatás alapvető képzési céljának és biztosítja a rendszerben lévő digitális berendezések felépítésének, működésének megértését is. Másrészt a mai modern ismeretek közül csak azokat szükséges (az időkorlátokat is figyelembe véve) oktatni, amelyek a korszerű, a kor igényeinek megfelelő, az elvárásoknak megfelelő tudó szakmai tudás kialakításához, valamint a szakmai ismeretekben való önálló eligazodni tudó képességek kialakításához alapvetőek. Azért a villamosmérnök képzést vettem alapul, mert a tanszék oktató tevékenységében ez a meghatározó jelentőség [45].

A közeli és a távlati célok, a tananyag kiválasztás rendezelvéinek, a szakképzést végző mérnöktisztek fenti kérdésekre adott válaszai figyelembe vétele, valamint saját szakmai és oktatási tapasztalataim alapján a digitális elektronika ismeretanyag rendszerében a tananyagba a tudomány-rendszertani elvet követve, a 2. számú mellékletben található konkrét tananyag tartalmat tartottam szükségesnek beépíteni.

Az így kiválasztott tananyagtartalom megfelel a rendszerben lévő és már eléggé amortizálódott katonai komplex villamos berendezések működtetése által támasztott igényeknek és figyelembe veszi a rendszerben már működő teljesen digitalizált légvédelmi rakéta eszközök (Mistral) és az új generációs digitális harcászati rádiók (Kongsberg) üzemeltetése, üzemeltetése által támasztott igényeket is.

3.2.2 A Digitális elektronika tananyagstruktúra modellezése

A tananyag kiválasztása utáni teendő a kiválasztott tananyag elemi oktatási egységekre bontása annak érdekében, hogy a kapcsolati mátrix segítségével megállapíthassuk az optimális oktatási sorrendet tárgykörökön belül. A tananyag tanítási egységekre bontása szubjektív tevékenység, mert függ a tananyagtervezői szakmai ismereteitől és a tanítási-tanulási folyamat sajátos jellemzőinek a figyelembevételétől is. Véleményem szerint ezért nem lehet **oktatási tapasztalat nélkül** tananyagot tervezni, de ugyanakkor meg kell állapítanom, hogy ez a tervezési folyamat legszubjektívebb összetevője. A kiválasztott tananyagot a korábban említett megfontolások alapján a 3. számú mellékletben látható oktatási egységekre bontottam. A tananyagot a következő tárgykörökbe csoportosítottam:

- A) Számrendszerek, kódok,
- B) Logikai függvények,
- C) Digitális áramkör családok,
- D) Kombinációs áramkörök,
- E) A sorrendi hálózatok építőelemei,
- F) Sorrendi hálózatok,
- G) Adat be- és kiviteli eszközök,
- H) Digitál-analóg és analóg-digitál átalakítók, RAM és ROM táruk,
- I) Mikroszámítógépek.

Ez a felbontás viszonylagos, figyelembe veszi azt, hogy a végzett hallgatók feladata a szakma gyakorlása során nem áramkör- vagy készüléktervezés, hanem karbantartás, üzemeltetés, üzemeltetés esetleg javítás lesz. Ennek megfelelően, másfajta képzési cél esetében az itt felsorolt tanítási egységek más szempontok alapján tovább bonthatók és lényegében ez determinálja a tananyagmodellezés folyamatát is. Ez abból következik, hogy a modell kritériumait, azaz a modellezési viszonyokat és magát a modell funkcióit is a modellezés célja határozza meg.

A modellezés fogalma egy sajátos, de igen gyakran használatos szemlélet- és gondolkodásmódot jelöl. Az a jellemzője, hogy tudatosan törekszik a modellek alkotására és felhasználására minél több területen, továbbá igyekszik tudatosítani a modellalkotás és -alkalmazás mozzanatait ott, ahol lényegében eddig is modelleztek, csak ezt nem tudatosan és nem módszeresen tették [46].

A matematikai modellek közös tulajdonsága, hogy pontos prognózis kimunkálására irányulnak, szerkezeti felépítésüket tekintve pedig, elméleti vagy empirikus (statisztikai) alapon felállított egyenletrendszerek és mátrixok. A matematikai modellek hátránya, hogy általában csak néhány kiragadott és könnyen kvantifikálható változók vizsgálatát teszik lehetővé és nem képesek követni a minőségi változásokat [6].

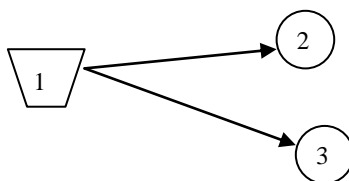
A tananyag oktatási egységeinek egymásra épülésének mikrokoordinációs vizsgálatára vonatkozó komplex vizsgálati eljárás matematikai módszerek alkalmazásával végzett modellvizsgálat, amelynek lépései a következők:

1. a tananyag reláció-gráffal történő modellezése,
2. a gráf-szerkezet alapján a tananyag mátrix-reprezentációján a rendezési algoritmusok közül kiválasztott zártági algoritmus segítségével az optimális oktatási sorrend megállapítása,
3. a tananyag képzési szakokhoz történő koordinációjának vizsgálata,
4. követelmény-szintkoordinációs modellvizsgálat,
5. a tananyag változtatás, fejlesztés modellvizsgálata.

3.2.2.1 A tananyag gráf-modell

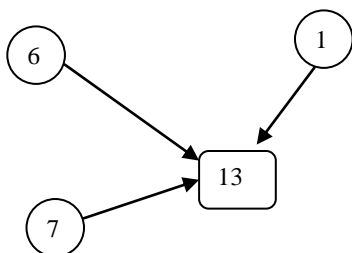
A gráfokban az oktatási egységek tulajdonságaik alapján a következők lehetnek:

- a) **fundamentális, vagy bevezető egység**; azok az oktatási egységek, amelyek nem igénylik más egységek előismereteit. Szokás még forrásnak is nevezni, mert ez egy olyan gráf-csúcs, amelynek nincs befutó éle (a 27. ábrán trapézzal jelöltem).



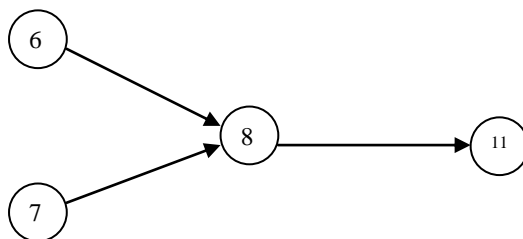
27. ábra. A fundamentális egység relációi

- b) **célegységek**; a gráf-csúcsot jelképez lekerekített téglalappal jelöltem. Olyan gráf-csúcsok, amelyekből nincs kifutó él, vagyis nem generál más oktatási egységet (28. ábra).



28. ábra. A célegység relációi

- c) **transzferáló (átviv) egységek**; amelyek felhasználják más egységeket is eredetük és ugyanakkor generálnak is más egységeket, mint a 8-as -29. ábra.

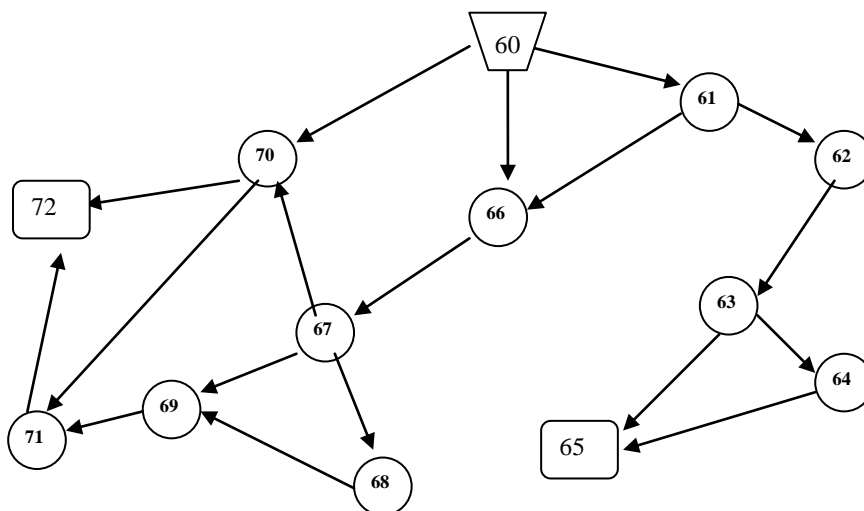


29. ábra. A transzferáló egység relációi

A tananyag 145 diszjunkt oktatási egységből áll (3. számú melléklet). Egy ilyen viszonylag nagy elemszámú gráf-struktúra kezelése nehézkes és áttekinthetetlen. Ezért a tananyagot valamilyen rendezési elv alapján célszerű csoportosítani. Kézenfekvő megoldás a megoldás, hogy ez a csoportosítás tárgykörök szerinti csoportosítás legyen. Homogén tananyagszerkezet esetén célszerűbb a sokelyem gráfnak a cél oktatási egységek szerinti rész-gráfokra történő bontása, mert ilyenkor a cél egységtől az irányított élekkel szemben haladva könnyen megállapíthatók és így csoportba szedhetők azok az oktatási egységek, amelyek a szóban forgó cél-oktatási egységet generálják.

A tananyag mikrostrukturális vizsgálatának módszerét az E-vel jelzett tárgykör vizsgálatán keresztül mutatom be, a tananyag többi tárgykörére vonatkozó vizsgálatot a bemutatott módszerre készült számítógépes programmal végeztem el.

Az E-jel tárgykör reláció-gráfját mutatja a 30. ábra. A gráf-struktúrában jól láthatóan jelen vannak a korábban ismertetett fundamentális-, cél- és transzferáló egységek. Valamely gráf-csúcsba befutó és az onnan kifutó élek együttes száma a csúcs fokszámát adja. Ez a tananyag szempontjából azért fontos, mert megmutatja, hogy a kérdéses gráf-csúcshoz tartozó oktatási egység mennyire játszik fontos szerepet a tananyag felépítésében.



30. ábra. Az E-jel tárgykör reláció-gráfja

3.2.2.2 Mátrix-transzformációk

A tárgykör gráfjának mátrixreprezentációját a 31. ábra mutatja. A 2.3.1. pontban bemutatott kontúrmentességi és sorrendiségi vizsgálati algoritmusokat alkalmazva a 31. ábrán látható (valamint a 4. számú mellékletben található valamennyi tárgykörről vonatkozó) mátrixra, megkapjuk az oktatási egységek oktathatóságának optimális sorrendjét. A számítógépes programmal (a programot Dr. Forgón Miklós készítette) elvégzett vizsgálat eredményét a 4. számú melléklet tartalmazza.

A vizsgálat eredménye azt mutatja, hogy az eredeti sorrendben lényegi módosításokat nem kell végezni, ami annak tudható be, hogy a tananyagkiválasztást és a sorrendiség megállapítását a korábbi kutatásaim során is a gráf-mátrix módszerrel végeztem el.

	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2
60	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
61	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
62	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
63	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
64	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
66	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
67	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

31. ábra. Az E-jel tárgykör m átrix-reprezentációja

3.2.2.3 Követelményszint-koordinációs modellvizsgálat

Az oktatási egységek optimális sorrendjének megállapításán kívül a képzési cél elérését biztosító körülmények eszközrendszerébe tartozik még a tantárgy belső struktúráját tükröző, a képzés célrendszeréből levezetett konkrét tantárgyi célok elérését biztosító követelményrendszer is.

A követelmények meghatározásával és rendszerezésével kapcsolatosan az egyik legátfogóbb rendszert Benjamin S. Bloom dolgozta ki. Bloom a tanulás rendszerének javításában a tervezés és a fejlesztés középpontjába a tanulási eredményeket és ezek pontos megállapítását, a követelmények meghatározását tette. Ezzel összekapcsolódott a tanulási célok, a tevékenység folyamatának meghatározása és a követelmények pontos leírása, azaz a tanulási folyamat követelményeinek és lehetséges eredményeinek pontos azonosítása [41].

A Digitális elektronika tananyagának felépítésére az egymás ismereteire építő oktatási egységek, az általa alapozott szaktárgyak által elvárt szakmai igények, valamint az egyes képzési szakok szabnak követelményeket. Az oktatási egységek

követelményeit alapvetően a tantárgyi célok, másrészt az oktatási egységek lehetséges, illetve operacionalizálható szintjei határozzák meg.

A tantárgy oktatása során szerzett tapasztalataim alapján ezeket a követelményszinteket az alábbiak szerint értelmezem:

ismeretszint: tények, fogalmak elemi információk, összefüggések ismerete, egyszer befogadása, törvények, szabályok, alapelvek, elméletek és rendszerek ismerete, reprodukálás nélkül,

megértési szint: egyszer és bonyolult összefüggések megértése, értelmezése, ismeretek egyik rendszerből a másikba történő átkódolása, továbbfejlesztése, definíciók, törvények, jelenségek reprodukálása, mérési módszerek alkalmazhatóságának ismerete konkrét alkalmazni tudás nélkül,

alkalmazási szint: ismeretek alkalmazása ismert és új szituációban, szabályok alkalmazása segítségével problémák megoldása, magasabb rendű elméletek (analízis, szintézis, értékelés), ismeretek tudatos gyakorlati alkalmazása ismert és új helyzetekben.

Az oktatási egységekre vonatkozó elsajátítási szintek megfogalmazásakor tekintettel kell lenni arra is, hogy nem mindegyik tananyagrészt sajátítható el akármilyen szinten, az ismeretanyag elsajátítási szintjei függenek az információ sajátosságaitól is.

A Digitális elektronika oktatási céljának teljesítése érdekében az egyes oktatási egységek követelményszintjei jellegükkel függően kvantifikálhatók. A kvantifikálást, az egyes követelményszintekhez rendelt alábbi számértékekkel végeztem:

- 0. szint; erre az ismeretre nincs szükség,
- 1. szint; ismeret szintje,
- 2. szint; a megértés szintje,
- 3. szint; az alkalmazás szintje.

A zérus szint nem jelent ugyan valós követelményszintet, de van egzakt jelentése, mert egy oktatási egység egy másikkal az elzettekben jelzett három szint valamelyikével kapcsolatban van, egy harmadik oktatási egységhez viszont esetleg ennek az ismerete nem szükséges, akkor ez utóbbi esetben a követelményszint a két oktatási egység között zérus.

3.2.2.3.1 Bels és küls indexek

Az oktatási egységek relációja vizsgálatának következő fázisában az említett taxonómiai kategóriákat realizáló követelményszinteket vizsgáltam meg egy-egy tárgykörön belül és a tantárgy oktatásával szemben a különböző képzési szakokból adódó elvárások alapján. A Digitális elektronika tantárgy oktatási egységei tárgykörön belül, a tárgykör saját oktatási egységeivel bels, a különböző képzési formák igényeivel küls relációkat alkotnak. Az oktatási egységek bels kapcsolatait a **bels követelményindex** értékeivel jellemzem: b_{ij} amely valamely tárgykör j -edik oktatási egységének az i -edik oktatásával szemben támasztott követelményszint rangszámát¹² jelenti. A b_{ij} értékek, az elzettek szerint szintén 0-tól 3-ig terjednek.

Valamely képzési szak igényéből származó követelményeket a küls követelményindexek fejezik ki. A képzési forma által az i -edik sorszámú oktatási egység oktatására vonatkozó követelményszintet a küls indexszel, illetve a követelményszint rangszámával jellemzem, mely értékek szintén 0-tól 3-ig terjedő egész számok lehetnek. A villamosmérnöki, az informatikus mérnöki, a biztonságtechnikai mérnöki és a hadmérnöki képzési formák által a tantárgy C-jel tárgyköre egyes oktatási egységeire vonatkozó küls indexek értékeit a 2. táblázatban rögzítettem (azért ezt a tárgykört választottam, mert ez reprezentálja legjobban azt, hogy a különböző képzési szakok a logikai áramkör családok elsajátításával szemben eltér követelményszinteket írnak elő).

A C-jel tárgykör (Digitális áramkör családok) 32-es oktatási egységének (a bipoláris tranzistor kapcsolóüzem jellemzői) a bels és a küls kapcsolataiból adódó küls- és bels követelményindexeit mutatja a 32. ábra:

V = villamosmérnök szak

H = hadmérnök szak

I = informatikus mérnök szak

B = biztonságtechnikai mérnök szak.

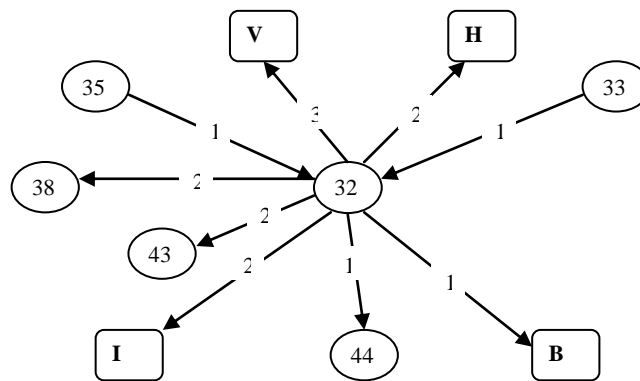
A teljes tárgykörre vonatkozó küls követelményindexeket a 33. ábrán látható mátrix reprezentálja. Ez a mátrix nem kvadrátikus, mert a tárgykör 16 oktatási egységének a négy képzési szakkal való kapcsolatát, illetve a szakok által az egyes oktatási egységekre vonatkozó követelmény értékeit tartalmazza. A kapcsolati

¹² A rangskála nem additív skála, mert az egymást követő értékek nem feltétlenül jelentik a vizsgált tulajdonság azonos mértékű intervallumait.

m átrixokban szereplő 0-k és 1-ek helyett itt a követelményindexek szám szer értékei szerepelnek.

2. táblázat. A különböző képzési formák által támasztott küls indexek

	Vill.m	Inf.m	Bizt.m	Hadm.
32	3	2	1	2
33	2	1	1	1
34	2	1	1	1
35	2	1	1	1
36	2	1	1	1
37	2	1	1	1
38	2	2	1	1
39	1	1	0	1
40	1	1	0	0
41	1	1	0	1
42	2	1	0	1
43	1	1	1	1
44	1	0	0	0
45	2	1	1	1
46	1	1	1	1
47	1	0	0	0



32. ábra. A C-jel tárgy kör 32-es transzferáló oktatási egységének belső és küls követelményindexei

A 2. táblázat alapján az egyes szakirányok által támasztott küls indexeket a továbbiakban V_i , I_i , B_i és H_i betűkkel jelölöm (33., 35. és 36. ábra).

	V_i	I_i	B_i	H_i
32	3	2	1	2
33	2	1	1	1
34	2	1	1	1
35	1	1	1	1
36	1	1	1	1
37	2	1	1	1
38	2	1	1	1
39	2	1	0	1
40	1	1	0	0
41	1	1	0	1
42	1	1	0	1
43	1	1	1	1
44	1	0	0	0
45	2	1	1	1
46	1	1	1	1
47	1	0	0	0

33. ábra. A tárgykör küls indexeinek m átrixa

	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	
32	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	
33	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
35	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
36	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
37	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
38	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	
39	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

34. ábra. A C-jel tárgyör kapcsolati mátrixa

Mint a 32. ábrán látható, az oktatási egységekkel szemben a küls követelmények mellett a tárgykör más oktatási egysége részéről is jelentkeznek követelmények (belső indexek). Áttekinthető képet kapunk a tárgykör követelményrendszeréről, ha a tárgykör kapcsolati mátrixát (34. ábra, - a tárgykör gráfja 3. számú mellékletben a 107. oldalon látható) és a küls indexek mátrixát egyesítjük (35. ábra). A tantárgy tananyaga tervezésének következő fázisában felvetődik a kérdés, hogy az egyes oktatási egységek oktatásával szemben milyen követelményeket támasszunk?

	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	V_i	I_i	B_i	H_i
32	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	3	2	1	2
33	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	1	1	1
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	1	1
35	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
36	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
37	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1
38	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1
39	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	1
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

35. ábra. Az egyesített mátrix

Mivel egy oktatási egységre vonatkozó követelményszinteket a küls és belső indexek együttesen határozzák meg, a 35. ábrán látható egyesített mátrixban a kapcsolat létét kifejező 1-esek helyére a belső indexértékeket helyettesítjük (amely természetesen 1-es érték is lehet – 36. ábra).

	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	V_i	I_i	B_i	H_i			
32	0	1	0	1	0	0	3	0	0	0	0	2	1	0	0	0	3	2	1	2			
33	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	2	1	1	1		
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	1	1	1	1		
35	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1		
36	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1		
37	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1		
38	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0	1	2	1	1	1		
39	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1		
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0		
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	1	0	1		
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1		
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	1	1	1
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	

b_i	K_{iV}	K_{iI}	K_{iB}	K_{iH}
3	3	2	1	2
2	2	2	1	1
2	2	1	1	1
1	2	1	1	1
1	1	1	1	1
2	2	1	1	1
2	2	1	1	1
2	2	1	0	1
1	1	1	0	0
2	2	2	0	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1
1	1	0	0	0
2	2	1	1	1
1	1	1	1	1
0	1	0	0	0

36. ábra. A z oktatási egységek követelményindexei a különböző képzési szakokon

A 47-es oktatási egység cél-egység, a rá vonatkozó követelményszintet csak a küls index értéke határozza meg, ez villamosmérnök szakon 1-es érték, a többi szakon nem oktatjuk. A 46-os egység már generálja a 47-est, tehát a rá vonatkozó követelményszintet a 47-es egység és a küls követelményszint együttesen határozza meg. A többi transzferáló egység követelményszintjének vizsgálatakor hasonlóképpen meg kell vizsgálni azzal a kiegészítéssel, hogy ha egy oktatási egység több másikat generál, akkor a belső index értékét a legnagyobb követelményindex határozza meg. Ez után össze kell hasonlítani a belső- és a küls követelményindexeket egymással.

A 36. ábrán látható mátrixban a belső követelményindexek értékét a tantárgyi oktatási célt és a fenti megfontolásokat figyelembevéve, az oktatási tapasztalataim alapján, tehát empirikus úton határoztam meg a villamosmérnök képzésre vonatkozóan.

A mátrix melletti táblázat b_i oszlopában a belső indexek értékeit foglaltam össze olyan megfontolással, hogy az i -edik oktatási egység oktatásával szemben támasztott legnagyobb követelményindex szabja meg a szóban forgó oktatási egység belső indexét. Ezt a belső követelményindexet összehasonlítottam a V_i , I_i , B_i és H_i küls követelményindexekkel és ennek eredményeként alakult ki a táblázat további oszlopaiban (K_{iV} , K_{iI} , K_{iB} , K_{iH}) látható, **a tárgykör egyes oktatási egységeire vonatkozó követelményindex** a különböző szakirányokra.

3.2.2.3.2 Oktatási indexek

A tantárgy minden egyes oktatási egységéhez hozzárendelhet egy az oktatói tapasztalat alapján empirikusan meghatározott oktatási szint, amelynek segítségével meghatározható, hogy az adott oktatási egység oktatási színvonala milyen mértékben felel meg a követelményeknek. Kvantitatív módon ezt az O_i oktatási indexszel lehet kifejezni. Az összehasonlíthatóság miatt ennek értéke is 0-tól 3-ig változhat.¹³

Nyilvánvalóan az oktatási színvonal akkor felel meg az elvárt követelményeknek, ha a vizsgált oktatási egység oktatási indexe és követelmény indexe megegyezik ($O_i = K_i$) és ekkor tárgykör, illetve tantárgy-összesen is igaz az alábbi (4) egyenlőség:

$$\sum_{i=1}^n O_i = \sum_{i=1}^n K_i . \quad (4)$$

A K_i követelményindexet a belső és külső indexmaximumok együttesen határozzák meg, súlyuktól függően vagy az egyik, vagy a másik, azaz amelyik nagyobb az adja a követelményindex szám szerű értékét. Ebből az következik, hogy ha a külső körülmények és ez által a belső fakadó követelmények valamilyen okból megváltoznak, az értelemszerűen kihat a belső indexek értékeire is, emiatt megváltozhat a követelményindex és az oktatási index értéke is [6].

3.2.4 A tananyag változtatás vizsgálata

Az oktatás színvonala csak akkor felel meg a jövő igényeinek, ha tükrözik benne a tudomány jelenlegi színvonala. Az elektronika napjainkban tapasztalt fejlődési üteme néhány év alatt olyan mértékű szakmai szintváltozást eredményez, hogy a képzési és a szakmai szint közötti eltérés elbűtőbb felveti a tananyagváltoztatás igényét. A tananyag, és különösen a Digitális elektronika tantárgy tananyaga soha sem tekinthet véglegesnek, a tudomány fejlődését követően tananyagváltoztatásra permanensen vissza kell térni.

A nemzetvédelmi egyetemi képzés sajátossága, hogy a dinamikus szakmai fejlődés ellenére a honvédségnél alkalmazott eszközök technikai színvonala – a beszerzési

¹³ Az $O_i = 0$ érték oktatási egység oktatására nem kerül sor, ugyanakkor, ha van ilyen, az része a tananyagoknak.

költségek miatt – sok esetben nem felel meg a legújabb tudományos eredményeknek. Ennek ellenére, a rendszerben lévő technikára való felkészítés mellett a szakmai alapozás oldaláról biztosítani kell, hogy a szakmai alapozó képzés kövesse a tudomány fejlődését.

A tananyag módosítása egyes oktatási egységek cseréjét és ez által a tananyagstruktúrában és/vagy a követelményszintben változásokat okozhat. Megváltozhat a reláció-gráf szerkezete, a gráf csúcsok száma és ezek mátrix reprezentációjában a sorok és az oszlopok száma.

3.2.4.1 A tananyagmódosítás típusai

A tananyag megváltoztatására különböző okok miatt és különböző mélységben kerülhet sor. A legjellemzőbb esetek a következők:

- a) terminológiai jellegű változások (logikai törvényekre, tételekre stb. utaló mélyebb elmények beépítése a tananyagba). Ebben az esetben a reláció-gráf nem változik, csak az új relációk koordinációját kell meghatározni,
- b) olyan innovációk, amelyek nem igénylik valamely oktatási egység cseréjét, ugyanakkor változásokat idéznek elő a meglévő oktatási egységek relációiban,
- c) az előző (b)-típusú innováció esetén, amikor a változások a következő oktatási egységek valamelyikét érintik,
- d) oktatási egység cserét igénylő, amely az oktatási egységek relációit módosítja.

Az előzőekben felsorolt (a, b, c, d,) típusú változásokat a vizsgált tananyagot modellező gráfszerkezet jellemző pontjainak számát változtatlanul hagyó, az élekre korlátozódó módosításoknak tekintem. Ennek megfelelően a gráf mátrix reprezentációjában a sor és oszlopszám változatlan marad.

Új „meglévő” és „következő” oktatási egységek megjelenése esetén viszont a reláció-gráf szerkezete és mátrix reprezentációjának sor és oszlopszáma is megváltozik. Az előző esetet e)-típusú, az utóbbi esetet f)-típusú cserének nevezem.

A felsorolt hat eset általában nem ennyire széttagolt formában jelentkezik, hanem ezek valamely kombinációjaként, esetleg együtt fordulnak elő. A reláció-gráfok módosításai az egyes egyedi a)... f) esetekben magán a gráfon szemléletes formában realizálhatók [48].

3.2.4.2 A tananyagfejlesztés modellje

A tananyagváltatás (fejlesztés) mátrix-aritmetikán alapuló folyamatát egy olyan esetre mutatom be, amikor a gráf szerkezete is módosul. Feltételezek egy olyan általános jellegű (jelenleg még nem aktuális) változtatást, amikor a tananyagszerkezet valamely oktatási egysége a fejlődés következőjében elavulttá válik és cseréje indokolt. Legyen ez az oktatási egység a 3.2.2. pontban vizsgált E-jelű tárgykör (30. ábrán látható gráf-szerkezet) 69-es számú egysége (37. ábra).

Az elavultság feltételezése, vagyis az oktatási egység kihagyása mellett még a következő feltételezéseket teszem. Az oktatási egységnek az oktatásból való kivonása:

igényli két megelőző („m”) oktatási egység bevezetését,

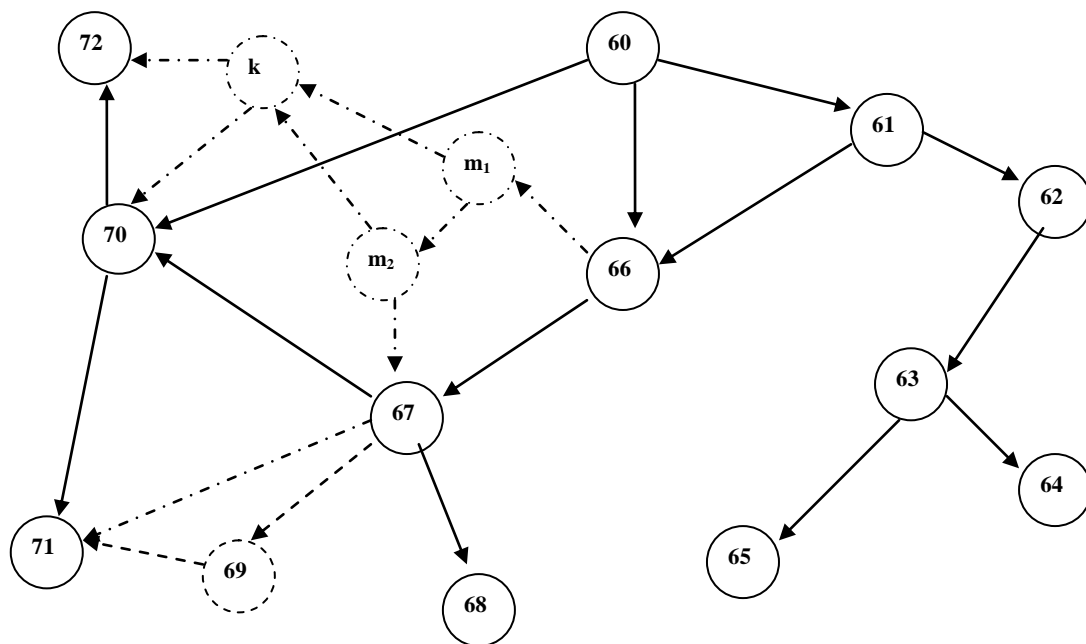
lehetővé teszi egy következő („k”) oktatási egység bevezetését, amely el segíti a 70. és az 72. egység tanulmányozását,

A 37. ábrán szaggatott vonallal jelöltem az elmaradó oktatási egységet és kapcsolatait, pontvonallal az új oktatási egységeket és a létrejött új kapcsolatokat. Az elhagyott oktatási egységet a gráf-kapcsolatban megelőző két új oktatási egységet m_1 -el és m_2 -vel, míg következőt k -val jelöltem.

A tananyagfejlesztés következő lépéseként felírtam a továbbfejlesztett gráf-szerkezet egy olyan mátrix reprezentációját, amely csak elmaradó és az új kapcsolatokat mutatja be (38. ábra). Az elmaradó relációkat -1 -el, a megjelenő újakat $+1$ -el jelöltem.

A következő lépésben ezt a mátrixot hozzáadtam az eredeti kapcsolatrendszer tartalmazó, az új elemeknek megfelelően három sorral és oszloppal bővített olyan majormátrixához, amelyben az új sorok és oszlopok csak nullákat tartalmaznak. A 38. ábrán látható mátrixban pedig az összeadás során a megszűnt kapcsolatok (-1) helyén 0 -k szerepelnek. Így a két mátrix összeadása könnyen elvégezhető és az eredményt a 39. ábrán látható, a módosított tárgykörre vonatkozó összegmátrix mutatja.

A következő lépésben az elhagyásokkal, bővítésekkel módosított új kapcsolati mátrixon a korábban bemutatott módszerrel el kell végezni az új oktatási sorrend megállapítására vonatkozó zártsági algoritmus szerinti vizsgálatot, és ennek eredményeként kiadódik a tárgykör oktatási egységeinek új oktatási sorrendje. Végül a követelményszint vizsgálatával megállapítjuk az új belső és külső indexeket, valamint az oktatási (O_i) és a követelményindex (K_i) új értékeit.



37 ábra. Az E-jel tárgykör továbbfejlesztése

	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	m_1	m_2	k
60	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
61	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
62	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
63	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
66	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
67	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
m_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
m_2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
k	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0

38. ábra. Az E-jel tárgykör me gsz n és új relációi

	60	61	62	63	64	65	66	67	68	70	71	72	m_1	m_2	k
60	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
61	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
62	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
63	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
66	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
67	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
m_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
m_2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
k	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0

39. ábra. A módosított tárgykör új mátrix-szerkezete

3.3 Tantárgyak párhuzamos taníthatósága

A tanszék által oktatott tantárgyak tervezése során az oktatási egységek oktatási sorrendjének egzakt módon történő meghatározása mellett meg kell vizsgálni az oktatási egységek párhuzamos taníthatóságát, mivel gyakran előfordul olyan eset, hogy az egymás ismereteit igénylő tantárgyak tanítása azonos félévben kezdődik. Ez nem jelent problémát abban az esetben, ha azonos féléven belül meg tudjuk oldani azt, hogy az alapozó ismeret oktatása **időben biztosan megelőzze** az általa alapozottat és az elsajátított ismeret **rögzült a hallgatókban annyira**, amennyire a másik tárgy megértéséhez az szükséges. Az ismeretek elsajátítására, alkalmazására, a készségek kifejlesztésére **idő kell biztosítani**.

A párhuzamos taníthatóság kvantifikálható és ez által az oktatási egységek horizontális kapcsolata is elemezhető egy P_i^n és P_j^k operátorral, a párhuzamos taníthatóság operátoraival, ahol:

n = a generáló tantárgy azonosító száma

k = a generált tantárgy azonosító száma és;

$n < k$.

i = a generáló tantárgy oktatási egységének indexszáma

j = a generált tantárgy oktatási egységének indexszáma

Ha két tantárgy – például az Analóg elektronika (6) és a Digitális elektronika (7) – kapcsolata olyan, hogy az oktatási folyamatban a 6-os megelőzi a 7-est, akkor a két tantárgy párhuzamos taníthatóságának a szükséges feltétele, hogy a két tantárgy minden egyes olyan oktatási egységére, amelyek egymással generáló-generált kapcsolatban vannak, fennálljon az 5-ös összefüggés:

$$p_i^6 < p_j^7 \quad (5)$$

ahol a p_i^6 operátor szám szer értéke azt fejezi ki, hogy az Analóg elektronika (6) tantárgy i -edik oktatási egysége a félév hányadik foglalkozásán kerül feldolgozásra, a p_j^7 pedig a Digitális elektronika (7) tantárgy j -edik, oktatási egysége a félév hányadik foglalkozásán szerepel tananyagként. Fontos, hogy a Digitális elektronika j -edik oktatási egysége az Analóg elektronika i -edik oktatási egységével generált-generáló kapcsolatban legyen és csak az ilyen kapcsolatban lévő egység-párokra kell elvégezni a fent leírt vizsgálatot.

Ez a feltétel azonban még nem elégséges feltétel, mert az ismereteknek a hallgatók tudatában a követelményszinteknek megfelelő mélységben rögzülni is kell ahhoz, hogy ezekre újabb oktatási egységek ismeretanyagát lehessen építeni. Ennek figyelembevételével a fenti egyenlenséget még ki kell egészíteni egy korrekciós (q) tényezővel (6), amely:

$$q = f(K_i) = 2(K_i - 1) \quad (6)$$

azt veszi figyelembe, hogy az i -edik generáló oktatási egység (amely a j -ediket generálja) elsajátításával szemben milyen követelményt támasztunk. Ez a tényező a generáló oktatási egység biztonságos elsajátításhoz szükséges idő értékkel additíven módosítja a párhuzamos oktathatósági indexét. A fentieknek megfelelően az Analóg elektronika és a Digitális elektronika tantárgyak párhuzamos oktathatóságának feltétele az, hogy minden generáló-generált oktatási egység párra fennálljon a 7-es egyenlenség:

$$p_i^6 + q < p_j^7 \quad (7)$$

Általánosan (8):

$$p_i^n + q < p_j^k \quad (8)$$

A párhuzamos oktatás algoritmusának tehát a következők:

1. az adott félévben párhuzamosan oktatni kívánt tantárgyak oktatási egységekre bontása,
2. az oktatási egységek foglalkozásokba tömörítése,
3. a nagyobb sorrendindex (a másik tantárgy által alapozást igénylő) tantárgy alapozást igénylő oktatási egységeinek, az alapozó-alapozott egység-pároknak a megkeresése,
4. a p_i^n és p_j^k értékek meghatározása minden ilyen kritikus egység-párra,
5. a generáló p_i^n -hez tartozó K_i érték meghatározása.
6. a $q = 2(K_i - 1)$ érték meghatározása
7. megvizsgáljuk minden egyes összetartozó egység-párra, hogy fenn áll-e:

$$p_i^n + q < p_j^k.$$

8. ha a fenti egyenlenség minden összetartozó oktatási egység-párra fennáll, akkor a két tantárgy oktatása párhuzamosan végezhető.

3.4 A szimuláció alkalmazása a tananyag oktatásában

3.4.1 Szimuláció a pedagógiában

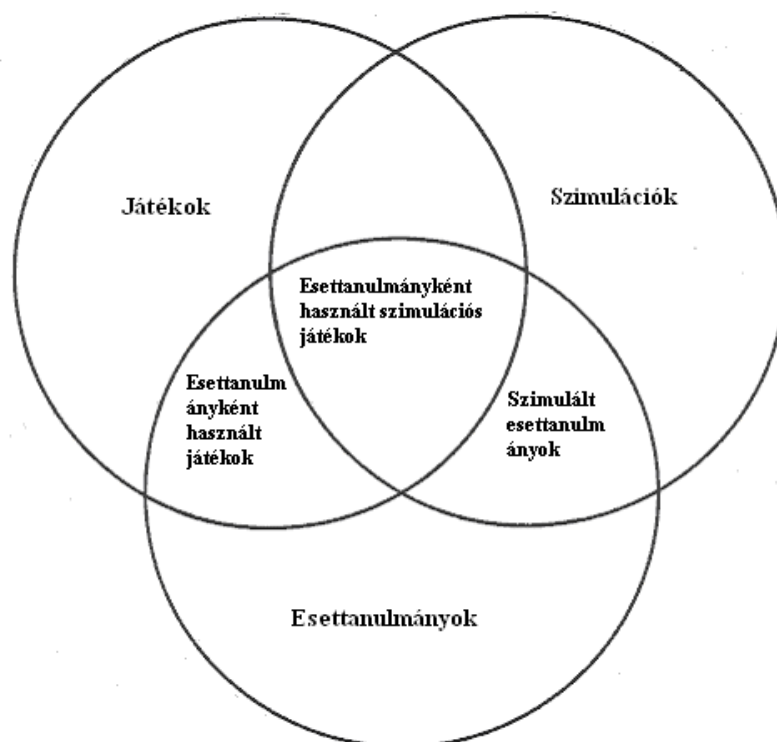
Az elmúlt másfél évtizedben – elsősorban az USA-ban és Nagy-Britanniában – a játék, szimuláció, esettanulmány jellegű gyakorlatok elterjedése és használata ugrásszerűen megnövekedett az oktatásban. A különféle játékok, szimulációs eljárások nagymértékben fejlesztik a kreativitást, a problémamegoldó és döntéshozatali készséget. Segítik a különféle emberi (kommunikációs) kapcsolatok kifejtését, valamint a gondolkodási és kezdeményező készséget. Főleg ezek miatt tekintik sok szakember a jövő nyelvének a játék- és szimulációs módszereket [49].

A katonai és ipari alkalmazásokon túl a játék- és szimulációs módszerek felhasználásának legfontosabb alkalmazási területe az oktatás. Az első publikációk e területéről 1962-ben jelentek meg, [50] [51] amelyek a jövő tanítóinak, tanárainak ajánlották, hogy foglalkozzanak a "mindennapok" szituációival a szimulált iskolákban.

Csak a 70-es évek kutatásai igazolták, hogy a játék, szimuláció és esettanulmány néven ismert gyakorlatok szoros összefüggésben vannak egymással. Ezt elsőként Reid ismerte föl, és ábrázolta 1977-ben. A 40. ábra lényegében a Reid-féle ábrázolásnak Ellington, Addinall és Percival által továbbfejlesztett – teljesebb – változata. [50]. Az

ábrából leolvasható, hogy a játék, szimuláció, esettanulmány gyakorlattípusok nem kevesebb, mint hét különböző osztályba sorolhatók. Ebből a 7-ből 3 ún. "valódi/tiszta", 4 pedig ún. "hibrid" típusú gyakorlat. A játékok, a szimulációk és esettanulmányok lényegét – szakszerűsége ellenére is – jól tükrözi a három fogalom definíciója, ezért az alábbiakban a 40. ábra alapján csupán a 3 tiszta típus bemutatására szorítkozok [52].

A **játék** (game) meghatározására Abt, C. C. javaslata terjedt el, amely tömör megfogalmazásban jól tükrözi annak széles körű felhasználási lehetőségeit: "A játék bármilyen verseny (játékos magatartás, játékos tevékenység) ellenfelek (játékosok) között, amely kényszer (játékszabályok) szerint folyik valamely cél (nyerés, győzelem) érdekében."



40. ábra. A játékok, szimulációk és esettanulmányok közötti összefüggések

Az **esettanulmány** (case study) "a valóságos esetekből kiválasztott olyan adatokon alapszik, amelyek alkalmasak arra, hogy helyesen tudjunk bemutatni egy speciális jelenséget, vagy pedig gyakorolni egy különleges döntési eljárást" [53].

A **szimuláció** fogalmát az irodalom meglehetősen tág értelemben használja. A fogalom definiálására Shubik [54] meghatározása látszik a legcélravezetőbbnek, amely szerint a szimuláció "egy rendszernek vagy szervezetnek egy másik rendszerre vagy szervezetre való leképezését foglalja magába úgy, hogy az az eredeti rendszer lényeges

viselkedési hasonlóságát tartalmazza. A szimulátor rendszerint egyszerűbb, mint a szimulált rendszer, amely elemzés és kezelés céljaira sokkal alkalmasabb".

Ez a definíció két lényeges elemet tartalmaz, amelyek megléte az előfeltétele annak, hogy valamely gyakorlat szimuláció-e vagy sem. Az első szerint a gyakorlatnak olyan szimulációt kell bemutatnia, amely vagy létezik a valóságban, vagy amely kigondolt ugyan, de a valóságban is elképzelhető volna. A második elem szerint a gyakorlatnak "hadműveleti"-nek kell lennie, azaz működő folyamatot kell alkotnia. Ez az ismétlés, amely ténylegesen kizárja a szimulációk osztályából a statikus analógiákat tartalmazza a működő modellek valamennyi típusát. Az esettanulmány (case study) "a valóságos esetekből kiválasztott olyan adatokon alapszik, amelyek alkalmasak arra, hogy helyesen tudjunk bemutatni egy speciális jelenséget, vagy pedig gyakorolni egy különleges döntési eljárást" [52].

A játék, szimuláció, esettanulmány és szerepjáték ismeretében megfogalmazhatjuk, hogy mit kell elvárni a pedagógiában alkalmazott ún. "oktatási szimuláció"-tól. Elvárjuk, hogy legyen alkalmas arra, hogy a hallgatók tudják kezelni, működtetni (manipulálni) tanulási céljából. A modell rendszerint egyszerű vázlat az eredeti rendszernek, tárgynak vagy folyamatnak. A modell objektumokból és törvényekből áll. A szimuláció maga a modell és a modell működtetése, eljárás, amely az objektumokon a változtatásokat a törvényszerűségeknek megfelelően elvégzi. Egy modellnek a valóságot mindig hűen kell tükröznie, bármilyen aspektusból is vizsgáljuk. A modellből a valósághoz képest - mindig elhagyhatók azok a részek, amelyeket nem kívánunk tanulmányozni. Ilyenformán, amikor a hallgatók a modellel tanulnak (azt működtetésbe hozzák, manipulálják, vagy bizonyos cselekvésekre, döntésekre kényszerülnek), ugyanazokat az eredményeket érhetik el, mint a valódi eszközökkel [55].

3.4.2 Digitális áramkör-szimuláció

A szimuláció céljai sokfélék lehetnek, például segíthet egy döntés meghozatalában, információkat szolgáltat, meghatározhatja egy esemény lehetséges kimeneteleit, továbbá tapasztalatszerzésre is irányulhat. Egy meghatározott rendszer adott körülmények közötti lényeges tulajdonságainak vizsgálata elméleti modell segítségével. A modell működtetésének vizsgálata általában számítógéppel történik, így az ismételt rendszer viselkedése kevés költséggel, kockázatmentesen ismételhető meg [56].

A szimulátorok alkalmazásának számos előnye van. A digitális kapcsolások viselkedésének olyan vizsgálatára adnak módot, amelyhez nincs szükség az áramkör tényleges megvalósítására. Alkalmazásukkal nehezen elállítható megoldások is vizsgálhatók, nincs szükség a vizsgálat tárgyának megépítésére. Használatuk a már létező rendszerek elemzésekor is előnyös. Segítségükkel olyan vizsgálatok is egyszerűen és nagyon alacsony ráfordítással megvalósíthatók, amelyek egyébként csak nagyon költséges módszerekkel és egyéb eszközökkel lennének realizálhatók. A programoknál a megjelenítés látványos, a vizsgált eredmények könnyen értékelhetők.

Kapuszint szimuláció esetén különböző logikai függvényeket megvalósító kapuk és flip-flopok a szimulált rendszer építőelemei. Mivel ezek az építőelemek összetettebbek (magasabb absztrakciós szintet képviselnek), ezen a szinten jóval komplexebb folyamatok szimulálhatók. A kapuszint szimulátorok diszkrét idejű szimulációt alkalmaznak.

A digitális rendszert kapuszintnél magasabb bonyolultságú funkcionális egységekkel (regiszterekkel, számlálókkal, összetett aritmetikai és logikai egységekkel) mint építőelemekkel leíró és kezelő szimulátorokkal nagybonyolultságú rendszerek is vizsgálhatók [57].

3.4.3 A Micro-Cap szimulációs program alkalmazása

Az alkalmazott Micro-Cap V szimulációs program összetett laboratóriumi funkciót képes ellátni. A vizsgálat tárgyát képező elektronikus áramkör kapcsolási rajzának megszerkesztését, a sokféle jelforrás és mérőeszköz kiválasztását, és az alkalmazásukhoz szükséges paraméterek beállítását felhasználóbarát grafikus kezelőfelület támogatja. A program alkatrészkönyvtárakat tartalmaz, amely folyamatosan bővíthető.

A szimuláció során háromféle analízist lehet végezni: tranziens, AC és DC analízist. A tranziens analízis olyan mérésnek felel meg, amelynél a vizsgált áramkör bemeneti jele (vagy jelei) valamilyen (többnyire feszültség vagy áram) időfüggvény. A vizsgálat során azt határoztam meg, hogy ennek hatására milyen feszültség vagy áram időfüggvények állnak elő a hálózat csomópontjain, ill. ágaiban. Bemeneti jelforrásként hullámformát generáló, mérőeszközként pedig oszcilloszkóp használatát szimuláltam. Az AC analízis során az áramkörök amplitúdó és

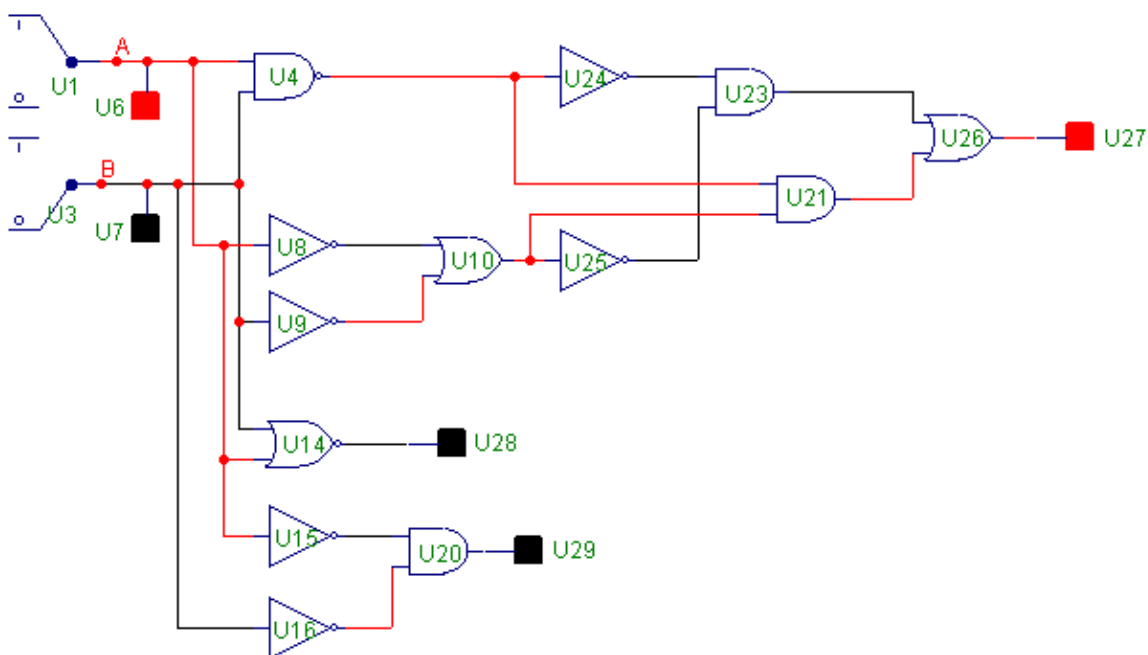
fáziskarakterisztikáit lehet ábrázolni a frekvencia függvényében, vagyis a különböző Bode karakterisztikákat. A DC analízisnél a transzfer karakterisztikák jeleníthetők meg.

A program digitális elektronikai alkalmazásának illusztrálására a Boole-algebrából jól ismert de Morgan azonosságok vizsgálatát végeztem el

$$\overline{A \cdot B} = \overline{A} \cdot \overline{B} \quad (9)$$

$$\overline{\overline{A} \cdot \overline{B}} = A \cdot B \quad (10)$$

A két azonosságnak megfelelő logikai műveletek realizálását a 41. ábra mutatja. A (9) összefüggés bal oldalát az U4 NAND kapu, a jobb oldalát az U8 és U9 inverterek, valamint az U10 OR kapu realizálja. A (10) összefüggés bal oldalát az U14 NOR kapu, a jobb oldalát az U15 és U16 inverterek, valamint az U20 AND kapu realizálja. Az A és B bemenő logikai szinteket az U1 és U3 digitális kapcsolók biztosítják. A kapcsolás statikus vizsgálatát nagymértékben segíti és szemléletessé teszi a program által biztosított animáció.



41. ábra. A de Morgan azonosságok szimulációs vizsgálata

Ez azt jelenti, hogy egy digitális kapcsolás vizsgálatát (azaz a diszkrét szimulációt) nem a jelek időfüggvényeinek kirajzolásával és kiértékelésével végezzük el, hanem az analízis futása során a kapcsolási rajzon jelzi ki a program a jelek értékét. Így tehát egy rajzfilmhez hasonlóan mozgó, változó képet kapunk.

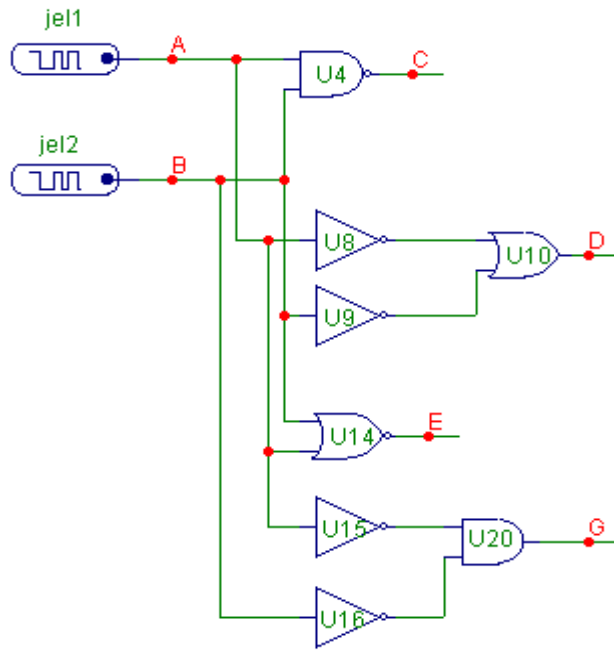
Mivel az animáció során a jelek logikai értékét közvetlenül a kapcsolási rajzon lehet kijelezni, ezért a kapcsolási rajz összeállítás során két, speciálisan az animációt támogató alkatrészt használhatunk.

Az egyik a digitális kapcsoló (U1 és U3). A kapcsoló a kimenetén logikai 0 és logikai 1 szintet adhat ki. Ha az analízis futása során rákattintunk a kapcsolóra a bal egérgombbal, a kapcsoló átvált a másik állapotába.

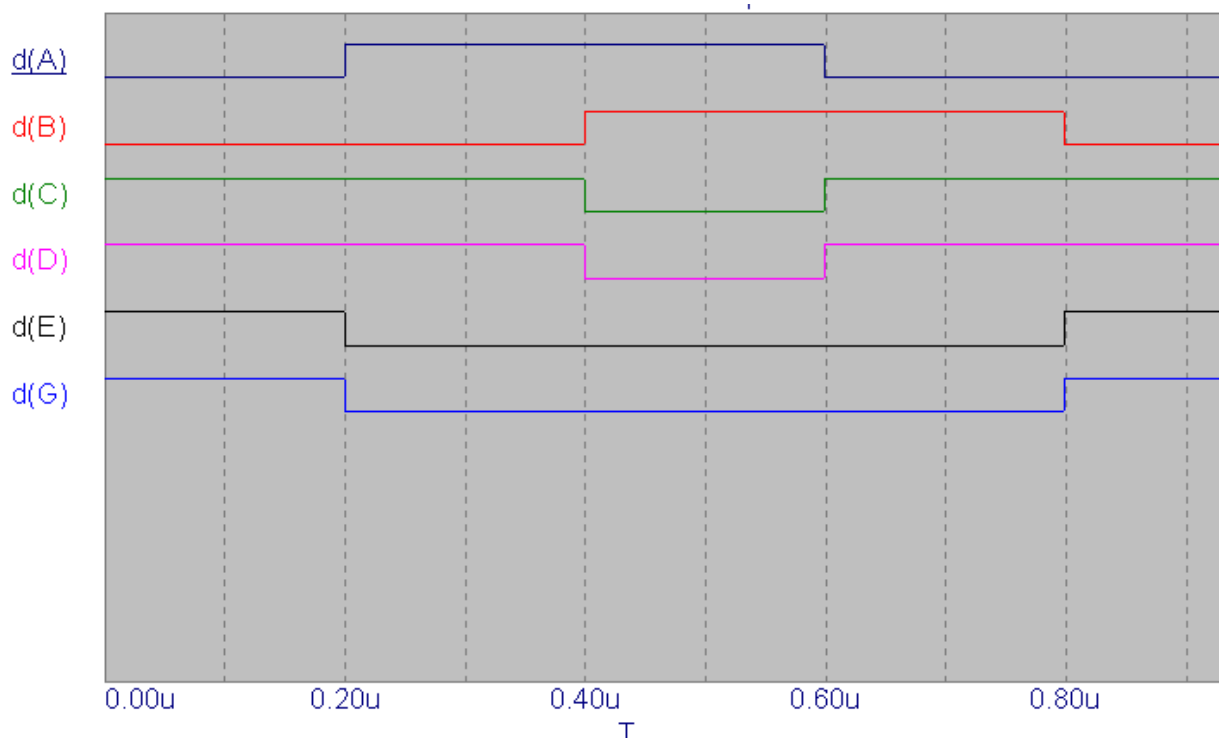
A másik a LED (U6, U7, U27, U28, U29). Az animációs analízis futása során már a jelvezetékek színe mutatja számunkra a logikai jel értékét. Azok a jelvezetékek, amelyek jele 1 érték, **PIROS** színűekké válnak. A 0 logikai értéket a sötét szín, míg a határozatlan X értéket a szürke szín jelenti. Ennél a megoldásnál még szemléletesebb, ha a vizsgálni kívánt jelre (a jelvezetésekre) egy LED-et kötünk. Ha a jel 1, a LED piros, ha a jel 0, akkor fekete. Határozatlan szint esetén szürke.

Az azonosságok helyessége a két oldal azonos logikai szintjét követeli meg bármilyen bemenési szintek esetén. A (10) azonosság esetében tehát az U28 és U29 LED-eknek mindig azonos színűeknek kell lenni. A (9) azonosság esetében a két kimeneti szint (U4 és U10) azonosságát egy ekvivalencia áramkör (U24 és U25 inverterek, U23 és U21 AND kapuk, U20 OR kapu) érzékeli. A (9) azonosság esetében tehát az U27 LED-nek állandóan logikai 1 szintet jelentő piros színűnek kell lenni.

A 42. ábrán a logikai áramkör dinamikus vizsgálatára alkalmas kapcsolás látható. A bemeneti jelet szolgáltató jelforrás a Stimulus generátor. Ezek 1 vagy több (maximum 16) bites kimenettel rendelkező speciális impulzus generátorok. Kimeneti jeleik csak 0 vagy 1 értéket vehetnek fel, elhanyagolhatóan kis fel- és lefutási idővel. A generátorok programozása a program **Text** lapján végezhető el. Jelen programozással a két stimulus generátor (jel1 és jel2) egy-egy, egymástól időben eltoltnégyzetes impulzust állít elő. Így az A és B jelek mindegyik kombinációja vezérli a logikai áramkört. A 43. ábrán a transzfer analízis során szimulált jelalakok láthatók. A és B a két bemeneti impulzus. A C és D jelalakok a (9) azonosság bal és jobb oldalát realizáló kombinációs hálózat kimenetei, míg az E és G jelek a (10) azonosságra vonatkoznak. Az azonosságok igazságát a két-két kimeneti jelmegegyezése szemlélteti.

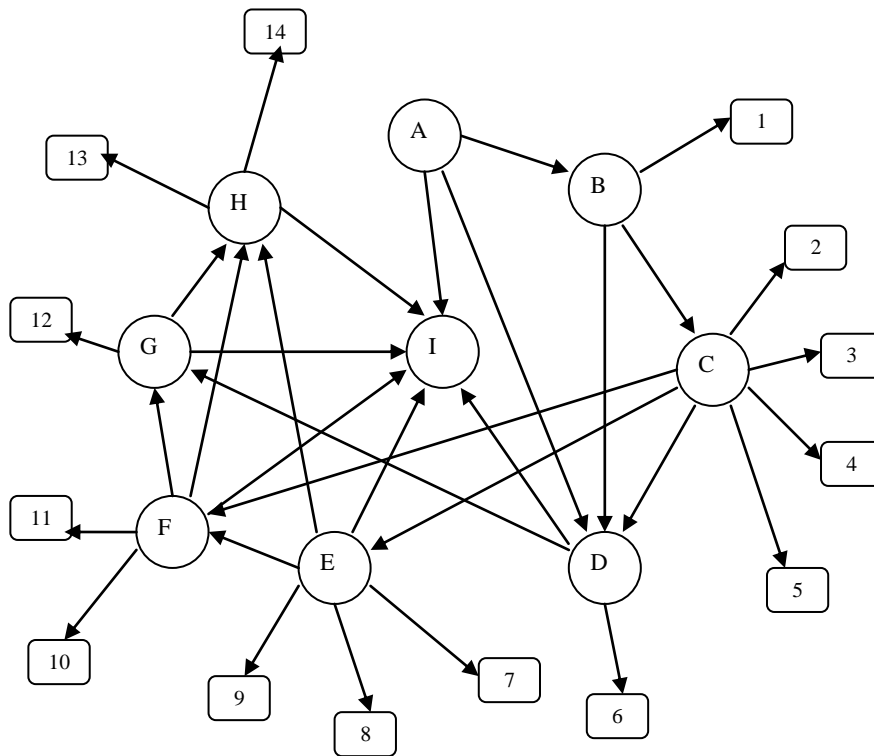


42. ábra. A dinamikus szimuláció megvalósítására alkalmas kapcsolás



43. ábra. A dinamikus szimuláció eredménye

Megítélésem szerint a bemutatott példa jól illusztrálja, hogy egy vizsgált témakör vizuális megjelenítése egyrészt magára vonja a hallgatók figyelmét, színesíti a foglalkozás menetét és nem utolsó sorban mélyebb nyomokat hagy az emlékezetben, ezáltal javítja az oktatás hatékonyságát. A B-jel tárgykor anyagához csatlakozó és az elzettekben bemutatott szimuláción túlmenően, a 44. ábrán bemutatott további szimulációk bevezetését tervezem kidolgozni a további kutatásaim során.



44. ábra. Az egyes tárgykörök kapcsolata és a tárgykörök oktatásához tervezett szimulációs lehetőségek

Az egyes szimulációs lehetőségeket lekerekített csúcsú téglalapokkal jelöltem és a számozások jelentése:

1. a de Morgan azonosságok igazolása,
2. a TTL alapküldetés kódése,
3. a MOS áramkörök kódése,
4. a CMOS áramkörök kódése,
5. az ECL áramkörök kódése,
6. a multiplexer-demultiplexer áramkörök kódése,
7. a bistabil flip-flopok kódése,
8. a monostabil flip-flopok kódése,

9. az astabil flip-flopok m kódése,
10. a számláló m kódése,
11. a léptet regiszterek m kódése,
12. az alfanumerikus kijelz k m kódése,
13. a digitál-analóg áramkörök m kódése,
14. az analóg-digitál áramkörök m kódése.

3.5 Laboratóriumi mérési gyakorlatok

3.5.1 A mérési gyakorlatok tartalma

A laboratóriumban folyó képzés els dleges célja a hallgatók szakmaspecifikus gyakorlati ismereteinek, jártasságainak és készségeinek fejlesztése. A cél elérése érdekében a hallgatók el zetes felkészülést, és a végrehajtás során intenzív közrem kódést igényl feladatokat oldanak m eg, am elynek keretében:

ismetereteket szereznek, ill. mélyítenek el a szakmájuk szempontjából fontos alkatrészek, berendezések és m ér m szerek vonatkozásában, elsajátítják a mérések megtervezésének, összeállításának és végrehajtásának alapvet m ódjait, a legfontosabb villamos paraméterek mérési módszereit, valamint a laboreszközök használatát, gyakorolják a mérési eredmények kiértékelési módszereit, eljárásait, megismerik a mérések dokumentálásának, valamint a mérési eredmények további felhasználásának legfontosabb szabályait.

A laboratóriumiban folyó képzés amellet, hogy a mérnöki munkához elengedhetetlenül szükséges gyakorlati készségek fejlesztését segíti, meghatározó a hallgatók mérnöki szemléletének formálásában, szakm ai felel sség tudatuk er sítésében, valamint a problémamegoldó és kommunikációs képességük fejlesztésében.

A kit zött célok m egvalósulása érdekében a hallgatók komplex feladatokat oldanak m eg. Ezeknek egyes elem eit a mérésre történ felkészülés id szakában, m ásokat a laboratóriumi munka keretében, ill. ezt követ en, a mérési jegyz könyvek elkészítésének fázisában kell elvégezniük.

A felkészülés idő szakára esik a mérési feladat elvégzéséhez szükséges elméleti alapok átisméltése, ill. elsajátítása, – beleértve mind a m érend objektum ra, mind a mérési módszerre vonatkozó ismereteket – és a konkrét mérés megtervezése.

A laboratóriumi mérések elvégzése után a mérés eredményeit és tapasztalatait összegző jegyző könyv elkészítése zárja a feladatok sorát. A képzési célok teljesítése olyan tananyagot és infrastruktúrát feltételez, amely a rendszerezett gyakorlati ismeretek megszerzését lehetővé teszi a hallgatók számára a leggyakoribb kézi m szerekkel kezdve a rendelkezésre álló bonyolultabb m szereken át a virtuális mérési módszerekig.

A mérési foglalkozások hatékonyabbá tétele érdekében a tanszéken a m érend objektumok kialakítására és a mérési folyamat lebonyolítására egy négy lépéses rendszert dolgoztam ki, amelynek lényege:

1. a hallgatók a m érend rendszer elvi megvalósítási lehetőségeit vizsgálják. Ezen belül jól áttekinthető, szemléletes módon, a tanszéken rendelkezésre álló diszkrét áramkörü elemekkel, dugaszolós módszerrel állítják össze a m érend áram köröket;
2. szimuláció felhasználásával tisztázzuk az elvi összefüggéseket;
3. az első két lépésben megszerzett elméleti ismeretek felhasználásával a hallgatók megépítik a vizsgálandó áramkört (rendszert). A tanszéken erre a célra elre-gyártott nyomtatott áramkörök és modulegységek állnak rendelkezésre. A szükséges elvi vázlatokat a hallgatóknak önállóan kell elkészíteni;
4. az összeállított áramkör jellegzetes paramétereinek a rendelkezésre álló eszközökkel történő mérése, a mérési feladat alapján.

A mérési foglalkozásokat mindig úgy terveztem meg, hogy azok szorosan kapcsolódjanak az elméleti tananyaghoz, el segítve annak mélyebb elsajátítását. Az elméleti tananyaghoz kapcsolódó, laboratóriumi mérési feladatok megtervezése után szimulációs eljárással kipróbáltam a lehetséges mérési feladatokat. Az eredményes szimulációs eljárás után a szakoktatók, sokszor a hallgatók bevonásával megépítették a mérő paneleket, de olyan szerkezeti kialakításban, hogy később a mérési foglalkozások alkalmával a hallgatóknak kelljen mérő sínóros összehuzalozással a m érend áram kört mérésre alkalmassá tenni [58]. A laboratóriumi mérési foglalkozások tartalmukban a Villamosságtan, az Energetika, az Analóg elektronika és a Digitális elektronika tantárgyak tananyagaihoz kapcsolódnak.

A Digitális elektronika tantárgyhoz kapcsolódó mérési foglalkozásokat úgy terveztem meg, hogy egy mérőkomplexumon, az ellapok és a nyomtatott áramköri panelek, illetve az azokon lévő, készre szerelt áramkörök cseréjével többféle mérést lehessen végrehajtani. A mérés során a hallgatóknak – a beépített kombinációs és sorrendi integrált áramkörök felhasználásával – az egyes mérőpontok külső, mérőszinóros összehuzalozásával, saját mérőegységeiknek, önállóan kell felépíteniük a méréndő áramköri egységet. A tanszék rendelkezésére álló eszközkészletet alapul véve a következő 6 laboratóriumi mérési foglalkozást terveztem meg:

1. Logikai alapkapcsolások
2. TTL és CMOS jellemzők
3. Kombinációs hálózatok
4. Digitális tárolók és astabil kapcsolások
5. Szekvenciális hálózatok
6. TTL számkijelző fokozat

A mérési foglalkozások tartalmi leírását és az elvégzendő mérési feladatokat az 5. sz. mellékletben foglaltam össze.

A laboratóriumi mérést csak felkészült hallgatók kezdhetik el. A mérési foglalkozás hatékony lebonyolítása érdekében a hallgatóknak az általam összeállított és az említett hat mérésre vonatkozó „Mérési utasítások és jegyzőkönyvek” áttanulmányozása, valamint az elméleti tananyagban tanultak felidézése alapján fel kell készülniük [59].

3.5.2 Szimuláció alkalmazása a mérési gyakorlatokon

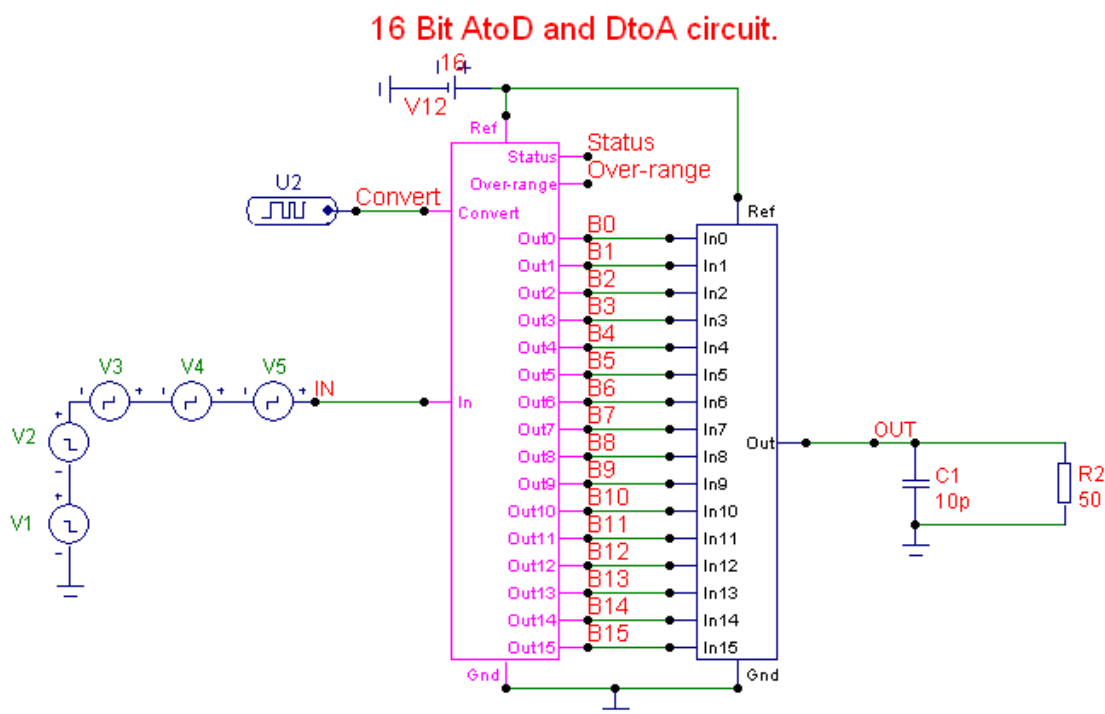
A szimulációs méréseket egyrészt az új mérési foglalkozások megtervezése során javaslom alkalmazni a mérési folyamat és a feladatok megtervezésére, a megfogalmazott mérési feladatok, elvárások helyességének ellenőrzésére, másrészt az olyan mérések szimulált elvégzésére, amelyekhez nem áll rendelkezésünkre eszközpark.

Az alábbiakban egy példán mutatom be a mérési gyakorlatok során alkalmazott szimulációt. Az 45. ábrán egy 16 bites analóg-digitál, illetve digitál-analóg átalakító mérési kapcsolási elrendezése látható. Ebben a kapcsolási elrendezésben analóg-digitál jelátalakítással kapcsolatos mérést szimulálunk.

1. Statikus vizsgálat

Ha az analóg-digitál átalakító IN-jel bemenetére 0-tól 16 V-ig különböző feszültséginteket kapcsolunk, akkor a digitális kimeneteken az ezekhez a feszültségintekhez tartozó digitális jelet kapjuk a B0... B15 jel kimeneteken. A B0 kimeneten az LSB¹⁴, a B15 jel kimeneten pedig az MSB¹⁵ jelenik meg. Ha az átalakítandó feszültséget 0-tól 16 V-ig változtatjuk, akkor az 1 V-os feszültséglépcsőkhöz tartozó kimeneti bitkombináció a B12... B15-ös kimeneten jelenik meg. Az 1 V-os lépcsőn belüli 1/16 V-os feszültséglépcsőkhöz tartozó kimeneti bitkombinációk a B8... B11-es kimeneteken észlelhetők, az 1/16-os feszültséglépcsőn belüli további 16-tal történő osztásból származók a B4... B7-es, míg a további 16-os osztáshoz tartozók pedig a B0... B3-as kimeneteken, így összesen, a felbontásnak megfelelően $2^{16} = 65536$ különböző bemeneti feszültségint, és ugyanennyi kimeneti bitkombináció képezhető.

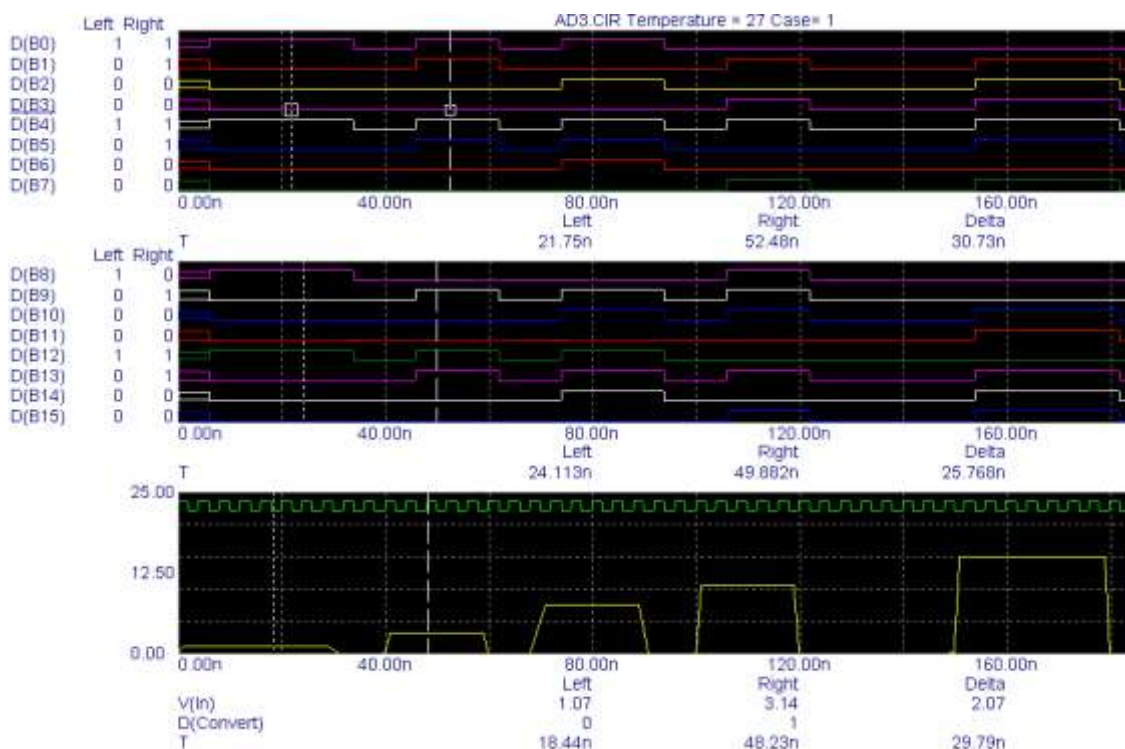
Ha a 45. ábra szerinti mérkapcsolás bemenetére időben egymás után öt különböző nagyságú bemeneti impulzusjelet (V1, V2... V5) kapcsolunk, akkor az átalakító kimenete



45. ábra. Egy 16 bites A/D, illetve D/A átalakító mérkapcsolási elrendezése

¹⁴ Last Significant Bit, a legkisebb helyérték bit

¹⁵ Most Significant Bit, a legnagyobb helyérték bit



46. ábra. A z A / D átalakító m kódésének vizsgálata négy különböző bemeneti feszültségszint esetén

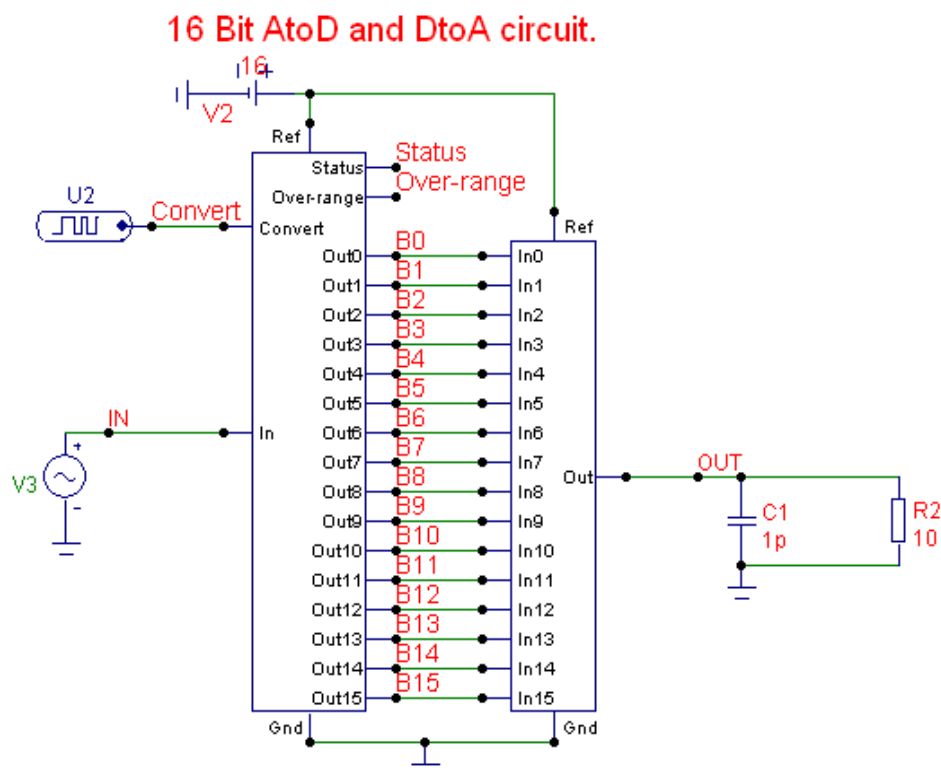
tén a 46. ábrán látható jeleket kapjuk. Az ábra bal oldalán látható két kimeneti bitkombináció a V1 és a V2 bemeneti jelekhez tartozik, a V1 jelhez tartozó kimeneti bitkombináció az egér bal-, míg a V2 jelhez tartozó az egér jobb gombjának lenyomásával jeleníthet meg, de az ábrán látható kimeneti jelalakokból közvetlenül is kiolvashatók. A V1... V5-tel jelzett bemeneti jelekhez tartozó kimeneti bitkombinációkat a 3. táblázatban foglaltam össze.

3. táblázat. Különböző bemeneti feszültségekhez tartozó kimeneti digitális jelek

Bemeneti jelek			A digitális kimenetek állapotai															
Jele	[V]	[μ s]	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15
V1	1,06665	0-30	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
V2	3,13745	40-60	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0
V3	7,40356	70-90	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0
V4	10,4751	100-120	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1
V5	14,79638	150-180	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1

2. Dinamikus vizsgálat

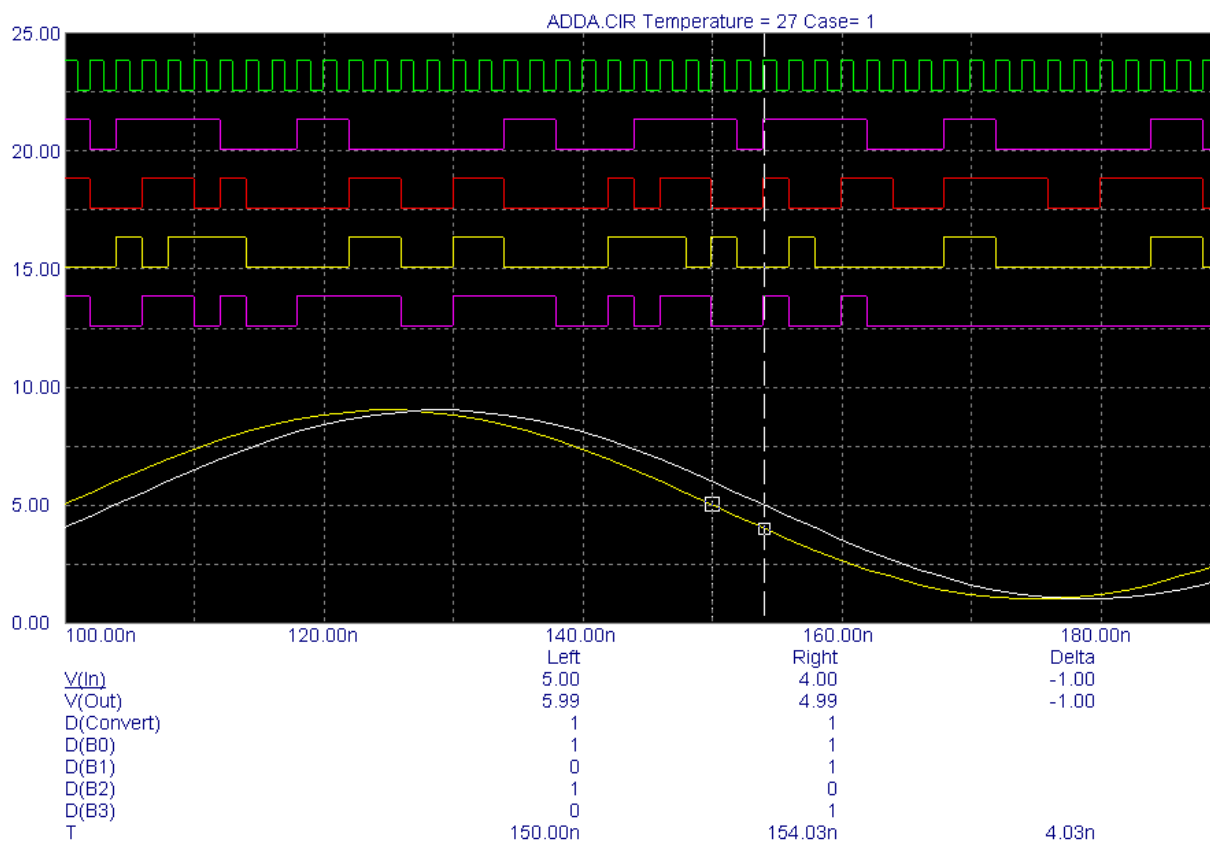
A dinamikus vizsgálat alkalmával az analóg bementre például egy 4 V amplitúdójú szinuszos jelet kapcsolunk – 47. ábra. A B0, B1, B2 és B3 digitális kimeneteken, vala-



47. ábra. M ér kapcsolás a dinamikus vizsgálatához

mint a digitál-analóg átalakító kimenetén a visszaállított analóg jelet láthatjuk a 48. ábrán. A dinamikus vizsgálat során meg tudjuk mérni a két átalakító együttes jelterjedés késleltetési idejét is, ami a 48-as ábráról leolvashatóan 4,03 nsec.

A bemutatott szimulációs mérési példával az volt a célom, hogy érzékeltessem a szimuláció alkalmazási lehetőségét a mérési gyakorlatok terén és felhívjam a figyelmet a további alkalmazási lehetőségek felkutatására a katonai felsőoktatásban.



48. ábra. Be- és kimeneti jelek a dinamikus vizsgálat során

ÖSSZEFOGLALÁS, KÖVETKEZTETÉSEK

Egy új tantárgy tananyagának kiválasztása, vagy az oktatási rendszerben már meglévő tantárgy tananyagának továbbfejlesztése esetén a tantárgyakkal elérhető oktatási célt, és ezen keresztül a képzési célt akkor tudjuk egy tantárgy tananyagával minél hatékonyabban teljesíteni, ha a tananyagot nem csak az általában megszokott empirikus, az oktatási gyakorlat során megszerzett tapasztalat alapján állítjuk össze, illetve fejlesztjük tovább, hanem alkalmazzuk a rendelkezésre álló matematikai eszközöket, illetve módszereket. Különösen nagy elemszámú oktatási egységben álló tananyag esetén elkerülhetetlen az eljárás, mert a nagy elemszámú kapcsolatrendszer számógépes matematikai vizsgálat nélkül áttekinthetetlen.

A helyes oktatási sorrend megállapításán túl alapvető a követelményrendszer vizsgálata, mert a kapcsolatrendszeren belül feltárt követelményrendszer figyelembevétele az oktatás folyamatában segíti az oktatót a képzési cél eléréséhez szükséges leghatékonyabb oktatási módszerek kiválasztásában.

A laboratóriumi mérési feladatok tartalmukban illeszkednek az elméleti tananyaghoz, jól kiegészítik azt. A hallgatók itt különböző mérési szereket, mérési elveket és módszereket ismernek meg, jártasságot szereznek a szakma szempontjából legfontosabb mérések területén. A laboratóriumban folyó tevékenység segíti az elméleti tananyag jobb megértését és elmélyítését, a mérnöki munkához elengedhetetlenül szükséges gyakorlati készségek fejlesztését. A konkrét manuális mérési gyakorlatokat hatékonyan kiegészítik a szimulációs mérések, melyek lehetővé teszik, hogy olyan méréseket is el tudjunk végezni szimulációval, amelyekhez a szükséges eszközök a fizikai valóságban nem állnak rendelkezésre és olyan feszültségértékeket is tudunk alkalmazni a vizsgálat során (a bemeneti jelet például, μV -os lépésekben változtatni), amelyek a meglévő eszközparkunk esetében egyébként nem tudnánk megvalósítani.

A tanszék által oktatott tantárgyak relációinak elemzése során megállapítottam, hogy a tantárgyak didaktikailag megfelelően helyezkednek el az oktatás folyamatában, a tantárgyak kapcsolatrendszere, a tananyagrészek logikus egymásra épülése biztosítja a kitűzött képzési cél optimális teljesítését. A Digitális elektronika tantárgy tananyagszerkezetének egzakt módszerrel történő kialakítása, a követelmény- és az oktatási indexek részletes feltárása el segíti a leghatékonyabb oktatási módszerek megválasztását a tananyag oktatásában és így a tantárgy oktatása elé kitűzött cél megvalósításában. A tananyagszerkezet átalakítására vonatkozóan bemutatott eljárás megkönnyíti, hogy a technikai fejlődés következtében felmerülő tananyagmódosítás után is megmaradjon a tantárgy logikusan kialakított szerkezete.

A bemutatott példa alapján, megfelelő hardver feltételek biztosítása esetén sokkal hatékonyabbá lehet tenni a tananyag oktatását a szimuláció minél szélesebb körű alkalmazásával. A szimuláció alkalmazása az eddigi tapasztalatok alapján el segíti az elméleti és a gyakorlati tananyag hatékonyabb elsajátítását, mert nem csak módszertanilag javítja az oktatómunka hatékonyságát, hanem növeli a hallgatók motiváltságát is a tananyag iránt.

A laboratóriumi mérési gyakorlatok nélkülözhetetlenek a villamosmérnök képzésen túl a hadmérnökképzésben is, ezért a mérési foglalkozások tartalmának korszerűsítése és továbbfejlesztése az elméleti tananyaghoz hasonlóan fontos feladat. A minél hatékonyabb laboratóriumi mérési gyakorlatok lebonyolítása érdekében négylépcsős fejlesztési programot dolgoztam ki, mely alapján az elmúlt évek során eredményesen továbbfejlesztettem a mérési gyakorlatok eszköz- és feladatrendszerét.

A tanszék laboratóriumaiban folyó mérési foglalkozások az általam említetteknel sokkal szélesebb kört ölelnek fel, értekezésemben csak a digitális áramköri mérésekkel foglalkoztam. Ezeket a mérési gyakorlatokat tartalmukban és a hozzájuk kapcsolódó dokumentumokat kutatásaim során fejlesztettem ki és a további kutatómunkám során feladatommak tekintem ezek továbbfejlesztését, különös tekintettel a szimulációs mérések további tananyagrészekre való kiterjesztésére.

A Digitális elektronika tantárggyal kapcsolatos mérési és szimulációs módszerek szorosan kapcsolódnak a tanszék laboratóriumában folyó – a többi tantárgy oktatását el segít – mérésekhez és szimulációs eljárásokhoz. Az általam kidolgozott dokumentumok hatékonyan el segítik az ilyen irányú tanszéki feladatok megoldását.

A hatékonyabb mérési gyakorlatok biztosítása céljából feltétlenül szükséges az eszközpark fejlesztése, modernizálása, ami korszerűbb mérési eszközök beszerzését, illetve a szimulációhoz szükséges számítógépes háttér kialakítását jelenti.

4. FEJEZET

A TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA, AJÁNLÁSOK

4.1 Összegzés

A m érnöktisztek képzését egyfajta kett ősség jellem zi és jellem ezte a m űltben is. A végzett tiszteknek egyrészt l m eg kell felelniük azoknak a szakm ai követelm ényeknek, amelyeket az éppen a rendszerben található technikai eszközök üzemeltetése, üzem bentartása m egkövetel t lük, m ásrészt l el kell sajátítaniuk azokat a tudom ány fejlődéséb l szárm azó legújabb tudom ányos eredm ényeket is, amelyek biztosítják a szakm ai képességeik szinten tartását és ezáltal annak a lehetőségét, hogy a rendszerbe bekerül új, m odem berendezések m ködtetésére rövid id n belül alkalm assá váljanak. Ez a követelmény a szakalapozó képzésre vonatkozóan is sajátos feladatokat szab meg.

Elem eztem a katonai f iskolai képzés egym ást követ tanterveit, áttekintettem a katonai alkalmazású komplex villamos rendszereknek a szakalapozó képzés szemp ontjából általam legfontosabbnak tartott jellem z it, abból a célból, hogy bemutassam a Digitális elektronika tantárgy tananyagának kiválasztására és felépítésére vonatkozó elvárásokat, szakmai oktatási igényeket.

A tananyagstruktúra kialakítására vonatkozó eljárások közül kiválasztottam egy olyan összetett, továbbfejlesztett módszert, amely kutatásaim alapján a legjobban megfelel a sorrendiség megtervezésére, az oktatási és a követelményindex megállapítására. A tananyag szerkezetvizsgálatára a gráf-mátrix módszerre épített modellvizsgálat a legalkalmasabb. Bemutattam ennek a módszernek az alkalmazását a tanszék által oktatott tantárgyak makrostrukturális és a Digitális elektronika tantárgy mikrostrukturális vizsgálatára. A reláció-gráf/m átrix eljárás nagy el nye, hogy tetsz leges irányban és m élységben b víthet , fejleszthet , m ódosítható. Sokoldalú felhasználhatósága egyaránt alkalmassá teszi kis- és nagyelem adathalmazok rendezésére és kezelésére. A tananyag mikrokoordinációs vizsgálatánál a zártsági algoritmus alkalmazása adja az optimális eredményt.

A tudom ány dinam ikus fejlődése a tananyag folyam atos kontrollját és szükség esetén változtatását igényli. A képzési és a szakmai szint korrelációjának elemzését a tananyag egzakt változtatására, valamint a mikrostrukturák módosítására is alkalmas mátrix-aritm etikai eljárással célszer elvégezni.

A Digitális elektronika tantárgy képzési céljának teljesítéséhez alapvető fontosságúak a laboratóriumi mérések. A tantárgy tananyagának fejlesztése során kidolgoztam a laboratóriumi mérések cél-, követelmény- és feladatrendszerét, a mérési gyakorlatok konkrét lebonyolítási folyamatát a hozzá tartozó m szakai dokumentációkkal együtt. A gyakorlati foglalkozások és az elméleti foglalkozásokon történő tananyagfeldolgozás színvonalasabbá és hatékonyabbá tette a céljából széleskörűben szándékozom bevonni az oktatási folyamatba a számítógépes szimulációt.

4.2 Összegzett következtetések

A ZMNE – a magyar felső oktatás egészéhez hasonlóan a – deduktív tantervi szerkezet alapján képezi a hallgatókat és ezen a területen a belátható jövőben nem igen várható változás.

Az alapozó képzés célját a technika oldaláról nézve a rendszerben lévő technikai eszközök m szakai fejlettségi szintje határozza meg, mert azok nem minden esetben képviselik a legmodernebb technikai színvonalat, bár az utóbbi időben a kettő közötti különbség csökken. A **rendszerben lévő eszközök igényeit is** figyelembe véve, a legmodernebb m szakai ismereteket kell oktatni, amelyek közelít a csúcstechnológiához és annak katonai megoldásaihoz.

A hosszú távú felkészítést a széles spektrumú és a katonai specialitásokat m esszem en en figyelembe véve alapozó képzés szolgálja eredményesebben.

Az új ismeretek mennyiségének rohamos növekedése szükségessé teszi a hagyományos tananyag permanens revízióját, esetleg új tantárgy bevezetését.

Az oktatómunka hatékonyságának növelése érdekében a képzési folyamat minden szintjén célszerű alkalmazni a matematikai módszereket az optimális tananyagstruktúra kialakítása céljából.

A kiválasztott tananyagtartalom csak akkor segíti a képzési cél elérését, ha oktatása az oktatási egységeinek optimális sorrendjében történik. Az értekezésemben bemutatott vizsgálati módszerekkel a tantárgyak egymásra

épülésének mértéke a tartalmi kapcsolatok és a követelmények ismeretében tetsz leges cik lusonként ellen rizhet és m ódosítható.

A m szak i szem léletm ód és a m anuális képességek fejlesztését jól szo lgálják a laboratóriumi mérési foglalkozások. Az általam kifejlesztett mérési feladatok rendszere a m eglév eszközpark korlátozott képességei m iatt tovább m ár nem fejleszthet , ezért újabb m érési feladatok , csak szim uláció segítségével ik tathatók be a feladatrendszerbe. A m eglév feladatok megoldása során elsajátított manuális jártasságok alapul szolgálhatnak arra, hogy a szim ulációs m érések tovább b vítsék a hallgatók m szak i látókörét. A laboratóriumi mérési foglalkozásokon szerzett gyakorlati ismeretek hozzájárulnak ahhoz, hogy a végzett hallgatók els beosztásukba kerülve –a biztonsági rendszabályok betartásával – félelem nélkül, magabiztosan tudják üzemeltetni a rájuk bízott villamos berendezéseket.

Az egzakt módszerrel kialakított tananyag, a tananyag oktatásánál a követelmény- és oktatási indexek figyelembevétele, a laboratóriumi mérési gyakorlatok kidolgozott rendszere, valamint a szimuláció alkalmazása az elméleti és a gyakorlati foglalkozásokon biztosítja, hogy a tantárgy oktatása elé k it zött célt m aradék talanul sikerül teljesíteni.

4.3 Új tudományos eredmények

Értekezésem tudományos eredményének tartom:

1. Elemeztem a katonai alkalmazású komplex villamos rendszerek üzemeltetésére történ felkészítés ötven évet átfogó id szakát, ezen belül m eghatároztam a felkészítés korszer tudásanyag struk túráját.
2. Reláció-mátrix transzformációkon alapuló eljárással elvégeztem a szakmai törzsanyag makrokoordinációs és a Digitális elektronika tantárgy mikrokoordinációs vizsgálatát; meghatároztam a tantárgyak és a tananyag-egységek optimális oktatásának sorrendjét, ezen belül az általam kimunkált operátor (algoritmus) bevezetésével definiáltam a tantárgyak párhuzamos oktathatóságának kritériumát.
3. A tananyag bels - és a képzési formák által tám asztott küls indexek figyelembevételével bevezettem a Digitális elektronika tantárgy differenciált oktatási módszereinek meghatározásához szükséges bázisparamétereket és

kidolgoztam a Digitális elektronika tantárgy laborfoglalkozásainak négylépcsős rendszerét.

4. A szimuláció alkalmazásával a Digitális elektronika tananyagában realizáltam az elmélet és gyakorlat korrelatív egységét.

4.4 Ajánlások

az alapfokú tisztképzés négy évtizedes tantervszint elemzésnek tapasztalatai, elfogadott következtetései figyelembe véendő szempontként szolgálhatnak a jövőbeni új tantervek tervezésénél, összeállításánál,

a tanszékünk tantárgyainak makrokoordinációs és a Digitális elektronika tantárgy mikrokoordinációs vizsgálatánál alkalmazott egzakt eljárások felhasználhatók más hasonló, m szak i alapozó tantárgyak ilyen jelleg elemzéséhez a tananyagkorszerűsítés, tananyagfejlesztés, valamint új tantárgynak az oktatásba történő bevezetése alkalmával.

a tantárgyak párhuzamos oktathatóságára vonatkozóan kidolgozott eljárás felhasználható oktatás-tervezésnél az egy félévben párhuzamosan oktatni kívánt tantárgyak oktathatóságára vonatkozóan,

a követelmény- és oktatás indexeknek a Digitális elektronika tantárgyra történő értelmezése alapul szolgálhat a tantárgymódszertan kidolgozásának,

a mérési foglalkozások általam kidolgozott struktúrája a gyakorlatban jól működik és a bemutatott szimulációs megoldásokkal az oktatás színvonalát mind elméleti, mind gyakorlati tekintetben tovább fejleszthet.

Összességében: kutatásaim eredményeképpen: azon túl, hogy vizsgáltam és elemeztem, majd a matematika apparátus segítségével oktatásméleti eljárásokat alakítottam ki a mérnök-m szak i képzés céltelezésének meghatározásához, javaslataim, megítélésem szerint alkalmasak arra, hogy:

- a polgári mérnökképzés tervezéséhez, folyamatos karbantartásához, de különös tekintettel,
- a katonai-m szak i mérnökképzéshez felhasználható eszköz elméleti alapjai teremtdjenek meg. Ezért munkámat hiányt pótlónak is tekintem.

- a digitális elektronika tantárgy példakénti felhasználása segítségével érzékeltetni kívántam, hogy kutatásom interdisciplináris, kiterjeszthet a mérnökképzés hasonló problémáit magánviseleti területeire is.

4.5 A témakörben készült publikációim

Lektorált folyóiratcikkek:

1. A digitális technika tantárgy oktatásához kapcsolódó mérési foglalkozások tapasztalatai, továbbfejlesztésének időszaki kérdései, (Bolyai Szemle 2002. 4. szám).
2. A tananyag-kiválasztás, tantárgyfejlesztés szakmai-pedagógiai módszereinek bemutatása a digitális technika tantárgy tananyagának kiválasztásán, illetve továbbfejlesztésén keresztül. (Bolyai Szemle 2004. 1. szám).
3. A térinformatika szerepe a modern hadviselésben, (Bolyai Szemle 2005. 4. szám).
4. Az elektronika fejlődéstörténetének áttekintése tudománytörténeti megközelítésben, (Bolyai Szemle, közlésre elfogadva).
5. Szimuláció a digitális elektronika oktatásában, (Bolyai Szemle, 2006. 2. szám).
6. The educational questions concerning the operation of complex electric systems of military use, (Bolyai Szemle, 2006. 2. szám).

Főiskolai jegyzetek:

1. Mechanikai rajz I.-II., III, IV. (ZMKMF jegyzet 1973).
2. Finommechanikai elemek (ZMKMF jegyzet 1975).
3. Rádiótechnika V. (ZMKMF jegyzet 1982).
4. Ábrafüzet (tansegédlet a digitális technika tantárgy oktatásához ZMKMF 1991).
5. Mérési utasítások és jegyzetkönyvek a digitális technika tantárgy mérési foglalkozásaihoz (tansegédlet, BJKMF 1998).
6. Tanulási útmutató a digitális technika tantárgyhoz a biztonságtechnikai mérnök szak, másoddiplomás hallgatói részére (BJKMF 1999).
7. Tanulási útmutató a digitális technika tantárgyhoz a levelező villamosmérnök hallgatók részére, 4. félév (BJKMF 2000).

8. Tanulási útmutató a digitális technika tantárgyhoz a levelez villamosmérnök hallgatók részére, 5. félév (BJKMF 2000).
9. Digitális technika I. a biztonságtechnikai mérnök (levelez) hallgatók részére (ZMNE BJKMF jegyzet 2000).
10. Digitális technika III. (Mikroszámítógépek) (ZMNE BJKMF jegyzet 2000).
11. Digitális technika II. a biztonságtechnikai mérnök (levelez) hallgatók részére (ZMNE BJKMF jegyzet 2001).
12. Digitális technika III. a biztonságtechnikai mérnök (levelez) hallgatók részére (ZMNE BJKMF jegyzet 2001).
13. Digitális technika I. a villamos és informatikus mérnök hallgatók részére (ZMNE BJKMF jegyzet 2001).
14. Digitális technika IV . a biztonságtechnikai mérnök (levelez) hallgatók részére (ZMNE BJKMF jegyzet 2001).
15. Digitális technika II. a villamos és informatikus mérnök hallgatók részére (ZMNEBJKMF jegyzet 2003).
16. Digitális technika V . a biztonságtechnikai mérnök (levelez) hallgatók részére (ZMNE BJKMF jegyzet 2003).

FELHASZNÁLT IRODALOM:

1. **Fekete** László mérnök alezredes: Új forma és tartalom a katonai villamos üzemi mérnök képzésben, Egyetemi doktori értekezés, 1992. 56, 87. p.
2. **Dr. Zsigmond Gyula**: Komplex villamos rendszerek minőségszemlélet elemzéséről, Hadtudomány, 2002. 1. sz. 92 – 94. p.
3. **Dr. Zsigmond Gyula**: Komplex villamos rendszerek tervezésének néhány kérdése, BJKMF tanulmány, Budapest, 1998.
4. **Dr. Zsigmond Gyula**: Komplex villamos rendszerek rendszerszemlélet vizsgálata, ZMNE kutatási jelentés, Budapest, 2000.
5. **Zsigmond Gyula**: On Education of the Correction Technical Dependability, Informatika, 2004. 5. sz. 81 – 84. p.
6. **Dr. Forgón Miklós** mk. ezredes: A differenciált szakmai tananyag oktatáskoordinációjának komplex vizsgálata a Bolyai János Katonai Műszaki Fiskola Légvédelmi Rakétatechnikai Szakán, PhD értekezés, Budapest, 1999.
7. **Dr. Zsigmond Gyula**: Komplex villamos rendszerek energetikai szempontú vizsgálatának elvei és oktatásának főbb kérdései a katonai felső oktatásban, PhD értekezés, Budapest, 2000.
8. **Dr. Zsigmond Gyula**: Katonai alkalmazású komplex villamos rendszerek hibamentességéről, Bolyai Szemle, 2001. 2. sz. 19 – 22. p.
9. **Veres György**: A z elektronika fejlődéstörténetének áttekintése tudománytörténeti megközelítésben, (Bolyai Szemle, közlésre elfogadva)
10. **Veres György**: A térinformatika szerepe a modern hadviselésben, (Bolyai Szemle 2005. 4. szám).
11. **Internet**: www.gdf-ri/TARGY/Diplgyak/6f.doc
12. **Mikita János** mk. ezredes: A katonai infokommunikációs rendszerek fejlődésének főbb irányai, Bolyai Szemle, 2001. X. évf. 1sz.
13. **Dr. Haig Zsolt–Dr. Várhegyi István**: Hadviselés az információs hadszíntéren, Zrínyi Kiadó, Budapest, 2005. 170.p.
14. **Dr. Haig Zsolt – Dr. Várhegyi István**: A vezetési hadviselés alapjai, ZMNE Egyetemi jegyzet, 2000. 57 – 71 p.
15. **Rádli Tibor – Zsigmond Gyula**: Villamosmérnök-képzés a Bolyai János Katonai Műszaki Fiskolán, Hadtudomány, 1998. 4. sz.

16. **Koczka** Ferenc alezredes: A négyéves f iskolai rendszer híradótisztképzés és továbbfejlesztésének lehetőségei, Egyetemi doktori értekezés, 1993. 12, 17, 18, 21. p.
17. **Dr. Farkas** Tivadar mérnök vezérmagy: T ÉZISEK. A katonai (mérnök-közgazdász-logisztikai tiszti alapképzés fejlesztése érdekében kifejtett tudományos tevékenységről és eredményekről. Doktori értekezés (m helyvita), 1999. 44-45. p.
18. A felsőoktatási integrációval kapcsolatos jogszabályok gyűjteménye. Összeállította: Dr. Szilágyi Tivadar ezredes, Szerkesztette: Dr. Horváth János mk. ezredes, ZMNE, Budapest, 1999, 279 p.
19. **Dr. Kadocsa** László: Change of paradigm in the pedagogics of higher education, New Pedagogical Bulletin, Bp. ELTE 1998. 83-91. p.
20. **Dr. Kadocsa** László: Trendek a felsőoktatásban, Magyar felsőoktatás, 2002. 7./ 26-27p; 8./ 25-26p; 9./ 26-27. p.
21. **Füstöss** László: Tananyagtervezés és tananyag-elrendezés a műszaki felsőoktatásban, A tananyag elrendezése, Szerk.: Varga Lajos, Felsőoktatási Koordinációs Iroda, Budapest, 1992. 62. p.
22. **Morgunov** I.B.: Primenenyije grafov v razrabotke ucsebnih planov i planyirovanyii ucsebnogo processza Szovetszkaja Pedagogika, 1966. No. 3.
23. **Ovcsinnikov**, A. A. – **Puginszkij**, V. Sz. – **Petrov**, G.F.: Szetyevüje metodi planyirovanyija i organyitacii ucsebnogo processza, V szsaja Skola M oszkva, 1972. 157. p.
24. **Rosenthal**, D. – **Wiseman**, G.: Improvement of Engineering Education trough a Cirricular Sythesis, Haifa, June 1964.
25. **Lansky**, M.: Weiterentwicklung der methode VERBAL 8. Internationales Symposium über programmierte Instruktion und Lehrmaschiene 26–31, Mai 1970. in Basel. Referatum.
26. **Kainz**, R.: Sequal – Ein Algorithmus zur Brestimmung der naturlichen Reinhelfolge von Begriffen im Lehrprogramm. 8. Internationales Symposium über Programmierte Instruktion und Lehrmashiene 26–31. Mai 1970. in Basel.
27. **Lhose**, H. – **Sharping**, R.: Zu einigen Erfahrungen bei der Abfolge von Lehrgebeiten und Themen. Das Hochschulwesen, 1978. No. 7.
28. **Weltner**, K.: Lernen im Zusammenhang, Ein Verfahren zur Bestimmung der optimalen Reinenfolge für Lehrstoffanordnung, Zeitschrift für Erziehungswisswenschaft, 1976. No. 1.

29. **Gyaraki F. Frigyes:** A lgoritmusok és algoritmusok elírások didaktikai felhasználásának és optimalizálásának lehetőségei, Kandidátusi értekezés, 1976. 134-142.p.
30. **Horváth György:** A tananyag és a tankönyv struktúrája, Tankönyvkiadó Budapest, 1972.
31. **Szohor, A. M.:** Logicseszkaja sztruktura ucsebnogo matyeriala. Voproszi didakticseszkogo analiza, Moszkva, Pedagogika, 1974. 19-65. p.
32. **J. Quicke:** Self, Modernity and a Direction for Curriculum Reform, In: British Journal of Educational Studies, 1996/4. 364–376 p.
33. **Ferenci József:** Az orvosképzés tananyagának vizsgálata fogalomstruktúra-analízissel. A tananyag kiválasztása és elrendezése a felsőoktatásban, Szerk. Baracs Ágnes, Török Sándor, Felsőoktatási Kutató Központ, 1980. 96. p.
34. **Fejcsaba:** Az alaptárgyi fizika és építőmérnöki szaktárgyak oktatásának korrelációs vizsgálata, Doktori értekezés, BME, 1984.
35. **Netusih, A. V. – Nyikityin, A. V:** Ob optimalnoj strukture izlozsenyija ucsebnogo matyeriala. Izvesztyija viszsh ucsebnih zavegyenyij, Eletromehanyika, 1962/2.
36. **Sawiczky, M. :** Struktury Logicznie Nauczaniu Fiziky, Kwartalnik Pedagogiczny, R. XIII. nr. 2. 1968.
37. **Georgieva Petranka – Pápai Mária Borbála:** Új eljárás a tananyag információs elemzéséhez, Felsőoktatási Szemle, 1980. 5. sz.
38. **Gyaraki F. Frigyes:** Szakmai tantervstruktúrák és konvertábilis szakemberképzés, Audiovizuális Közlemények, 1970/1-2. sz.
39. **Tibor Éva – Hámori Miklós – Göndöcs Károly:** Tananyagelrendezés számítógéppel, ESZK, 26. Bp. 1980.
40. **Kata János:** A tananyagelrendezés tervezése matematikai eljárásokkal, doktori értekezés, Budapest, BME, 1993. 24. p.
41. **Dr. Gyaraki Frigyes:** A tananyagelemzés, -kiválasztás, -elrendezés, -építés, a tantárgyi program és a tantervkészítés elvi kérdései (különös tekintettel az egzakt módszerekre), Mészáros gazdasági és Élelmészügyi Minisztérium Információs Központja, 1983. 30-53 p.
42. **Fejcsaba – Gyaraki F. Frigyes:** A tananyag-elrendezés alapvető kérdései. A tananyag elrendezése, Szerk. Varga Lajos, Felsőoktatási Koordinációs Iroda, Budapest, 1992. 35-38. p.
43. **Veres György:** The educational questions concerning the operation of complex electric systems of military use, Bolyai Szemle, 2006. 2. sz. 43 – 49 p.

44. **Kucsera Gyula – Kajdi Sarolta:** A tananyag mátrixos elrendezése. A tananyag elrendezése, Szerk. Varga Lajos, Felsőoktatási Koordinációs Iroda, Budapest, 1992. 90-92. p.
45. **Veres György:** A tananyag-kiválasztás, tantárgyfejlesztés szakmai-pedagógiai módszereinek bemutatása a digitális technika tantárgy tananyagának kiválasztásán, illetve továbbfejlesztésén keresztül, Bolyai Szemle, 2004. 1. sz. 53 – 63. p.
46. **Pálvölgyi Lajos:** A modellezés lehetőségei a pedagógiában, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1981. 9. p.
47. **Van Engelshoven, P.J. et. al.:** Workshop curriculum development. Development of department curriculum for the renewed vocational education and training in Hungary, PTH-Contract Eindhoven, 1992.
48. **Somekh, Bridget – DAVIS, Niki Eds.:** Using Information Technology Effectively in Teaching and Learning. Routledge, London-New York, 1997.
49. **Rockler, M. J.:** Simulation Games and Futures Studies, World Future Society Bulletin, 1980. Jan.-Feb. 25. p.
50. **Hemphil-Griffits-Frederiksen:** Administrative Performance and Personality, New York, Bureau of Publications, Teacher's College Columbia University, 1962.
51. **Kersh, B. Y.:** The Classroom Simulator. Journal of Teacher Education, 13. Mar. 1962. 110. p
52. **Ellington-Addinall-Percival:** A handbook of game design, Kogan Page, London, 1982. 11. p.
53. **Romisowski, A. J.:** Producing Instructional Systems, Kogan Page, London, 1984. 174. p.
54. **Shubik, M.:** Games for Society Taylor: Guide on simulation and gaming for environmental education, UNESCO-UNEP, 1983. 8. p.
55. **Báthory Zoltán:** Tanítás és tanulás. Tankönyvkiadó, Bp, 1985. 115. p.
56. <https://miau.gau.hu/mediawiki/index.php/Szimul%C3%A1ci%C3%B3>.
57. **Balásházi Béla – Veres György:** Szimuláció a digitális elektronika oktatásában, Bolyai Szemle, 2006. 2. sz. 83-89. p.
58. **Veres György:** A digitális technika tantárgy oktatásához kapcsolódó mérési foglalkozások tapasztalatai, továbbfejlesztésének időszaki kérdései, Bolyai Szemle 2002. 4. sz. 41-45. p.
59. **Veres György:** Mérési utasítások és jegyzkönyvek a digitális technika tantárgy mérési foglalkozásaihoz, BJKMF, 1998.

MELLÉKLETEK

1. sz. melléklet

A tömörségi algoritmus Gyarak F. Frigyes szerint [41]:

1. Vizsgáljuk meg, hogy van-e több olyan oszlop, am ely csupán „0” elem eket tartalmaz!
Ha nincs, akkor állj!
Ha csak egy ilyen van, akkor töröljük ezt sorával együtt és térjünk vissza 1.-hez!
Ha több ilyen is van, akkor
2. Keressük meg ezen oszlopok közül azt, amelyiknek sorában van olyan 1-es, amely egyúttal oszlopa egyetlen 1-ese!
Ha csak egy ilyen van, akkor töröljük ezt sorával együtt és térjünk vissza 1.-hez!
Ha több ilyen is van vagy egy sincs, akkor (több esetén ezek közül);
3. Vizsgáljuk meg, hogy a 0-oszlopok közül m elyik az, am elyik az el bb elhagyott oszlop sorát nem 1-el metszi!
Ha csak egy ilyen van, akkor töröljük ezt sorával együtt és térjünk vissza 1.-hez;
4. Vizsgáljuk meg, melyik 0-oszlop sora tartalmazza a legtöbb 1-est! Ha találunk ilyen oszlopot, úgy töröljük ezt sorával együtt és térjünk vissza 1.-hez!
Ha több ilyen is van vagy egy sincs, akkor (több esetén ezek közül);
5. Töröljük az eredeti mátrix sorrendje szerinti következ ő oszlopot sorával együtt, majd térjünk vissza 1.-hez!

A zártsági algoritmus Gyarak F. Frigyes szerint [41]:

1. Vizsgáljuk meg, hogy van-e több nullát tartalmazó oszlop!
Ha csak egy van, töröljük ezt sorával együtt és térjünk vissza 1.-hez!
Ha egy sincs, akkor állj!
Ha több is van, akkor;
2. V izsgáljuk m eg, hogy a 0 oszlopok közül m elyik az, am elyiket az el bb elhagyott elem sora 1-el m etsz! (É rtelem szer en csak a m ásodik törlési ciklusban veend figyelem be!).
Ha csak egy van, töröljük sorával együtt és térjünk vissza 1.-hez!
Ha több is van, vagy egy sincs, akkor (több esetén ezek közül):
3. Vizsgáljuk meg, hogy a 0-oszlopok közül melyik az, amelyik sorában van olyan 1-es, amely egyúttal oszlopa egyetlen 1-ese!

Ha csak egy ilyen van, akkor töröljük ezt sorával együtt, majd térjünk vissza 1.-hez!

Ha több ilyen van, vagy egy sincs, akkor (több esetén ezek közül):

4. Töröljük az eredeti mátrix sorrendje szerint következő oszlopot sorával együtt és térjünk vissza 1.-hez!

2. sz. melléklet

A Digitális elektronika tananyaga

1. Számrendszerek, kódok

Szükséges, hogy megismerjék a hallgatók a helyértékes számrendszerek fontosabb jellemzőit, mert csak így tudják megérteni a digitális technikában alapvetően fontos, kettes számrendszer olyan jellemző tulajdonságait, amelyek a tananyagfeldolgozás későbbi fázisaiban több áramkör működése megértésének feltétele. Már itt feltétlenül ki kell emelni, hogy a számítógép működése a kettes számrendszeren alapszik, valamint azt is, hogy a számítógép működése terén milyen szerepük van a számrendszereknek: tízes, kettes, oktális és hexadecimális számrendszerek kapcsolata, hogyan, milyen algoritmusok segítségével lehet áttérni egyik számrendszerből a másikba, a címzéshez használt bitek száma és a tárhelykapacitás összefüggése, stb.

A kódok témaköréből a fogalom meghatározás és az általános jellemzők mellett elsősorban azokat a kódfajtákat tartom célszerűnek bevonni a tananyagba, amelyekkel a későbbi tananyagfeldolgozás, valamint a szaktantárgyak tanulása során találkozhatnak a hallgatók. Ilyenek a bináris kód mellett, a BCD kódok különböző változatai, valamint az alfanumerikus kódok közül a távírókód és az ASCII kód. A katonai információátvitelben sajátos szerepük van a hibajavító és titkosító kódolási eljárásoknak, ezért kell foglalkozni például a hibafelismerés mellett hibajavításra is képes Hamilton-kóddal, de a speciális kódolási eljárásokat a szaktárgyakban tanulják majd a hallgatók.

2. Logikai függvények

A logikai függvények témakör széles területet ölel fel, szem előtt tartva, hogy nem tervező mérnököket képezünk, ezen a területen erősszelekció szükséges. Feltétlenül be kell vonni a tananyagba a logikai alap- és összetett függvények ismeretét, a kétváltozós logikai függvényfajtákat, az ezeket realizáló kapuáramkörök rajzjeleinek és a Boole-algebra alapvető összefüggéseinek ismeretét, de nem tartom szükségesnek a logikai függvények minimalizálását célzó algebrai műveletek mélyebb taglalását, példaként elegendőnek tartom a táblázatos egyszerűsítés algoritmusának bemutatását.

3. Digitális áramkörsaládok

A különböző digitális integrált áramkörök működését, jellemző paramétereik eltéréseinek okát, a különböző területeken történő célszerűbb alkalmazási lehetőségeiknek a jobb megértését segíti elő, ha a hallgatók megismerkednek azoknak az áramkörsaládoknak az áramköri felépítésével, működésével és jellemző villamos paramétereikkel, amelyekből ezek az integrált áramkörök felépülnek. Így a bipoláris áramkörsaládon belül a tananyaghoz tartozónak tekintem a bipoláris tranzisztor kapcsolóüzem jellemzőinek megismerését, a TTL áramkörfajták, az ECL áramkörök kapcsolásának, működésének, jellemző villamos paramétereinek az ismeretét. Az unipoláris áramkörsaládok területén kell, hogy szerepeljen a tananyagban a MOS tranzisztor kapcsolóüzem működésének ismerete, valamint a logikai alap- és egyszerűbb összetett függvények MOS és CMOS áramkörökkel történő megvalósításának megoldási módjai.

4. Kombinációs áramkörök

Digitális berendezésekben és a katonai hírközlés területén nagyon gyakran találkozunk digitális idempulplex áramkörökkel és rendszerekkel, kódátalakítókkal, kijelző áramkörökkel és más egyéb területeken is dekódoló-meghajtó áramkörökkel. Ezért hallgatóinknak meg kell ismerniük a multiplexerek és a demultiplexerek kapcsolási megoldásait, működési elveiket és szükség esetén a bitviteli megoldásokat.

A digitális jelfeldolgozó processzorokban a kulcsműveletek realizálására néhány egészen egyszerű alpművelet, a szorzás, összeadás, kivonás és shiftelés (eltolás) szükséges. Éppen ebben rejlik a jelfeldolgozási feladatok implementálásának szinte hihetetlen egyszerűsége. A jelfeldolgozó processzorok architektúráját és utasításkészletét a fejlesztők és a gyártók igyekeznek úgy kialakítani, hogy a kulcsműveleteket a lehető leghatékonyabban lehessen programozni. Egy villamos mérnök hallgatónak kell tudni azt, hogy a különböző aritmetikai műveleteket, hogyan lehet áramkörileg realizálni.

5. A sorrendi hálózatok épít elemei

A bistabil, a monostabil és az astabil flip-flopok annyira fontos elemei a szekvenciális hálózatoknak, hogy a tananyagba való felvétele ennek a tématerületnek nem lehet kétséges. Ugyanakkor inkább csak a kapcsolási megoldásokra, azok m kódési jellemzőire, villamos paramétereik megismertetésére kell helyezni a hangsúlyt. A digitális információ elemi egységének a bitnek a tárolására hagyományosan alkalmazott, bár ma már nem a legmodernebb tároló eszköze a bistabil flip-flop, melyet speciális területeken ma is használnak információ tárolására, de még fontosabb elsősorban számológép áramkörökben való alkalmazására rámutatni, mely a tananyagfeldolgozás későbbi fázisában szükségszerűen napirendre kerül. A monostabil flip-flopok és a négyszögimpulzus-sorozat előállítására alkalmas astabil flip-flopok kapcsolási megoldásainak és m kódési elveiknek az ismerete szintén része kell, hogy legyen a tananyagnak, ezek szintén előfordulnak a későbbi tananyagrészekben.

6. Szekvenciális hálózatok

Az aszinkron és a szinkron számológép áramkörök különböző változatai annyira elterjedten szerepelnek a digitális áramköri részegységekben, hogy a tananyagban való szerepeltetésük nem lehet kétséges. Annak ellenére, hogy – hasonlóan más digitális áramköri egységekhez – ezek a számláló áramkörök lezárt, tokozott, integrál áramkörökként kerülnek forgalomba, szükségesnek tartom a belső felépítésük ismertetését, mert a tananyag spirális felépítésében rejlik didaktikai lehetőségeket ki lehet használni, a korábban tanultak alkalmazásban való bemutatására, ismeretük megértésére. A szinkron és aszinkron számológép fogalmát is úgy lehet megértetni, ha felépítéseket, m kódési elveket egymással összehasonlítva bemutatjuk. Ugyanezek a megállapítások vonatkoznak a tároló – és léptető regiszterekre vonatkozóan is.

7. Adat be- és kiviteli eszközök

Ahhoz, hogy egy digitális berendezésbe adatokat tudjunk bevinni, illetve onnan adatokat tudjunk kihozni, az erre a célra szolgáló eszközökre van szükség. Az eszközválaszték bőséges tárházából – elsősorban a képzési idő korlátozott tartama miatt – csak a legelterjedtebben alkalmazottak és azoknak is csak fontosabb m szakmai

paramétereinek ismerte kerülhet be a tananyagba. Nagyon röviden szükségesnek tartom áttekinteni az optoelektronikai eszközöket, mert a HM hírrendszerének részei az optikai átviteli hálózatok, laktanyákon belüli információs hálózatok, stb. Az adatbeviteli eszközök közül a számkapcsolók, a szkennerek, a billentyűzet, az egér, a floppy lemez és a CD, illetve a DVD lemezzel, illetve annak továbbfejlesztett változataival történő adatbevitelt.

Az adatbeviteli eszközök közül szükségesnek tartom megismertetni a hallgatókkal a numérikus és alfanumérikus kijelzők felépítését, a kódelési elvüket, a különböző típusú nyomtató eszközöket és azok kódelési elvét, valamint a monitorok kialakítási lehetőségeit és kódelési elvüket.

8. Digitál-analóg és analóg-digitál átalakítók

A digitális jelfeldolgozás (**D**igital **S**ignal **P**rocessing, **DSP**) lehetősége és szükségessége egyaránt a 70-es évek elején merült fel. Digitál-analóg és analóg-digitál átalakítók természetesen már korábban is léteztek, hiszen nélkülük nem létezhet digitális számítógép. Erre az időpontra viszont már az A/D és a D/A átalakítók minőségi jellemzői elfogadható árakkal mellett igen gyorsan javultak, ezzel a digitális jelfeldolgozás alkalmazási lehetőségei eltt beláthatatlan távlatok nyíltak meg.

Jelentős szerepük van az analóg-digitál átalakítóknak a rendszerben még megtalálható komplex villamos rendszerek azon részeinél is, ahol a harc- és vezetési pontokra beérkező analóg információt a berendezésnek digitálisan kell feldolgozni, extrapolálni.

Digitális jelfeldolgozás értelemszerűen csak úgy valósulhat meg, ha az analóg jelet A/D átalakítóval digitalizáljuk. Az A/D átalakító kódolásának megértéséhez viszont szükséges a D/A átalakító kódolásának ismerete, ezért a tananyag részfeldolgozását a D/A átalakító felépítésének és kódelési elvük megismerésével kell kezdeni. Ezen a tananyag részen belül szükségesnek tartom megismertetni az áramösszegzéses, a létrahálózatos, az impulzusszélesség-moduláció valamint a frekvencia-feszültség átalakítás elvén működő D/A átalakító kódolását a hallgatókkal.

Az A/D átalakító témakörön belül szerepeljen a tananyagban a követő átalakító, a szukcesszív approximáció (fokozatos közelítés) elvén működő, a kettős integrálás, a töltéskiegyenlítés és a feszültség-frekvencia átalakítás elvén működő átalakító.

A digitális számítógép, ezen belül a mikrovezérlők kódése elképzelhetetlen RAM és ROM táruk nélkül. Ezen a tématerületen belül szükségesnek tartom megismertetni a hallgatókkal a bitek különböző tárolási lehetőségeinek a módját, a kétfajta tártípus jellemző sajátosságait, a táruk szervezésének és bitvítésének lehetőségeit.

9. Mikroszámítógépek

A képzési időkeret szűkös volta miatt ebben a tárgykörben a mikroszámítógépnek csak az általános felépítését, főbb egységeinek a szerepét, a központi egység és a tár együttes működésének a legfontosabb momentumait, a periféria kezelés elvi megoldásait, a szubrutin műveleteknek a hardverre történő kihatását, valamint a mikrovezérlők fogalmának, főbb jellemzőinek a bemutatását tartom célszerűnek beépíteni a tananyagba.

3. sz. melléklet

A Digitális elektronika tantárgy oktatási egységei a sorrendi rendezés el tt**A) Számrendszerek, kódok**

1. a decimális számrendszer,
2. bináris számrendszerek,
3. az oktális számrendszer,
4. a hexadecimális számrendszer,
5. decimális-bináris átalakítás,
6. bináris-decimális átalakítás,
7. bináris-hexadecimális átalakítás,
8. hexadecimális-bináris átalakítás,
9. számábrázolás digitális berendezésekben,
10. az analóg jel fogalma,
11. a digitális jel fogalma,
12. a digitális jel átvitele,
13. az információ kódolása,
14. négybites BCD kódok,
15. egyéb BCD kódok,
16. a nemzetközi táviró kód,
17. az ASCII kód,
18. hibajavító kódok,

B) Logikai függvények

19. logikai függvények fogalma, fajtái, jellemzői,
20. logikai alapműveletek,
21. összetett kétváltozós logikai függvények
22. a Boole-algebra alaptételei, szabályai,
23. az összes lehetséges kétváltozós logikai függvénykapcsolat,
24. logikai függvények megvalósítása NAND kapuk segítségével
25. logikai függvények megvalósítása NOR kapuk segítségével

26. logikai függvények magadási módjai,
27. logikai függvények normál alakjai,
28. mintermek, maxtermek
29. logikai függvények táblázatos egyszerűsítése,
30. a hazárdjelenség fogalma,
31. hazárdmentesítés

C) Digitális áramkör családok

32. a bipoláris tranzisztor kapcsolóüzem jellemzői,
33. a MOS inverter jellemzői,
34. a CMOS inverter jellemzői,
35. a multiplexer táblázatos egyszerűsítése,
36. az analóg komparátor jellemzői,
37. digitális áramkörök általános jellemzői,
38. a TTL alkapu kapcsolása, működése, jellemzői,
39. TTL NOR kapu,
40. AND-OR-INVERT kapcsolása, működése,
41. módosított be- és kimenet TTL áramkörök,
42. TTL áramkör változatok,
43. az ECL áramkör család jellemzői,
44. I²L áramkörök,
45. MOS áramkörök,
46. a CMOS áramkör család és jellemzői,
47. a különböző áramkör családok illesztése,

D) Kombinációs áramkörök

48. a digitális áramkörök felosztása
49. BCD-decimális dekódoló,
50. bináris-oktális dekódoló,
51. hétszegmenses dekódoló, meghajtó,
52. multiplexerek,
53. multiplexerek kiválasztása,

- 54. demultiplexerek,
- 55. demultiplexerek b v ítése,
- 56. összeadó áramkörök,
- 57. a kivonás megvalósítása
- 58. szorzó áramkörök,
- 59. digitális komparátorok,

E) A sorrendi hálózatok épít elemei

- 60. a flip-flopok általános jellemzői, felosztásuk,
- 61. aszinkron RS flip-flopok,
- 62. szinkron RS flip-flopok,
- 63. a JK flip-flopok kialakítása, működésük,
- 64. a D flip-flop,
- 65. a T flip-flop,
- 66. diszkrét tranzistoros monostabil flip-flopok,
- 67. integrált kivétel monostabil flip-flopok,
- 68. újraindítható monostabil flip-flopok,
- 69. monostabil flip-flop NE 555-ös IC-vel
- 70. astabil flip-flopok kialakítása monoflopok segítségével,
- 71. astabil flip-flop NE 555-ös IC-vel,
- 72. pontos oszcillátorok,

F) Sorrendi hálózatok

- 73. aszinkron előre számlálóáramkörök JK flip-flopokkal,
- 74. aszinkron hátra számlálóáramkörök JK flip-flopokkal,
- 75. aszinkron előre számlálóáramkörök D flip-flopokkal,
- 76. aszinkron hátra számlálóáramkörök D flip-flopokkal,
- 77. vezérelhető előre-hátra számláló áramkörök,
- 78. aszinkron MSI számláló áramkörök,
- 79. a számlálási ciklus lerövidítése,
- 80. szinkron számlálók tervezése,
- 81. szinkron MSI számláló áramkörök,

82. programozható modulo-N számlálók,
83. számlálók alkalmazási területei,
84. tároló regiszterek,
85. léptet regiszterek m kódési elve,
86. léptet regiszterek JK flip-flopokkal,
87. léptet regiszterek D flip-flopokkal,
88. a párhuzamos beírás megvalósítása,
89. jobbra-balra léptet , léptet regiszterek ,
90. léptet regiszterek integrált áram köri megvalósítása,

G) Adat be- és kiviteli eszközök

91. optoelektronikus eszközök,
92. digitális optoelektronikus áramkörök,
93. analóg optoelektronikus kapcsolások,
94. a dekódoló-meghajtó m kódése, jellemzői,
95. hétszemes numerikus kijelzők,
96. numerikus kijelzők fajtái,
97. numerikus kijelzők multiplex m kódeteése,
98. többszemes alfanumerikus kijelzők,
99. pontmátrixos kijelzők,
100. alfanumerikus kijelzők multiplex m kódeteése,
101. a katódsugárcsöves kijelzők m kódési elve,
102. adatbevitel számkapcsolókkal,
103. adatbevitel billentyűzettel,
104. mágneses digitális jeltárolás álló mágneses eszközökkel,
105. mágneses digitális jeltárolás mozgó mágneses eszközökkel,
106. adatbevitel CD segítségével,
107. adatbevitel DVD segítségével,
108. adatbevitel mágneses úton,
109. hagyományos nyomtatók,
110. mechanikus mátrix-nyomtatók,
111. tintasugaras mátrix-nyomtatók,
112. lézer-nyomtatók,

H) Digitál-analóg és analóg-digitál átalakítók, RAM és ROM táruk

113. digitál-analóg átalakítók általános jellemzői,
114. áramösszegzés elvén működő digitál-analóg átalakítók,
115. létrahálózatos digitál-analóg átalakítók,
116. az impulzusszélességmoduláció elvén működő digitál-analóg átalakító,
117. frekvencia-feszültség átalakító
118. analóg-digitál átalakítók általános jellemzői,
119. követőtípusú analóg-digitál átalakítók,
120. a szukcesszív-approximáció elvén működő analóg-digitál átalakító,
121. a frekvénsgenerátoros átalakító,
122. a kétszintű integrálás elvén működő analóg-digitál átalakító,
123. feszültség-frekvencia átalakító,
124. töltéskiegyenlítéses átalakító,
125. a memóriák általános jellemzői,
126. a statikus RAM cellák kialakítása, működésük,
127. a statikus RAM táruk felépítése,
128. dinamikus RAM cella kialakítása,
129. RAM táruk szervezése,
130. RAM táruk bővítése,
131. ROM fajták és jellemzőik,
132. az EPROM felépítése, működése,
133. az EEPROM felépítése, működése,
134. ROM táruk szervezése,
135. ROM táruk bővítése,
136. programozható logikai áramkörök általános jellemzői

I) Mikroszámítógépek

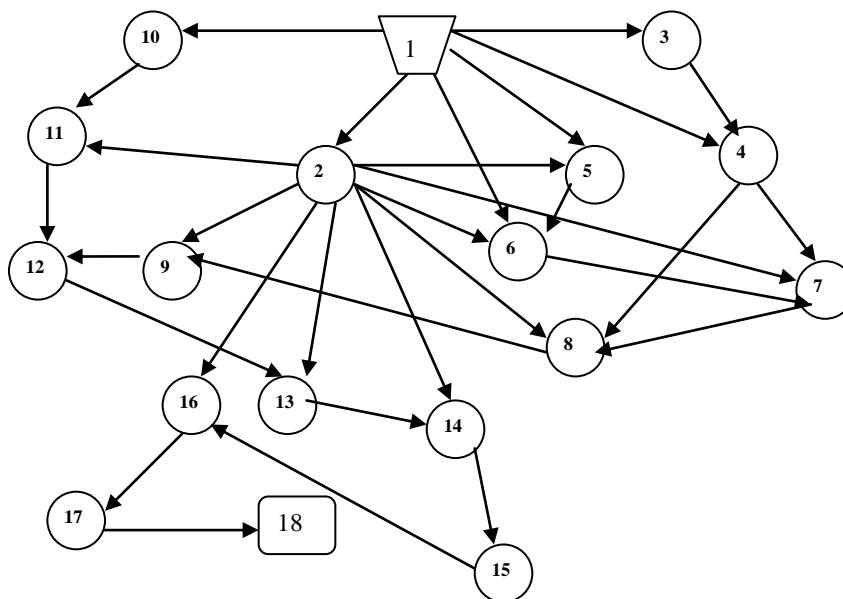
137. a mikroszámítógép tömbvázlati felépítése, általános jellemzői,
138. a központi egység főbb elemeinek funkciói,
139. a tárukban lévő információkódok fajtái,
140. a buszok fajtái, feladataik,
141. az utasításszámláló feladata, címdekódolás,

142. a különböző tartalmi jelentés kódok tárbólközponti egységbe történő bevitele,
143. egy összeadási művelet végrehajtása,
144. a perifériával kiegészített, bővített számítógép
145. egy 8 bites számítógéphez felhasználható utasításkészlet.

4. sz. melléklet

Az egyes tárgykörök kapcsolati gráfjai és a számítógépes sorrendiségi vizsgálat eredményei

Az A-tárgykör kapcsolati-gráfja



Az A-tárgykör oktatási egységeinek oktatási sorrendje

Az eredeti sorrend:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

Morgunov rendezés után:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

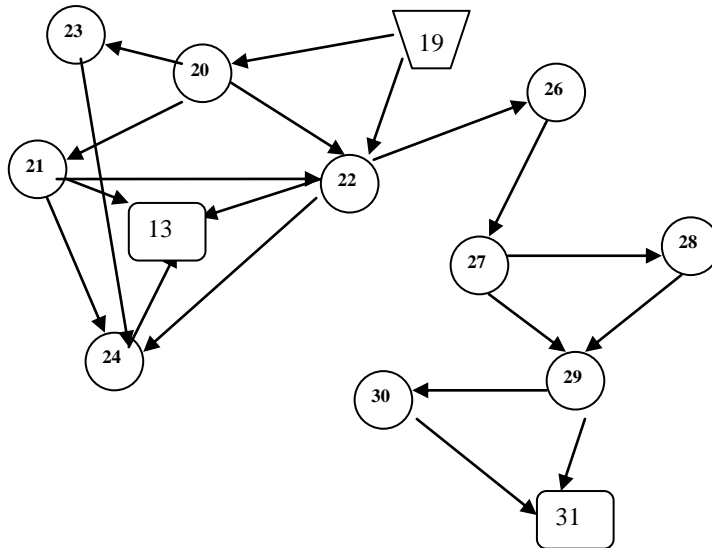
Tömörségi rendezés után:

1 2 4 5 6 7 8 9 10 11 13 3 12 14 15 16 17 18

Zártsági rendezés után:

1 2 4 5 6 7 8 3 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

A B-tárgykör kapcsolati-gráfja



A B-tárgykör oktatási egységeinek oktatási sorrendje

:Az eredeti sorrend:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

Morgunov rendezés után:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

Tömörségi rendezés után:

1 2 3 5 4 6 7 8 9 10 11 12 13

Zártsági rendezés után:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

A számítógép 1-t 13-ig történő számozása a 19-t 31-ig terjedő oktatási egységeknek felel meg, tehát a helyes sorrend:

19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

A C-tárgykör oktatási egységeinek oktatási sorrendje

Az eredeti mátrix

Tömörség : 116
 Egyesek száma : 19
 Tömörségi kvóciens : 0.16379
 Zártság : 11
 Zártsági kvóciens : 0.73333
 Teljességi kvóciens: 0.15833

```

1111111
1234567890123456
1ł.*.*..*....**...ł
2ł..*.....**..ł
3ł.....*.....*..ł
4ł....*.....*..ł
5ł.....*.....*..ł
6ł.....*.....*..ł
7ł.....*.....*..ł
8ł.....*.....*..ł
9ł.....*.....*..ł
10ł.....*.....*..ł
11ł.....*.....*..ł
12ł.....*.....*..ł
13ł.....*.....*..ł
14ł.....*.....*..ł
15ł.....*.....*..ł
16ł.....*.....*..ł

```

Morgunov rendezés után

Tömörség : 116
 Egyesek száma : 19
 Tömörségi kvóciens : 0.16379
 Zártság : 11
 Zártsági kvóciens : 0.73333
 Teljességi kvóciens: 0.15833

```

1111111
1234567890123456
ÚÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄž
1ł.*.*..*....**...ł
2ł..*.....**..ł
3ł.....*.....*..ł
4ł....*.....*..ł
5ł.....*.....*..ł
6ł.....*.....*..ł
7ł.....*.....*..ł
8ł.....*.....*..ł
9ł.....*.....*..ł
10ł.....*.....*..ł
11ł.....*.....*..ł
12ł.....*.....*..ł
13ł.....*.....*..ł
14ł.....*.....*..ł
15ł.....*.....*..ł
16ł.....*.....*..ł
RÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÜ

```

Tömörségi rendezés után

Tömörség : 107
 Egyesek száma : 19
 Tömörségi kvóciens : 0.17757
 Zártság : 6
 Zártsági kvóciens : 0.40000
 Teljességi kvóciens: 0.15833

```

11111 11
1623478901245536
ÚÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄž
1ł.*.*..*....**...ł
6ł.....*.....*..ł
2ł..*.....**..ł
3ł.....*.....*..ł
4ł.....*.....*..ł
7ł.....*.....*..ł
8ł.....*.....*..ł
9ł.....*.....*..ł
10ł.....*.....*..ł
11ł.....*.....*..ł
12ł.....*.....*..ł
14ł.....*.....*..ł
15ł.....*.....*..ł
5ł.....*.....*..ł
13ł.....*.....*..ł
16ł.....*.....*..ł
RÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÜ

```

Zártsági rendezés után

Tömörség : 116
 Egyesek száma : 19
 Tömörségi kvóciens : 0.16379
 Zártság : 11
 Zártsági kvóciens : 0.73333
 Teljességi kvóciens: 0.15833

```

    111      11   11
    1242367890145356
    ÚÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄz
    1ł.*.**.*.....*...ł
    2ł.*.....**..ł
    14ł.....*..ł
    12ł.....*.....ł
    13ł.....ł
    6ł.....*.....ł
    7ł.....*.....ł
    8ł.....*.....ł
    9ł.....*.....ł
    10ł.....*.....ł
    11ł.....*ł
    4ł.....*...ł
    5ł.....ł
    3ł.....*..ł
    15ł.....*ł
    16ł.....ł
    ÓÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÜ
    
```

Az egységek taníthatósági sorrendje:

Az eredeti sorrend:
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

Morgunov rendezés után:
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

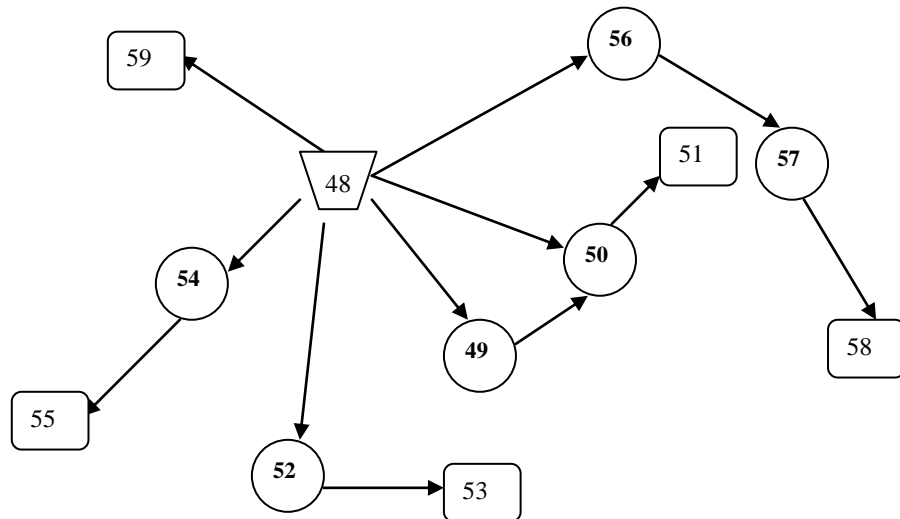
Tömörségi rendezés után:
 1 2 14 12 13 6 7 8 9 10 11 4 5 3 15 16

Zártsági rendezés után:
 1 6 2 3 4 7 8 9 10 11 12 14 15 5 13 16

A számítógép 1-t 116-ig történő számozása a 32-t 147-ig terjedő oktatási egységeknek felel meg, tehát a helyes sorrend:

32 37 33 34 35 38 39 40 41 42 43 45 46 36 44 47

A D-tárgykör kapcsolati-gráfja



A D-tárgykör oktatási egységeinek oktatási sorrendje

Az eredeti sorrend:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

Morgunov rendezés után:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

Tömörségi rendezés után:

1 2 3 5 7 9 4 6 8 10 11 12

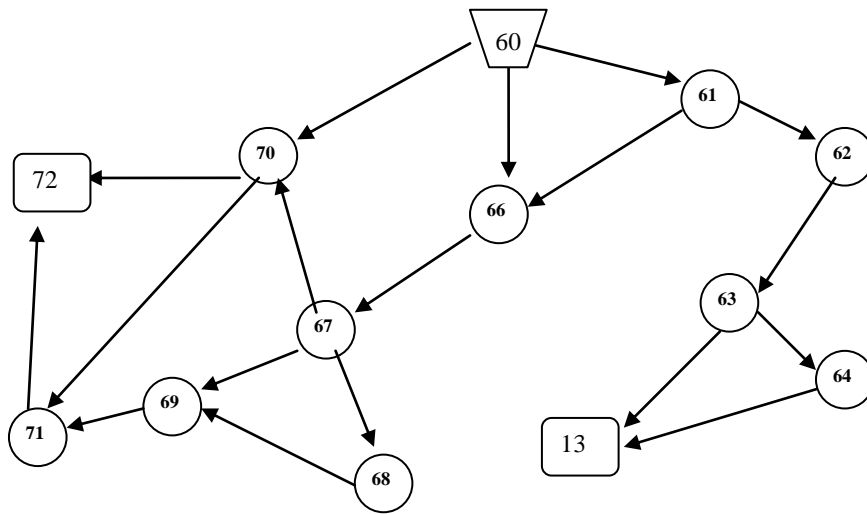
Zártsági rendezés után:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

A számítógép 1-t 12-ig történő számozása a 48-tól 59-ig terjedő oktatási egységeknek felel meg, tehát a helyes sorrend:

48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59

Az E-tárgykör kapcsolati-gráfja



Az E-tárgykör oktatási egységeinek oktatási sorrendje

Az eredeti sorrend:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

Morgunov rendezés után:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

Tömörségi rendezés után:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

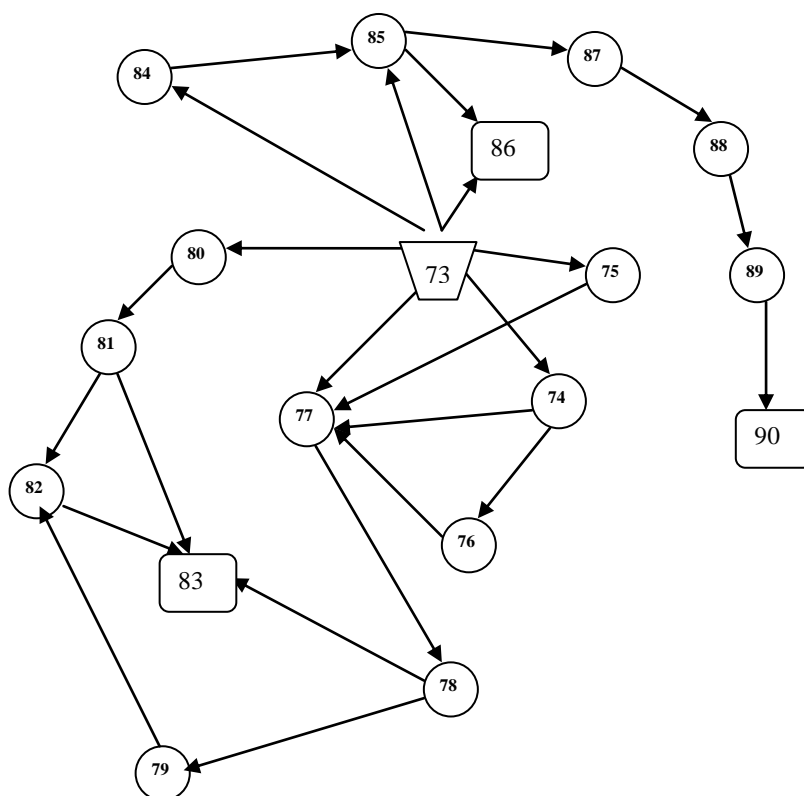
Zártsági rendezés után:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

A számítógép 1-t 13-ig történő számozása a 60-tól 72-ig terjedő oktatási egységeknek felel meg, tehát a helyes sorrend:

60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72

Az F-tárgykör kapcsolati-gráfja



Az F-tárgykör oktatási egységeinek oktatási sorrendje

Az eredeti sorrend:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17
18

Morgunov rendezés után:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17
18

Tömörségi rendezés után:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 12 13 15 16 17 10 11 14
18

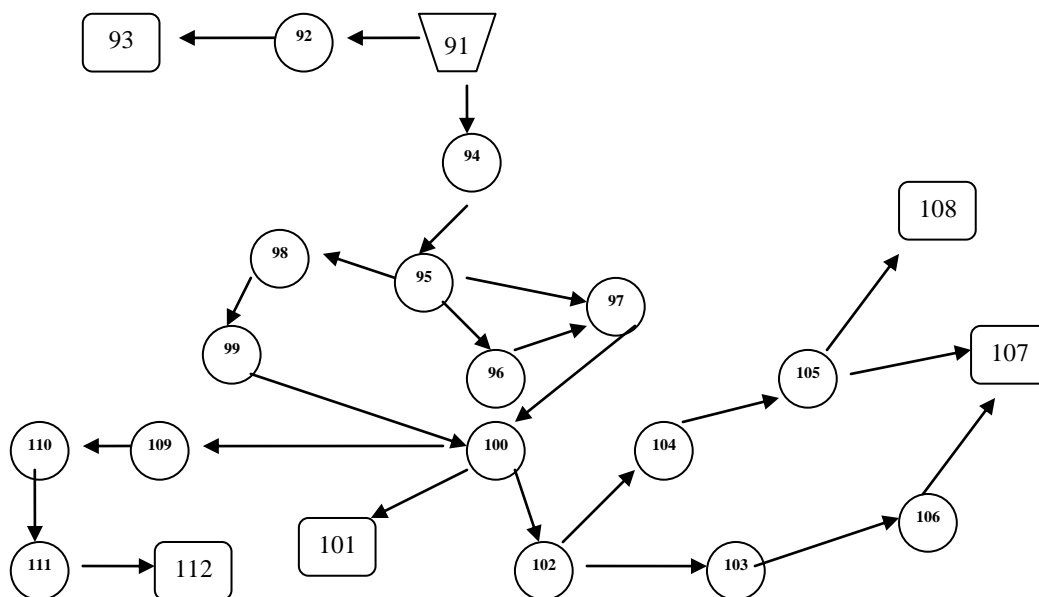
Zártsági rendezés után:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

A számítógép 1-t 118-ig történő számozása a 73-tól 90-ig terjedő oktatási egységeknek felel meg, tehát a helyes sorrend:

73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90

A G-tárgykör kapcsolati-gráfja



A G-tárgykör oktatási egységeinek oktatási sorrendje

Az eredeti sorrend:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17
18 19 20 21 22

Morgunov rendezés után:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17
18 19 20 21 22

Tömörségi rendezés után:

1 2 4 5 3 6 8 7 9 10 12 13 14 15 16 19 20
21 11 17 18 22

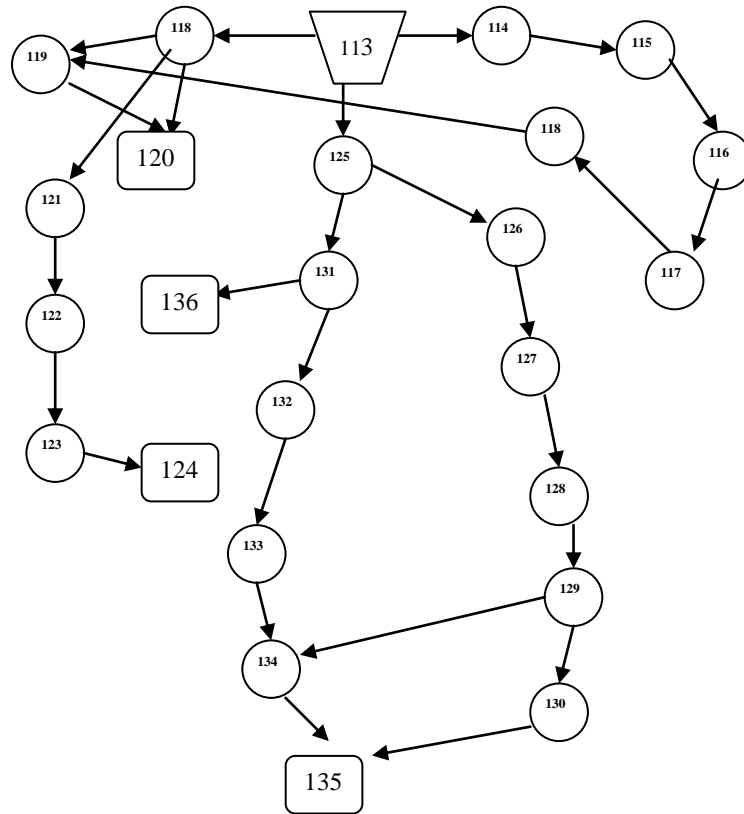
Zártsági rendezés után:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22

A számítógép 1-t l 22-ig történ szám ozása a 91-t l 112-ig terjed oktatási egységeknek felel meg, tehát a helyes sorrend:

91 92 93 94 95 96 97 98 99 101
102 103 104 105 106 107 108 109 110 111

A H-tárgykör kapcsolati-gráfja



A H-tárgykör oktatási egységeinek oktatási sorrendje

Az eredeti sorrend:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17
18 19 20 21 22 23 24

Morgunov rendezés után:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17
18 19 20 21 22 23 24

Tömörségi rendezés után:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 19
20 21 18 22 23 24

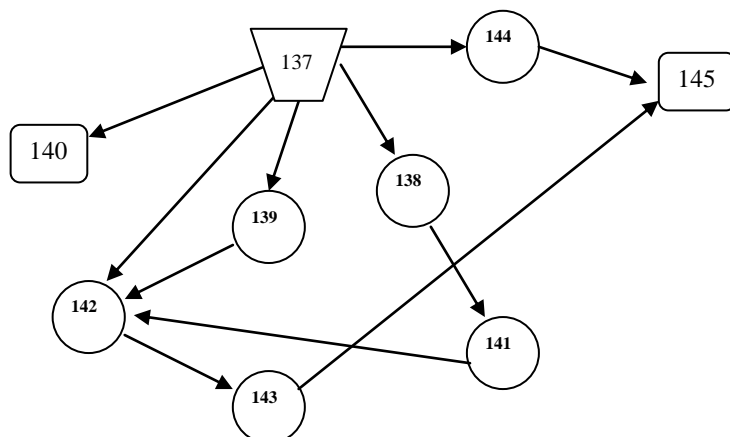
Zártsági rendezés után:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

A számítógép 1-t 1 24-ig történő számozása a 113-tól 136-ig terjedő oktatási egységeknek felel meg, tehát a helyes sorrend:

**113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130
131 132 133 134 135**

Az I-tárgykör kapcsolati-gráfja



Az I-tárgykör oktatási egységeinek oktatási sorrendje

Az eredeti sorrend:

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Morgunov rendezés után:

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Tömörségi rendezés után:

1 2 3 5 6 7 8 4 9

Zártsági rendezés után:

1 2 3 4 5 6 7 8 9

A számítógép 1-t l 9-ig történ szám ozása a 137-t l 145-ig terjed oktatási egységeknek felel meg, tehát a helyes sorrend:

137 138 139 140 141 142 143 144 145.

5. sz. melléklet

A laboratóriumi mérési foglalkozások tartalmi leírása és a végrehajtandó mérési feladatok

1. Logikai alapkapcsolások mérése

Ezen a foglalkozáson a hallgatók tapasztalati úton is megismerhetik az alapvető kapuáramkörök működését, a kapuk igazságtáblázatának mérésrel történő felvételével. A logikai szintek mérése során az a célunk, hogy ismerjék meg tapasztalati úton is a TTL és a CMOS kapuáramkörök logikai szintjeinek nagyságrendi értékeit. Csak TTL NAND kapuk felhasználásával realizálniuk kell az elemi, és az alapvető összetett logikai függvényeket, majd ugyanezt meg kellett csinálniuk tisztán csak NOR kapuk felhasználásával is.

Ez a legegyszerűbb mérési feladat, egyszerűsége és kevés eszközsüksége miatt előzetes szimulációt a mérés végrehajtása nem igényelt. Ugyanakkor a feladatok hatékony végrehajtása érdekében a hallgatóknak előre meg kell tervezniük, le kell rajzolniuk a különböző logikai függvényeket megvalósító áramköri kapcsolásokat. A kapcsolási rajzok alapján, a mérési foglalkozáson már csak a konkrét mérési feladatot kell végrehajtaniuk a rajzok szerint kapcsolási összeállításokon.

A mérés elvégzéséhez szükséges elméleti alapok: a BOOLE algebra alaptételeinek szabályainak ismerete. Az összes lehetséges kétváltozós logikai kapcsolat ismerete. Ismerni kell a kétváltozós logikai függvények NAND és NOR kapukkal történő megvalósítási lehetőségeit.

Mérési feladatok:

NAND kapu vizsgálata. Igazságtáblázatának felvétele mérésrel, a logikai H és L szintek szám szerinti meghatározása,

NOR kapu vizsgálata. Igazságtáblázatának felvétele mérésrel, a logikai H és L szintek szám szerinti meghatározása.

NAND kapuk segítségével kialakítani:

1. invertáló kapcsolást,
2. ÉS kapcsolatot realizáló kapcsolást,

3. VAGY kapcsolatot realizáló kapcsolást,
4. NOR kapcsolatot realizáló kapcsolást,
5. Ekvivalencia kapcsolatot realizáló kapcsolást,
6. Antivalencia kapcsolatot realizáló kapcsolást,

méréssel felvenni az igazságtáblázatukat és megmérni a logikai szintek értékét.

NOR kapuk segítségével kialakítani:

1. invertáló kapcsolást,
2. ÉS kapcsolatot realizáló kapcsolást,
3. VAGY kapcsolatot realizáló kapcsolást,
4. NOR kapcsolatot realizáló kapcsolást,
5. Ekvivalencia kapcsolatot realizáló kapcsolást,
6. Antivalencia kapcsolatot realizáló kapcsolást,

méréssel felvenni az igazságtáblázatukat és megmérni a logikai szintek értékét!

2. TTL és CMOS jellemzők mérése

Ezzel a foglalkozással az a célunk, hogy a hallgatók mélyítsék el a címben megjelölt áramkörök belső fizikai működésére vonatkozó ismereteiket (egyéb áramkörök vizsgálatát az eszközhiány nem teszi lehetővé), az áramkörök transzferkarakterisztikáinak és komparációs szintjeinek mérés útján történő felvételével. Ez a foglalkozás lehetőséget biztosít arra, hogy a hallgatók saját mérési tapasztalataik alapján elmélyíthessék a mért áramkörök alapvető jellemzőit ismert ismereteiket, így az említett áramkörök tápáram felvételét és transzferkarakterisztikák jellemző paramétereit. A rendelkezésre álló eszközkészlet sajnos csak a statikus jellemzők mérését teszi lehetővé. A mérési kapcsolások összeállítását a mérési utasítás segítségével végzik el a hallgatók. A dinamikus jellemzők, valamint más egyéb áramkörök (ECL, CMOS) mérését csak szimulációval tudjuk mérni.

A mérés elvégzéséhez szükséges elméleti alapok:

- a TTL NAND kapu kapcsolásának, működésének, jellemző adatainak ismerete,
- a Schmitt-trigger bemenet TTL NAND kapu működésének, jellemzőinek ismerete,
- a különböző CMOS kapuk kapcsolásának, működésének ismerete,
- a mérésnél használt mérőszerek kezelésének és az alkalmazandó mérési elvek ismerete.

Mérési feladatok:

1. a TTL NAND kapu tápáram-felvételének mérése,
2. CMOS NOR kapu tápáram-felvételének mérése,
3. TTL NAND kapu transzfer karakterisztikájának felvétele,
4. Schmitt-trigger bemenet kapu transzfer karakterisztikájának felvétele,
5. CMOS NOR kapu transzfer karakterisztikájának felvétele,
6. tranzisztoros inverter transzfer karakterisztikájának felvétele.

3. Kombinációs hálózatok mérése

Ebben az esetben – szintén az eszközök szabta korlátok miatt – csak a multiplexerek, demultiplexerek és néhány aritmetikai áramkör mérését tudjuk elvégezni.

A mérés elvégzéséhez szükséges elméleti alapok: a multiplexerek, demultiplexerek működésének, jellemzőinek, az ALU¹⁶ működésének, valamint a mérésnél alkalmazott mérőszerek és mérési módszerek ismerete.

Mérési feladatok:

1. egy nyolc bemenetű multiplexer működési táblázatának felvétele,
2. 1-ről 14-re demultiplexer vizsgálata,
3. 1-ről 18-ra demultiplexer vizsgálata,
4. megszabott logikai művelet elvégztetése az ALU-val,
5. megszabott aritmetikai művelet elvégztetése az ALU-val.

¹⁶ Arithmetic Logic Unit: aritmetikai logikai egység

4. Digitális tároló és TTL monostabil flip-flop mérése

Első sorban az RS és a JK flip-flopok m kódési táblázatának felvételével, valamint dinamikus m kódésük vizsgálatával foglalkozunk. Itt van módjuk a hallgatóknak alaposabban megismerkedni az oszcilloszkóp használatával – már ami a digitális áramköri méréseket illeti, mert az analóg áramköri mérési gyakorlatokon már megismerték az oszcilloszkóp kezelését, a vele való mérési elveket – a flip-flopok kimeneti jelalakjainak vizsgálata során. Ezen a foglalkozáson nagy súly fektetünk szakoktató kollegáimmal együtt arra, hogy a hallgatók magabiztosan elsajátítsák az amplitúdó és a periódusidő (frekvencia) mérést oszcilloszkóp segítségével.

A mérés elvégzéséhez szükséges elméleti alapok: a különböző típusú flip-flop áramkörök m kódésének és jellemzőinek, a TTL monostabil flip-flop m kódésének és jellemzőinek, valamint a felhasznált mérőszerek és az alkalmazott mérési módszerek ismerete.

Mérési feladatok:

1. az RS tároló részletes és egyszerűsített m kódési táblázatának felvétele,
2. az élvezérelt JK tároló m kódési táblázatának felvétele,
3. a JK tároló dinamikus frekvencia-osztókénti alkalmazásának vizsgálata,
4. a szintvezérelt MS JK flip-flop igazságtáblázatának felvétele,
5. a monostabil flip-flop bemeneti és kimeneti jelalakjainak összehasonlító elemzése oszcilloszkóp segítségével.

5. Szekvenciális hálózatok mérése

Ennél a témánál aszinkron MSI számlálóáramkörök statikus és dinamikus m kódését, valamint a léptet regiszterek m kódését vizsgáljuk. Itt további lehetőség adódik az oszcilloszkópos mérések gyakorlására, ezen túlmenően pedig alkalom nyílik a hallgatók kreativitásának fejlesztésére is, hiszen a számlálási ciklus lerövidítése során, illetve a léptet regiszterek vizsgálatakor a hallgatóknak önállóan kell megtervezni és összeállítani a méréndő áramkört.

A mérés elvégzéséhez szükséges elméleti alapok: az aszinkron számláló m kódésének, jellemzőinek, a léptet regiszterek m kódésének, jellemzőinek, valamint a mérésnél alkalmazott mérőszerek és mérési elvek, módszerek ismerete.

Mérési feladatok:

1. az SN7493-as típusjel aszinkron bináris szám láó m kódési táblázatának felvétele,
2. a szám láó dinamikus m kódésének vizsgálata, jelalakok felvétele,
3. a számlálási ciklus lerövidítése, modulo-N számláló kialakítása,
4. az SN7495-ös típusjel léptet regiszter jobbra léptetésének vizsgálata soros beírással,
5. a balra léptetés vizsgálata párhuzamos beírással.

6. TTL szám kijelz fokozat m érése

Ezen a mérési foglalkozáson egy szinkron el re-hátra számláló áramkör által dekódolón keresztül m eghajtott szám kijelz fokozat m érését végezzük el. A hallgatóknak külön külön m eg kellett vizsgálniuk az egyes részegységek m kódését a mérési utasításban el írt mérési feladatok elvégzésével, m ajd a teljes komplex rendszer m kódését is kell vizsgálni és feladat a mérési tapasztalatokból levonható következtetéseket mérési jegyz könyvben rögzíteni

A mérés elvégzéséhez szükséges elméleti alapok: TTL számlálóáramkörök, dekódolók, és szám kijelz fokozatok m kódésének, jellem z inek, valamint a mérésnél felhasznált m ér m szerek és az alkalmazott m érési elvek, m ódszerek ism erete.

Mérési feladatok:

1. az SN74190-es típusjel szám láó áram kör m kódési táblázatának felvétele el re szám lálási üzem m ódban,
2. az SN74190-es típusjel szám láó áram kör m kódési táblázatának felvétele hátra számlálási üzemmódban,
3. a szám láó m kódésének vizsgálata program ozott frekvenciaosztó üzemmódban, jelalakok rögzítése,
4. a hétszegmenses meghajtófokozat m kódési táblázatának felvétele,
5. a m eghajtófokozat vezérl bem eneteinek funkcionális vizsgálata.