

**Óbudai Egyetem  
Trefort Ágoston Mérnökpedagógiai Központ**

**Programozható logikai áramkörök tanítása  
középiskolában  
SZAKDOLGOZAT**

Varga László  
2014

# Tartalomjegyzék

1. <a href="#">Bevezetés</a> .....	4
1.1. <a href="#">A szakdolgozat általános ismérvei</a> .....	4
1.2. <a href="#">A mérnök tanári szerep</a> .....	6
1.3. <a href="#">A mérnök tanár eszköztára</a> .....	10
1.3.1. <a href="#">Induktív-deduktív megközelítés, analógiák és párhuzamok</a> .....	10
1.3.2. <a href="#">Munkaformák, módszerek</a> .....	12
2. <a href="#">A legújabb technológiák tanításának fontossága</a> .....	19
2.1. <a href="#">Biztos, hogy középiskolába valók ezek az ismeretek?</a> .....	21
2.2. <a href="#">A mikroproceszorok, mikrovezérlők a PLC és a PAL/GAL/CPLD/FPGA/ASIC áramkörök</a> .....	22
2.2.1. <a href="#">Miért éppen FPGA?</a> .....	26
3. <a href="#">A középiskolai Villamosipar és elektronika ágazathoz tartozó Szakképzési kerettantervnek az elemzése</a> .....	28
3.1. <a href="#">Általános értékelés</a> .....	28
3.2. <a href="#">A kerettanterv az új technológiák szempontjából</a> .....	32
3.3. <a href="#">Helyi tantervünk előnyei</a> .....	34
3.4. <a href="#">Példa új tárgyra és a hozzájuk javasolt témakörökre</a> .....	35
3.4.1. <a href="#">Mit hagyunk el a jelenlegi tantárgyak, tananyagegységek közül?</a> .....	35
4. <a href="#">FPGA fejlesztés oktatása</a> .....	38
4.1. <a href="#">Az oktatáshoz szükséges eszközök</a> .....	38
4.2. <a href="#">Tisztán gyakorlati foglalkozások?</a> .....	39
4.3. <a href="#">Az IKT eszközök alkalmazásának fontossága</a> .....	40
4.4. <a href="#">Egy lehetséges út</a> .....	41
4.4.1. <a href="#">Az első foglalkozás</a> .....	41
4.4.2. <a href="#">A második foglalkozás</a> .....	42
4.4.3. <a href="#">A harmadik foglalkozás</a> .....	42
4.4.4. <a href="#">A negyedik foglalkozás</a> .....	43
4.4.5. <a href="#">Az ötödik foglalkozás</a> .....	43
4.4.6. <a href="#">A hatodik foglalkozás</a> .....	43
4.4.7. <a href="#">A hetedik foglalkozás</a> .....	45
4.4.8. <a href="#">A nyolcadik foglalkozás</a> .....	45
4.4.9. <a href="#">A kilencedik foglalkozás</a> .....	46
4.4.10. <a href="#">A tizedik foglalkozás</a> .....	47
4.4.11. <a href="#">A tizenegyedik foglalkozás</a> .....	47
4.4.12. <a href="#">A tizenkettedik foglalkozás</a> .....	48
4.4.13. <a href="#">A tizenharmadik foglalkozás</a> .....	48
4.4.14. <a href="#">A tizennegyedik foglalkozás</a> .....	49
4.4.15. <a href="#">A tizenötödik foglalkozás</a> .....	50
4.4.16. <a href="#">A tizenhatodik foglalkozás</a> .....	51
4.4.17. <a href="#">A tizenhetedik-tizennyolcadik foglalkozás</a> .....	52
4.4.18. <a href="#">A tizenkilencedik foglalkozás</a> .....	53
4.4.19. <a href="#">A huszadik foglalkozás</a> .....	53
4.4.20. <a href="#">A huszonegyedik-huszonkettedik foglalkozás</a> .....	53
4.4.21. <a href="#">A huszonharmadik-huszonnegyedik foglalkozás</a> .....	54
4.4.22. <a href="#">A huszonötödik-huszonhetedik foglalkozás</a> .....	54
4.4.23. <a href="#">A huszonnyolcadik foglalkozás</a> .....	55

4.4.24. <a href="#">A huszonkilencedik foglalkozás</a> .....	57
4.4.25. <a href="#">A harmincadik foglalkozás</a> .....	58
5. <a href="#">Szakköri foglalkozások</a> .....	60
5.1. <a href="#">Egy FPGA szakkör tapasztalatai</a> .....	61
6. <a href="#">Kitekintés</a> .....	63
7. <a href="#">Összefoglalás, konklúzió</a> .....	65
8. <a href="#">Angol nyelvű összefoglalás</a> .....	66
9. <a href="#">Mellékletek</a> .....	68
9.1. <a href="#">A szakköri foglalkozások hosszútávú hatásai</a> .....	68
9.2. <a href="#">Az FPGA szakkör diákszemmel</a> .....	74
9.3. <a href="#">Részlet a Mechatronikai Szakközépiskola Helyi tantervéből</a> .....	76
9.4. <a href="#">Kommunikációs szabványok</a> .....	77
9.5. <a href="#">Tanmenet az FPGA fejlesztés oktatásához</a> .....	81
9.6. <a href="#">Döntéshozó áramkör</a> .....	85

# 1. Bevezetés

## 1.1. A szakdolgozat általános ismérvei

Szakdolgozatomban a technológiai újítások fontosságára kívánom felhívni a figyelmet és egy nem hosszú múltra visszatekintő, de rohamosan fejlődő elektronikai eszköz – az FPGA – fejlesztés oktatásának módszertanát kívánom körbejárni. Úgy gondolom, hogy a villamos szakembergárda – műszerészek, technikusok, mérnökök – nagyon nehezen tudják a legújabb technológiákkal tartani a lépést. Az oktatási rendszerünk is sajnos egy kicsit le van maradva. Mentségül jegyezném meg, hogy jelen korunk rohamléptékű változásait valós időben nyomon követni egyetlen ország oktatási rendszere sem képes, s az ilyen gyors beavatkozások nem is vinnének minket előre.<sup>1</sup> Mindemellett el kell ismernünk, hogy a villamos szakképzés mindenképpen reformálásra szorul. Erre az oktatásvezetők is rájöttek, ennek eredményét tükrözi pl. a középiskolákban az új kerettanterv. A tanterv életbe léptetését – elődeihez hasonlóan – sajnos nem előzte meg semmilyen komolyabb konzultáció, konferencia, ahol a durvább hibákat ki lehetett volna küszöbölni. Szakdolgozatomban elvégzem az új kerettanterv rövid elemzését is. Bemutatom iskolánk helyi tantervét, amivel az adott kötött keretek között megpróbáltam a maximumot kihozni a lehetőségeinkből<sup>2</sup>. Javaslatokat dolgozok ki egy új kerettantervhez, amibe illeszkedik az újabb technológiák bevezetése. Ma egy villamos szakember a programozható eszközök – PLC, mikrovezérlő, GAL, PAL, CPLD, FPGA, stb. – és kiegészítőik (pl. intelligens szenzorok) ismerete nélkül nagyon nehezen tud boldogulni szakmájában. Ezeket az eszközöket azonban középiskolában általában nem tanítják, ha mégis, csak szakkör szintjén, nem érve el széles rétegeket. A szakdolgozat elsődleges célja egy olyan módszertani útmutató elkészítése, amelynek segítségével középiskolai szinten is meg tudjuk valósítani az FPGA-val való fejlesztést. A szakdolgozat a középiskolai oktatással foglalkozik, nem tárgyalja külön a felsőoktatás területét.

---

1 A nagy rendszerekbe történő beavatkozásnak mindig átgondoltnak és megalapozottnak kell lennie. Ennélfogva az ilyen változtatások során sohasem lehet kapkodni, ill. valós időben követni az ipari átalakulásokat. Ki kell bizonyos időket várni, hogy kiderüljön nem zsákutcába jutunk-e. Amennyiben egy ipari innováció kudarcba fullad az kellemetlen, de ha egy oktatási, akkor azzal egy teljes szakember generációt tehetünk tönkre.

2 A DVD mellékletnek mindkét tanterv része. Szakmai helyi tantervünket én dolgoztam ki, miután erre felkért a műszaki munkaközösség.

A szakdolgozat – terjedelme miatt – elsősorban didaktikai és módszertani ismereteket tartalmaz. Gyakran történik hivatkozás az FPGA fejlesztés a gyakorlatban oktatócsomagra, amelyet két diákkal közösen készítettünk el – ez a dokumentum tartalmazza a fontosabb műszaki tudnivalókat. Az oktatócsomag – amelyet folyamatosan fejlesztünk – letölthető a Mechatronikai Szakközépiskola Moodle rendszeréből, valamint része szakdolgozatom DVD mellékletének is.

## **1.2. A mérnök tanári szerep**

A műszaki tanár egy különleges „állatfaj”. Egyrészt magas szintű mérnöki tudás birtokosa, másrészt nincs híján a pedagógiában fontos személyiségjegyeknek sem. Sokféle vélemény forog pedagógiai körökben, hogy melyek lehetnek a jó pedagógus fontosabb tulajdonságai. Úgy gondolom, hogy egy műszaki, vagy mérnök tanár számára elsődleges, hogy a szakmájában kiváló legyen. Elsősorban ennek kell biztosítania a hitelességét diákjai körében. A szimpátiát nem mindig tudjuk kivívni, de a szakmai tudás és elhivatottság megteremtheti számunkra a kellő tiszteletet, amiből már ki tudunk indulni.

Természetesen a megfelelő szaktudás még nem elég a tanításhoz. Ahogy Suplicz Sándor szokta emlegetni, ahhoz hogy tanuljanak tőlünk elengedhetetlen a kulturális dominancia. Ez a fajta kettősség jellemzi a műszaki tanárt. Egyrészt reál beállítottságúnak kell lennie, hogy szakmáját megfelelő nívószerint tudja átadni, másrészt az átadáshoz szükséges egyfajta humán beállítottság is, ami minden pedagógus sajátja. Egy mérnök tanár kollégám egyszer megjegyezte, hogy egy irodalomtanártól nem várják el, hogy tudjon mérnöki ismereteket, de ha Ő esetleg helytelenül használ egy kifejezést, vagy helytelenül ír le egy szót, nem ismer fel egy idézetet, akkor a diákjai kinevetik. Ez így persze nagyon sarkított, hiszen egy általános műveltséggel mindenkinek rendelkeznie kell, azonban abban igaza volt, hogy egy műszaki embertől az élet minden területén egyformán jó teljesítményt várnak el. Nehéz ezeknek az elvárásoknak megfelelni.

Fontos tisztázni, hogy milyen tulajdonságokat kell fejleszteni egy műszaki képzés során. Ezek a teljesség igénye nélkül:

- Precizitás
- Kreativitás
- Kitartás
- Módszeres munkavégzés
- Logikus gondolkodás
- Rendszerező képesség
- Problémamegoldás
- Határozottság
- Képesség a megújulásra

Gondoljuk végig, ha diákjaink nem látják bennünk ezeket a tulajdonságokat, akkor nagyon nehéz lesz elérni, hogy náluk kialakuljanak, ill. fejlődjenek, előtérbe kerüljenek. A felsorolásra került legtöbb jellemvonással elvileg minden mérnök rendelkezik. Fontos azonban, hogy az órákra való felkészülés során, ill. az órák megtartásakor figyeljünk ezen sajátosságok jelentőségére.

Az egyik 4 órás gyakorlatom 3. órájának végén az egyik diák segítségre szorult, valami miatt nem működött az áramköre. Kicsengetés előtt voltunk 5 perccel. Büszke vagyok arra, hogy az órára történő felkészülésem és a szaktudásom az esetek többségében ennyi idő alatt is eredményes hibakeresésre ad lehetőséget. Ennél az esetnél azonban nem derült ki a hiba kicsengetésig. Én bent maradtam a szünetben és végül megtaláltam a probléma okát. Az egyik GND vezeték meg volt törve, amit a folyamatosság vizsgálat nem jelzett, amikor a mérővezetékekkel akaratlanul is rögzítettük a megfelelő helyzetben. A működés során azonban a hibajelenség megjelent az áramkörben. Amikor a tanuló bejött az órára, meglepődve látta, hogy az áramkörével dolgozok. Meg is kérdezte, hogy a Tanár Úr miért maradt bent a szünetben? Megjegyeztem, hogy a mérnöki hozzáállás során alapvető, hogy ha valami nem működik, akkor addig dolgozunk rajta, míg működésre nem tudjuk bírni. Ez a fajta kitartás és módszeres munkavégzés szakmánk alapja. A későbbi órákon észrevettem, hogy a diák hozzáállása a problémákhoz megváltozott, már nem gondként tekintett az esetleges hibákra, hanem megoldandó feladatként és bizony vele is előfordult, hogy belefeledkezve a munkába meg se hallotta a csengőt az óra végén.

Az elméleti órákon a precizításra, a kreativitásra, a logikus gondolkodásra, a rendszerező képességre és a problémamegoldásra kell helyeznünk a hangsúlyt.

A precizitás biztosításához a megfelelő felkészülés a helyes út. Fontos tisztáznunk diákjainkban, hogy a műszaki életben nem lehet tippelgetni, vagy pongyolán fogalmazni, mert az ilyen hozzáállás jobb esetben anyagi kárral, rosszabb esetben személyi sérüléssel fog járni. Gyakori hiba a tizedesvessző nem megfelelő elhelyezése, vagy a prefixumok helytelen használata. Ilyenkor hozunk életszerű példákat, vajon ha fekvé ki kell nyomni egy 80 kg-os súlyt, ők mit szólnának hozzá, ha elnéznénk és tonnában raknánk ugyanannyit rájuk? Egy másik konkrét példában tartozunk nekik 50.000 Ft-tal, de csak 50 Ft-ot adunk meg. Az ilyen esetekben valószínűleg kissé felháborodnának.

Ne lepődjenek meg, hogy az elektronikus áramkörök ugyanígy „felháborodnak”, ha elvárnak bizonyos értékű villamos jeleket és teljesen mást kapnak helyettük.

A kreativitást és a logikus gondolkodást is fejleszthetjük, ha az anyagrészek leadásánál ráutaló kérdésekkel segítünk a diákjainknak önálló – helyes – eredményekre jutni.

A rendszerező képesség nagyon fontos a műszaki tudományokban. A különböző információk sémákba rendezése a struktúra alapú oktatás alapja. A diákoknak meg kell találniuk a megfelelő analógiákat – legyenek azok nyelviak, formaiak, tartalmiak – párhuzamokat. A rendszerező képesség nem csak a meglévő tudás csoportosítása. Ahogy Nagy József kiválóan megfogalmazta: ... *a rendszerező képesség, a dolgok és viszonyaik, illetve a meglévő információk és viszonyaik (relációik) felismerésével és elrendezésével teszi lehetővé új tudás létrehozását.*[1]<sup>3</sup> Ez a tulajdonság tehát új tudás létrehozását is elősegíti, ami nagyon fontos a diákjaink fejlődése szempontjából. A rendszerező képesség fejlettségére utal a tanórai jegyzet. Óvakodjunk azonban ebből mélyreható következtetéseket levonni. Ahol mi káoszt látunk a tanulóknál lehet, hogy érdekes és értelmes mintázatot, ami alapján könnyebben és gyorsabban tudja megtanulni, felidézni, új kontextusba helyezni az anyagot. Határozott véleményem, hogy ebben az attribútumban példát tudunk mutatni, de nem szabad eleve elvetni számunkra kissé talán meghökkentő rendszerezési stílusokat. Természetesen, ha később ezekről bebizonyosodik előzetes feltevésünk, vagyis hogy nem szolgálják a tanítási-tanulási folyamat érdekeit, akkor erre figyelmeztetnünk kell tanulókat és mutatnunk kell lehetséges alternatívákat. Fontos a többszám, mert így a diák nem érzi, hogy ultimátumot kapott, s nem érzi magát sarokba szorítva – mindig adjuk meg a választás lehetőségét!

A probléma felvető és probléma megoldó tanítási-tanulási stílus, ill. módszer a műszaki élet alapja. A műszaki tárgyak ellentétben mondjuk a művészetekkel nem azért jöttek létre, hogy élvezetesebbé tegyék az életünket, növeljék a komfortérzetünket, megfelelő kikapcsolódást biztosítsunk magunk számára<sup>4</sup>. A műszaki megoldásokat a műszaki problémák hozták létre. A mérnöki tudás nem l'art pour l'art. Fontos, hogy diákjaink megértsék, a tananyag minden egyes része egy-egy valós probléma megoldása.

---

3 Az irodalomhivatkozásokat a továbbiakban dőlt betűvel szedem.

4 Bár kétség kívül ma már ezen területeken is eluralkodtak a műszaki cikkek.



Amennyiben probléma felvető és probléma megoldó módszert alkalmazunk az oktatás során, végig fenn tudjuk tartani az érdeklődést, hiszen a leggyakrabban felmerülő kérdésnek (ti. Miért kell ezt megtanulni?) nem lesz értelme. Ennek a módszernek az alkalmazása a későbbiekben is javára válik nebulóinknak. Az élethosszig tartó tanulás során nagyfokú önállóság szükséges, ami viszont nagyfokú motivációt feltételez. A probléma felvető- és megoldó módszer magában hordozza az erős motivációt.

A gyakorlati órákon hasonló tulajdonságok kellene, mint az elméleti foglalkozáson. Azonban miután itt a munkáltatás, mint módszer kerül előtérbe a legfontosabb a problémamegoldás és a kitartás. Ez utóbbi a mai generáció esetében sajnos hagy némi kívánnivalót maga után. Rövid ideig a diákok nagymértékű koncentrációt és munkabírást mutatnak, azonban a mai felgyorsult világban, ha rövid időn belül nem éri őket sikerélmény, akkor gyakran feladják. Nem könnyű feladat a kudarcélmények feldolgozását elősegíteni. Mindemellett fontos tisztázni, hogy ha egy gyakorlati órán nem működik az áramkör, akkor az nem feltétlenül kudarc. Hiszen az áramkör **még** nem működik. Többször előfordult velem, hogy ilyen esetben a tanulóm fel akarta adni a feladatot és „Én inkább kérem az egyest, Tanár Úr!” felkiáltással élt. Ilyenkor mindig azzal próbáltam nyugtatni az ifjú kollégát, hogy abban nincs semmi különös, ha egy kapcsolási rajz alapján összerakunk valamit és működik. Erre bárki képes. Akkor, viszont amikor valami nem működik és hibakereséssel el kell érünk a működőképességet, na ez már egy műszaki feladat, ide már szakember kell! Mindig kiemelem, az óráimon, hogy ilyen esetekben a problémára, ne mint gondra, hanem mint lehetőségre tekintsenek. Egy ilyen probléma megoldása az egész tárgyra nézve komoly motivációs munícióval láthat el minket. Természetesen ehhez kitartásra van szükség. A pedagógus feladata, hogy amikor a diákja lankadni kezd megfelelő biztatással további munkára sarkallja.

Egy fontos tulajdonságról még nem esett szó, ez pedig az állandó megújulásra való képesség. Ahogy Albert Einstein mondta egykor: „Ha csak az ismert dolgok érdekelnének lakatosnak mentem volna”. Egy műszaki ember nem jelentheti ki, hogy már eleget tanultam, ebből ezután meg fogok élni. Aki ezt a pályát választja mindig új kihívásokkal szembesül. A mérnöktanár élete még bonyolultabb, hiszen amit az egyetemen megtanult csak egy kis részét fogja képezni annak amit a pedagógiai pályáján fel fog használni.

A villamos szakma fejlődése megállíthatatlannak és rohamléptékűnek tűnik. Alig 5 éve végeztem a főiskolán, jelenleg is egyetemre járok, mégis önálló tanulmányokat kell folytatnom a szakterületemen, hogy a tanulóimat mindig friss információkkal tudjam ellátni<sup>5</sup>. Aki a műszaki – műszaki tanári – pályára adja a fejét, biztos lehet benne, hogy a szakma rákényszeríti a folyamatos megújulásra és az unalom mindig el fogja kerülni. És ekkor még csak a mérnök-tanár mérnöki képességeit vettük górcső alá. A tanári pálya is permanens átalakuláson megy keresztül. A pedagógus feladatai egyre csak növekszenek. A társadalom egyre inkább a tanári karra kényszerül hárítani a nevelési feladatok nagy részét is. A pedagógiai irányzatok sokszínűsége pedig a társadalmi változásokkal együtt növekszik. Példának okáért most még a konstruktív pedagógia számít mainstreamnek, azonban egyre inkább előtérbe kerül a trónkövetelő konnektivizmus is. Egy mérnök-tanár számára evidenciát kell, hogy jelentsen az a tény, hogy mérnöki ismeretei mellett a pedagógiai ismeretei is folytonos felülvizsgálatra és bővítésre szorulnak.

A címben nem véletlenül olvashatjuk a szerep szót. Elképzelhető, hogy a pedagógus élete nagy részében nem a fentebb felsorolt tulajdonságok dominálnak, személyisége másfelé orientálódik. Amikor azonban kilép a katedrára ezt a szerepet ölti magára. Ezeket a tulajdonságait helyezi előtérbe a diákjai körében.

### **1.3. A mérnök-tanár eszköztára**

Az előző fejezethez kapcsolódóan érdemes tisztázni, hogy milyen eszközeink vannak a tananyag átadására, a műszaki területen fontos tulajdonságok kialakítására.

#### **1.3.1. Induktív-deduktív megközelítés, analógiák és párhuzamok**

Simonyi Károly az Elméleti villamosságtan című könyv bevezetőjében foglalkozik a természettudományok induktív és deduktív tárgyalási lehetőségeivel. *Egyrészt megemlíti, hogy „a természettudományok a maguk igazságaihoz és eredményeihez kísérleteken és megfigyeléseken keresztül jutnak el.” (Induktív út). Másrészt kijelenti, hogy ezek az eredmények csak összefüggő adathalmazok és a tudomány legfontosabb feladata, hogy ezeket egységes elméletté kovácsolja, melynek élén néhány alapegyszerlet áll (deduktív út). Mint Simonyi professzor is megemlíti, egyáltalán nem biztos, hogy a természettudományok esetén ez az axiómákból kiinduló deduktív tárgyalási mód egyáltalán lehetséges. Vannak azonban a villamosságtannak történelmileg lezárt és teljes mértékben deduktív módon tárgyalható részei.[2]*

---

<sup>5</sup> Az már egy másik írás része lenne, hogy az egyetemen is – tisztelet a kivételnek – gyakran milyen elavult információkkal találkozhatnak sajnos a hallgatók.

Egy tananyag tárgyalása esetén az induktív, ill. deduktív megközelítés használata több tényező függvénye:

- Tárgyi feltételek
- Személyi feltételek
- A tananyag felépítése
- Fejlesztendő kompetenciák

A tárgyi feltételek nagyon fontosak, hiszen a kísérleteknek, bemutatóknak vannak bizonyos minimális eszközigényei. Az induktív út akkor éri el leginkább a célját, ha tanulóink aktív részesei a kísérleteknek, és nem csak pusztán megfigyelők. Ehhez nem csak a pedagógus részéről, de a diákok felől is meg kell lennie bizonyos személyes kompetenciáknak. A tananyag összetettsége, mennyisége is befolyásolhatja a megközelítési módot – általánosan igaz az, hogy az induktív megközelítéshez általában több idő és felkészültség szükséges, azonban hatékonyabb bevésődést tesz lehetővé. Az induktív út veszélyes is lehet, ha téves következtetések levonását eredményezi, ezért ennél a fázisnál a tanárnak nagyon résen kell lennie. Végül pedig figyelembe kell vennünk, hogy mely tulajdonságokat célozzuk meg leginkább az oktatás során. A deduktív út nagymértékben fejleszti a logikus gondolkodást, a matematikai analízis képességét, a rendszerező képességet. Az induktív út inkább a kreativitást, a megfigyelőképességet helyezi előtérbe.

Sok tényezőt kell tehát szem előtt tartanunk a megfelelő tárgyalási mód kiválasztásánál. Sajnos általánosan elmondható, hogy a villamos tárgyak oktatása során az induktív út – a különböző nehézségek miatt – háttérbe szorul, és a pedagógusok többsége tisztán deduktív megközelítéssel tanítja tárgyát. Ennek egyik – nem közvetlen – következménye, hogy a diákok a természettudományos problémákat tisztán matematikai problémákként látják. Sokkal nehezebben alakul ki a műszaki szemlélet ha nem egészítjük ki a tudásanyagot kísérleti élményekkel.

Azzal is tisztában kell lennünk, hogy nem lehet minden következtetést az indukcióra és a dedukcióra visszavezetni. Következtethetünk ugyanis az egyediről az egyedire, illetve az általánosról az általánosra (traduktív következtetés). A traduktív következtetésnek két fajtája van:

- viszonykövetkeztetés
- analogikus következtetés

Az elektronikában az analógiát szokás alkalmazni. A következtetés alapja a tárgyak, dolgok, jelenségek közötti hasonlóság. Az analógián általában hasonlóságot, párhuzamosságot kell érteni. *Amikor két jelenséget analógiába állítunk, akkor hasonlóságokat mutatunk fel két egymással nem azonos jelenség között, amelyek valamely vonatkozásban megegyeznek. Amennyiben ebből a megjegyzésből következtetéseket vonunk le, akkor ezt analogikus következtetésnek nevezünk.*[3] *Mikor érdemes analógiát használni a villamos tárgyaknál:*

- *amennyiben a bemutatott folyamatot, jelenséget a tanuló jól ismerik*
- *amikor az analógia nemcsak a lényegtelen tulajdonságokra vonatkozik*[4]

Az analogikus következtetés során támaszkodhatunk a tanuló előzetes ismereteire, ezáltal a tanuló aktív résztvevőjévé válik az ismeretek megszerzésének. Emellett fejlődik a logikus gondolkodása, és önállóan vonhat le következtetéseket.

A fentiekből kitűnik, hogy nem lehet csak egyféle megközelítést használni. A különböző eljárásoknak egymást kiegészítve, megerősítve kell jelen lennie az oktatásban. Ahhoz, hogy ez sikerüljön nagyon fontos az elmélet-gyakorlat-mérés egysége. Miután ezeket a tárgyakat sokszor különböző kollégák tanítják, előtérbe kerül a munkaközösségen belüli megfelelő együttműködés kialakítása is.

### **1.3.2. Munkaformák, módszerek**

*Az oktatási módszerek az oktatási folyamatnak állandó, ismétlődő összetevői, a tanár és tanuló tevékenységének részei, amelyek különböző célok érdekében eltérő stratégiákba szerveződve kerülnek alkalmazásra.*[5] Az oktatás során sokféle módszert használunk. Fontos kihangsúlyozni, hogy az egyes módszerek nem felváltják, hanem kiegészítik egymást. A módszerek egy-egy tanítási egységen belül is – legyen az egy tanóra vagy egy 4 órás gyakorlati foglalkozás – változatosságot mutatnak. Szembe kerülünk itt is az örök kérdéssel: Mit és hogyan tanítsunk? A legnehezebb feladat véleményem szerint megtalálni azt a módszert, ami az adott környezetben a legmegfelelőbb. Az elkövetkezőkben a legfontosabb oktatási módszerekről ejtek szót.

#### **Az előadás**

*Az előadás olyan monologikus szóbeli közlési módszer, amely egy-egy téma logikus, részletes, viszonylag hosszabb ideig tartó kifejtésére szolgál. Általában magába ötvözi az elbeszélés és a magyarázat elemeit.*[5]

Ennek a módszernek a története az ókori demokráciákhoz nyúlik vissza, nagy hagyománnyal rendelkezik az oktatásban. Az előadás hossza nagyon változó a ráfordított idő néhányszor 10 perctől a több óráig terjedhet. Az előadótól nagyfokú szakmai tájékozottságot követel meg. A szakmai tárgyaknál elsősorban az elméleti órákon használatos. A szakmai gyakorlatokon is alkalmazzuk azonban rövidebb formában. Különösen igaz ez akkor, amikor az elmélet és gyakorlat összhangja nem sikerül tökéletesre, márpedig ezt a jelenlegi keretek között nehéz megoldani. Hibájának szokták felróni, hogy a tanuló ebben az esetben passzív befogadóvá válik. A jó előadás azonban kiváló motivációs hatással rendelkezik, megmozgatja a tanulók képzeletét, mozgósítja gondolkodását.

### **A magyarázat**

*A magyarázat olyan monologikus tanári közlési módszer, amellyel törvényszerű összefüggések, szabályok, tételek, fogalmak megértését segítjük elő.* [5] Jellemző rá, hogy időtartama lényegesen rövidebb, mint az előadásé. A magyarázatok fajtái Brown és Armstrong szerint:

- értelmező
- leíró
- okfeltáró

Az elektronikában a magyarázatot nagyon gyakran használjuk. Az értelmező magyarázatok tipikus példája a kapcsolási rajz értelmezése. Tipikus kérdőszavai: milyen áramkört tartalmaz a kapcsolat, mi ennek a pontos szakkifejezése, mit csinál az adott alkatrész, stb. A leíró magyarázatok az elektronikai jelenségek bemutatásánál, a tipikus kapcsolások működésének elmagyarázásakor játszanak szerepet. Az okfeltáró magyarázatok tipikus példája a hibakeresés: Miért nem működik a kapcsolat? Mi okozza a mért értékek jelentős eltérését? Ahhoz, hogy a magyarázat elérje célját többféle kritériumnak kell megfelelnie. Először is a célt fogalmazzuk meg, s ehhez megfelelő példákat kell találnunk. A magyarázatnak logikusnak és egyértelműnek kell lenniük. Igyekezzünk – a szakmaiság betartásával – olyan szavakat használni, amit a jelenlévők értenek.<sup>6</sup> Próbáljuk meg felhasználni a tanulók előzetes ismeretét, kérdéssel próbáljuk megkeresni a „hiányzó láncszemeket”.

---

<sup>6</sup> Nem könnyű – főleg a középfokú oktatásban – meghúzni a határt a tudományosság és az érthetőség között.

### **Az elbeszélés**

*Az elbeszélés (leírás) olyan monologikus szóbeli közlési módszer, amely egy-egy jelenség, esemény, folyamat, személy, tárgy érzéketes, szemléletes bemutatására szolgál.*[5] Míg a magyarázat az okfeltárással foglalkozik, addig az elbeszélés inkább az érzelmekre hat. A szakmai tárgyak oktatásánál ritkán használt módszer, inkább csak kiegészítésül szolgál.

### **A tanulók kiselőadásai**

*A tanulók kiselőadásai olyan monologikus szóbeli közlési módszernek tekinthetők, amelyben az összefüggő közlés nem a tanártól, hanem a tanulótól származik.*[5] A kiselőadás alkalmazható mind az elméleti, mind a gyakorlati képzésben. A kiselőadások nagyon sokrétűen fejlesztik a tanulók képességeit. Egyrészt alapos kutatómunkát, szervezőmunkát igényelnek, másrészt az előadás során a tanuló szóbeli kifejezőképességét is fejlesztik. Ilyen tipikus feladat lehet pl. a PLC-ről, a mikrovezérlőről, vagy netán az FPGA-ról készített tanulói kiselőadás. A kutatás során itt a korszerű IKT technológiák is előtérbe kerülnek: pl. releváns információk gyűjtése az interneten az adott műszaki témakörből. Meglepő a tapasztalatom ezzel kapcsolatban: míg általánosságban a tanulók kiválóan használják az internetet, addig a hasznos, a témához kapcsolódó értékes információk kiszűrése és gyűjtése nagyon nehezen megy. A másik érdekesség, hogy az információgyűjtést és a kiselőadás készítést sokan az adott tartalom egyszerű lemásolásának gondolják (Ctrl-c – Ctrl-v effektus). A harmadik észrevételem pedig az, hogy az informatika órán valószínűleg kiválóan megtanulták a prezentációkészítés alapjait és a hozzátartozó szoftverek használatát, azonban kilépve ezen tantárgy keretéből egy más típusú órán ezt már nem tudják alkalmazni.

### **A megbeszélés**

*A megbeszélés (beszélgetés) dialogikus szóbeli közlési módszer, amelynek során a tanulók a pedagógus kérdéseire válaszolva dolgozzák fel a tananyagot.*[5] A megbeszélés a műszaki tárgyak oktatásában kiválóan alkalmazható. Pl. az áramkörök működésének tárgyalásakor, amikor már hasonló áramkörökről vannak ismeretei a tanulóknak, illetve ha egy adott elv továbbgondolásáról, alkalmazásáról van szó. A megbeszélés közben folyamatos a kontaktus a tanuló és a tanár között, ami szoros visszacsatolást eredményez.

Ennek eredményeképpen a diákok igényeihez könnyen alkalmazkodhat a pedagógus, tágabb lehetőség nyílik a hiányosságok feltárására, azok pótlására. Vigyázni kell azonban arra, hogy kérdezve segítség ne legyen túl gyakori, mert csökkenti a tanulók önálló gondolkodását. Az egészséges egyensúly megtalálása az igazi művészet a pedagógus számára.

### **Vita**

*A vita dialogikus szóbeli közlési módszer, amelynek az ismeretek elsajátításán túl célja a gondolkodás és a kommunikációs készségek fejlesztése. A vitában a tanulók viszonylag nagyfokú önállóságot élveznek, a pedagógus a háttérből irányítja a vita menetét.*[5] Fontos, hogy a vitában a tanulók egymáshoz intézik, s nem a pedagógushoz a kérdéseiket. A vita alapos felkészültséget igényel az adott témakörből minden résztvevő számára. A műszaki tárgyak oktatásában véleményem szerint csak korlátozottan alkalmazható.<sup>7</sup>

### **Szemléltetés**

*A szemléltetés (demonstráció, illusztráció) olyan szemléletes oktatási módszer, amelynek során a tanulmányozandó tárgyak, jelenségek, folyamatok észlelése, elemzése történik.*[5] A szemléltetést már a szervezett oktatási keretek megjelenése előtt is használták az emberek. A szemléltetést a műszaki tárgyak oktatásánál, mind az elméletben, mind a gyakorlatban eredményesen lehet használni. Elméletben az absztrakt ismeretek elsajátításában a szemléltetés: rajzok, képek, karakterisztikák, idődiagramok, makettek, valóságos alkatrészek, oktatófilmek; nagymértékben megkönnyítik az ismeretek elsajátítását. A szakmai gyakorlatban a demonstráció kifejezetten hangsúlyos, hiszen vannak olyan tevékenységek, amelyek bemutatás nélkül nem sajátíthatók el, illetve sokszor könnyebb valamit bemutatni, mintsem körülírni. A bemutatás persze megfelelő előkészületek igényel a pedagógustól. Fontos, hogy előtte mindig próbáljuk ki az adott helyen az adott eszközzel a demonstrációt.

### **Munkáltató módszer**

*A munkáltató módszer olyan gyakorlati módszer, melynek során a tanulók tárgyakkal vagy eszközökkel manipulatív tevékenységet végeznek egyénileg, párban, vagy kis csoportokban tanári felügyelet mellett.*[5] A módszer mind az elméleti, mind a gyakorlati műszaki tantárgyakban jelentkezik.

---

<sup>7</sup> Nem csak a témában való jártasság miatt, hanem azért is, mert a vita résztvevőinek nagyjából azonos szinten kell elhelyezkedniük a műszaki palettán, ami nehezen biztosítható oktatási keretek között.

Elméleti órákon elsősorban példamegoldásokban alkalmazhatjuk az egyéni, a páros, vagy csoportmunkát, illetve ennek speciális módszereit, pl. projektmódszer, buzz-session, gondolattérkép módszer. A gondolattérkép módszer nagyon jól használható az előzetes ismeretek feltárására és a tananyagegységet lezáró összefoglalásnál. A gondolattérkép egy hatékony grafikai módszer, amely az agyi tevékenység jobb kihasználására irányul. A vizuális típusú tanulóknál különösen hatékony. Tapasztalatom azt mutatja, hogy játékos formába öntve a tanulók nagyon kedvelik. A gyakorlati foglalkozásoknál a munkáltató módszer alapvető szerepet játszik. Ennek keretében ismerkednek meg a tanuló az alkatrészekkel, berendezésekkel, műszerekkel, eljárásokkal. A gyakorlati készségek ezzel alakíthatók ki, illetve ezen keresztül nyílik mód a begyakorlásra és továbbfejlődésre. A páros munka a laboratóriumi méréseken gyakorta alkalmazott módszer, hiszen a műszaki gyakorlatban biztonságtechnikai okokból bizonyos méréseket csak két személy végezhet. A munkáltató módszer nagyon rugalmas, lehetőség van az egyéni differenciálásra, ugyanakkor költség, hely és időigényes, főleg a speciális változatokban

### **A projektmódszer**

*A projektmódszer a tanulók érdeklődésére, a tanárok és a diákok közös tevékenységére építő módszer, amely a megismerési folyamatot projektek sorozataként szervezi meg.*[5] A projektmódszert az iparban is előszeretettel alkalmazzák valamely összetett, nagy volumenű probléma megoldására. Iskolai keretekben először John Dewey alkalmazta, majd elvi alapjait Kilpatrick fektette le. A projektek típusai:

- gyakorlati feladat
- esztétikai élmény átélése
- egy adott probléma megoldása
- valamely tudás, vagy tevékenység elsajátítása

A projektmódszer a hagyományos iskolai keretek fellazítását igényli. Mint említettem a projektmódszer középpontjában egy probléma áll, amely köré szerveződik, s a végén valamilyen produktum szerepel. A műszaki gyakorlatban általában valamilyen termék, hasznos műszaki cikk formájában ölt testet. A műszaki projektek kivitelezése középiskolában tapasztalataim szerint erős korlátokba ütközik. Először is igen nehéz az anyagiak megteremtése. Másodszor a kötött iskolai keretekből való kilépés felbontja a hagyományos tanulmányi rendet.



Harmadszor a középiskolás diákok tapasztalatom szerint nem éretek még a műszaki projekt megvalósítására. Nagyon nehéz a projekthez megfelelő csapatot szervezni, az egyes részfeladatokhoz felelőseket rendelni. A projektmódszert hazánkban a két világháború között vezették be, majd egy nagy szünet következett, s a 80-as években újra felfedezték. Ezután megint lecsengett, majd napjainkban ismét reneszánszát éli. Legtöbbször azonban csak valamely tudás közös elsajátítására korlátozódik, ami nem igazán adja vissza a módszer lényegét.

### **A kooperatív oktatási módszer**

*A kooperatív oktatási módszer a tanulók (4-6 fős) kis csoportokban végzett tevékenységén alapul. Az ismeretek és az intellektuális készségek fejlesztésén túl kiemelt jelentősége van a negyedik oktatási stratégia céljaiként említett szociális készségek, együttműködési képességek kialakításában.*[5] Lényege ennek a módszernek, hogy a tanulók együtt végzik, közösen felelősek a munkáért. Ez a módszer a tanulók szociális képességet igyekszik fejleszteni. Ennek története a 70-es évekre nyúlik vissza, amikor is a munkaerőpiacon felértékelődtek az ún. nem szakmaspecifikus képességek. Ezeket kulcskvalifikációknak nevezték: pl. terhelhetőség, megbízhatóság, csapatmunkára alkalmasság, stb. Az idők folyamán ezek annyira megerősödtek, hogy az egész átesett a ló másik oldalára, a nem szakmához kapcsolódó képességek jobban számítottak, mint a szaktudás. Szerencsére később felismerték, hogy szaktudás nélkül ezek semmit sem érnek. Természetesen a szociális kompetenciák, illetve a munkaadók által megkívánt egyéb nem a szaktudáshoz kapcsolódó kompetenciák fejlesztésére szükség van most is, de kellő súllyal kell kezelnünk.

### **A szimuláció, a szerepjáték és a játék**

*A szimuláció, a szerepjáték és a játék olyan oktatási módszerek, amelyekben a tanulók tapasztalati tanulás révén fogalmakat, eseményeket, jelenségeket, sajátítanak el, tevékenységeket gyakorolnak be.*[5] A műszaki tárgyak oktatásában ezek közül a szimuláció releváns. Szimulációból létezik ember-ember, illetve ember-gép szimuláció. A műszaki gyakorlatban általában akkor alkalmazzuk, amikor egy berendezés tervezési fázisában vagyunk, vagy a valóságos berendezés nem áll rendelkezésre különböző okok miatt: túl drága, túl nagy a mérete, veszélyes. A szimulációról tudnunk kell, hogy sohasem azonos a valósággal.

Sajnos a szimulátornak lehetnek hibái, ami helytelen következtetések levonását eredményezheti. Alkalmazásánál ezért mindig körültekintően járjunk el.

### **A hálózati tanulás és a konnektivizmus**

Napjainkban mindenfelől hallhatjuk, hogy elértünk gyakorlatilag odáig, hogy egész életünk folyamán tanulnunk szükséges. Ehhez nagy segítséget nyújt korunk digitális forradalma. Az interneten információt szerző diák ma már maga is információ forrássá válik. Számukra az internet bőséges információs tér, s jellemzően azonnal szeretnének megfelelő információ birtokába jutni, igénylik az azonnali megerősítést és jutalmazást. Sajnos ennek vannak hátrányai is, ugyanis kilépve az internet világából a valós életben is azonnali sikert szeretnének, s ha ez nem sikerül azonnal fel is adják. Természetesen a gyors információcsere előnyt is jelent. A világháló, csak egy lehetőség, azt megfelelően kell használni. A tanulók a számítógépek mintájára hálózatokba szerveződhetnek. Az így létrejött hálózatok segítik a tanulást. A kialakult hálózat struktúrája erős hatással van a milyenségére. A konnektivizmus nem más, mint a hálózatelméletnek a pedagógiában való alkalmazása.

## 2. A legújabb technológiák tanításának fontossága

Több szempontot is vizsgálunk kell egy tananyag összeállításánál. Fontos, hogy amit tanítunk naprakész legyen, a tudásanyag segítségével a diák később érvényesülni tudjon, és nem feledkezhetünk el a mai generációra oly jellemző problémáról, az érdeklődés hiányáról sem. A tananyagnak érdekesnek kell lennie és meg kell tudnunk találni a kapcsolódási pontokat a diákok szűk érdeklődési körével is.

Bár mindössze 30. életévemet taposom, én is érzem a generációs szakadékot, ami sokszor elválaszt a diákjaimtól. Amikor mi voltunk középiskolások az internet még nem számított alapvető szolgáltatásnak egy háztartásban, ezért nagy szó volt, hogy iskolánk rendelkezett ezzel a lehetőséggel. Minket még el lehetett kápráztatni egy FM rádióval, vagy akár egy LED-es villogóval is. Ma úgy érzem bizonyos szempontból sokkal nehezebb dolgunk van. A tanulók többsége készen kap mindent, az okostelefonjukban/tabletjükben gyakran jobb processzor és nagyobb memória van, mint az iskolai gépeinkben.

Ez persze nem azt jelenti, hogy a mai diákokat képtelenség lenne megfogni, az érdeklődésüket felkelteni. Az egyetemes kíváncsiságot nagyon nehéz kiirtani az emberből. Ma már nem az eszközök jelentenek újdonságot, hanem azok működése. A GPS szolgáltatás ma alapeleme egy okostelefonnak, de egészen más használni, mint érteni a működését, és lekezelní egy GPS modult valamilyen mikrovezérlős eszközzel pl. Érdemes új kapcsolódási pontokat keresnünk a tanulókkal, a hatékonyság növelése érdekében. Minden diákunk naponta „játszik” a telefonjával, de hányan tudják vajon, hogy hogyan működik az érintőképernyő, vagy egy iránytű IC, vagy a gyorsulásérzékelő, ami benne van. Ezeknek az eszközöknek a működésének, kezelésének ismerete egyrészt komoly érdeklődést válthat ki a tanulókból, másrészt egy mai szakember számára nélkülözhetetlen tudást jelent.

Az új technológiák tehát nemcsak a korszerűség miatt fontosak, de motivációs erővel is bírnak. Mindemellert a ma népszerű elvnek számító lifelong learning<sup>8</sup>-et is meg tudjuk könnyíteni, ha olyan tudással indítjuk útra diákjainkat, ami egyrészt számukra érdekes, másrészt későbbi tanulmányaik, munkájuk szempontjából hasznosnak bizonyul.

---

8 Élethosszig tartó tanulás.

Az új technológiák tanítása nagyon sok feladatot, „pluszmunkát” ró az ilyen utat választó kollégákra. Miután újdonságokról van szó, biztosak lehetünk benne, hogy magyar nyelvű szakirodalom, tankönyv nem igazán fog a rendelkezésünkre állni. Ezért az első feladatunk a különböző taneszközök kifejlesztése. Ez rengeteg időt emészt fel, ha színvonalas munkát szeretnénk végezni. Sajnos a jelenlegi oktatási rendszer ezt a fajta többletmunkát egyáltalán nem támogatja. Egy jól működő szakmai munkaközösségben a feladatok eloszthatóak, így könnyítve kicsit az egyes pedagógusok terhein. A taneszközök után az új tanmenetek, tematikus tervek, óravázlatok, szakmai és pedagógiai tervezetek jönnek. Végül pedig a gyakorlatban is ki kell próbálni az új tananyagegység oktatását és persze folyamatos visszacsatolást alkalmazva finomhangolni kell a folyamatot. Úgy gondolom, a jelenlegi életpályamodell nem éppen abba az irányba mutat, hogy ezt a folyamatot megkönnyítse a tanárok számára. A rengeteg adminisztrációs teher és a magas óraszám már a pedagógus alapvető regenerációs folyamatát is veszélyezteti, ahelyett hogy még több munkára sarkallná. Nagyon nagy hibának tartom, hogy nem használjuk ki a különböző iskolákban, műhelyekben felhalmozott tudást, és nem ösztönözzük a kollégákat megfelelően a megújulásra.

Nézzük meg, melyek azok a területek, amelyekre több figyelmet kellene az oktatás során fordítanunk:

- Érintőképernyők, különböző fejlett szenzorok
- Intelligens eszközök
- Robotika
- Programozható irányítások
- Mesterséges intelligencia
- Nanotechnológia

## **2.1. Biztos, hogy középiskolába valók ezek az ismeretek?**

A fejezet olvasása során valószínűleg felmerült az olvasóban, hogy a felsorolt ismeretek, tudományterületek nem feltétlenül a középfokú oktatás részei. Fontos azonban tisztáznunk, hogy a középfokú és a felsőfokú képzést nem a tanított témaköröknek, hanem a mélységeknek kellene elválasztaniuk egymástól. A középfokú és a felsőfokú végzettséggel rendelkező szakember általában ugyanazokkal az eszközökkel találkozik a munkája során, az előbbi általában alkalmazza, míg az utóbbi gyakran megtervezi az adott áramköröket, berendezéseket<sup>9</sup>. Mindemellett nagyon fontos szempont a képzés során a szakmai orientáció elősegítése. Véleményem szerint sok tehetséges fiatal veszítünk el azzal, hogy a szakmai alapozás mellett nem helyezünk elég súlyt a szakma iránti motiváció kialakítására és erősítésére. Az új technológiák – akár csak érintőleges – oktatása is sokat segíthet ezen a helyzeten. Pedagógusként gondoljunk bele, hányszor fordult elő, hogy az órán csak érdekességképpen megemlítettünk valamilyen új technológiát, eszközt, vagy elvet és a diákjaink „hirtelen életre keltek”. Nem várhatjuk el senkitől – így tanulóinktól sem – hogy az elektronika minden szerteágazó ága egyformán érdekelje őket. Ahhoz, hogy kitartó munkavégzésre tudjuk bírni a fiatalokat kell, hogy a szemük előtt lebegjen egy-egy fontos terület, amivel teljes mértékben azonosulni tudnak, ami felkelti az érdeklődésüket, amiért hajlandóak áldozatot is vállalni. Úgy érzem ez utóbbi hiányzik leginkább a mai generációból. A jövőképük – se a közeli, se a távoli – nem alakult ki, sokan nem tudják mit is keresnek az iskolában. A diákok kitartása – és így a tanítási-tanulási folyamat hatékonysága is – nagyban múlik azon, hogy milyen motivációs kellékekkel tudunk élni. Ezért tartom elengedhetetlennek az új technológiák tanítását középiskolai keretek között. Mindehhez hozzá tartozik, hogy a tananyag mélységéről szabad és kell is szakmai vitát folytatni. A szükségesség azonban nem lehet kétséges.

Összefoglalva tehát az új technológiák tanításának nem csak műszaki szakmai okai vannak, de motivációs tényezőként pedagógiai hozadéka is.

---

<sup>9</sup> Ma már egyre inkább terjed az alkalmazói mérnök kifejezés, amely arra utal, hogy mérnökeink többsége már nem fejleszt új dolgokat hanem a meglévőket használja, és munkájuk gyakran kimerül abban, hogy különböző adatlapok és használati utasítások alapján üzembe állítják és használják a berendezéseket. Mindezek mellett én dr. Kovács Oszkárral értek egyet aki könyve előszavában az újdonságok mellett kiemelte a klasszikus alapismeretek fontosságát.[6] Egy mérnöknek tehát függetlenül hova sodorja is az élet vihara egyrészt széleskörű, másrészt mély ismeretekkel kell rendelkeznie.

## **2.2. A mikroprocesszorok, mikrovezérlők a PLC és a PAL/GAL/CPLD/FPGA/ASIC áramkörök<sup>10</sup>**

A mikroprocesszor a mai számítógépek központi egysége (CPU). Ma bármerre nézünk mikroprocesszoros rendszerekkel találkozunk. Mikroprocesszor van a telefonban, a tabletben, de abban a laptopban is, amin ez a szakdolgozat készül. A mikroprocesszor működésének ismerete, a bináris logika, a programozhatóság elsődleges fontosságú a szabályozásban, vezérlésben. Ma elvárjuk egy rendszertől az intelligenciát, annak hogy eszközeinknek ezt a tulajdonságot tudjuk kölcsönözni az egyik legegyszerűbb módja a mikroprocesszor használata.

A mikrovezérlők ún. egytokos mikroszámítógépek. Az előbb már említett mikroprocesszor mellett tartalmaznak memóriát és perifériát is. Eredetileg egyszerűbb vezérlési, illetve szabályozási feladatokra lettek kifejlesztve, azonban idővel – ahogy egyre nőtt az órajel, ill. a perifériák száma, valamint a hardver architektúra bonyolultsága – az elektronika minden területét meghódították ezek az eszközök. Miután áruk nagyon kedvező (néhány 100 Ft) ezért ma már gyakran ott is mikrovezérlőt alkalmazunk, ahová korábban valamilyen TTL IC-s áramkört terveztünk. A mikrovezérlőkről számos szakirodalom áll rendelkezésünkre akár könyv, akár elektronikus formában. Én kollégám diplomamunkáját, ill. oldalát ajánlanám annak, ha valaki meg akar ismerkedni ezen áramkörök alapjaival<sup>11</sup>.

A PLC-ket az ipar igényei hívták életre. Az automatizált gyártósorokat kezdetben – a funkciónak megfelelően – különböző relés logikák vezérelték. Ezeknek az irányításoknak az alapvető hátránya a rugalmatlanság volt. Az egyre fejlődő gépgyártás (elsősorban a gépjárműipar) rugalmas gyártórendszereket igényelt. Gyorsan – és minimális költség mellett – kellett tudni átállni egy másik termék gyártására<sup>12</sup>.

---

<sup>10</sup> A fejezetben szereplő ábrák az adott alkatrészek adatlapjaiból valók.

<sup>11</sup> <http://plc.mechatronika.hu/mikrovez/mikrovezerlok.htm>

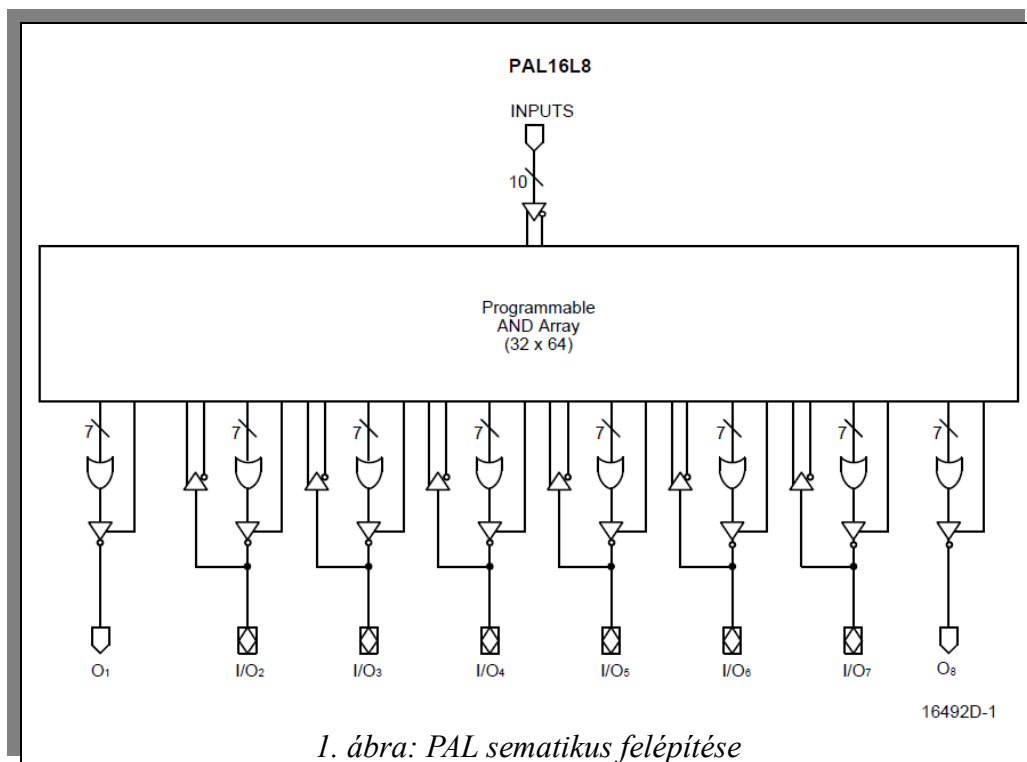
<sup>12</sup> A hardverfelépítést megváltoztatni egyrészt bonyolult volt (mérnöki feladat), másrészt igen költséges volt, hiszen teljesen új hardvert kellett tervezni és összeállítani.

A később PLC néven ismertté vált eszközzel szemben a pályázatot kiíró GM-nek volt néhány alapvető követelménye:

- nagyfokú rugalmasság, a működését program írja elő
- legyen teljesen elektronikus (a korábbi rendszerekben komoly bizonytalanságot jelentettek a mechanikus alkatrészek)
- galvanikusan leválasztott be- és kimenetek
- legyen univerzális (bármilyen irányítástechnikai feladat megoldható legyen véges számú művelettel)
- ipari kivitel (hőmérséklet, tápfeszültség ingadozás, külső zavarok elleni védelem, vagyis egyszóval nagy megbízhatóság)
- folyamatos karbantartást ne igényeljen
- minimális költség

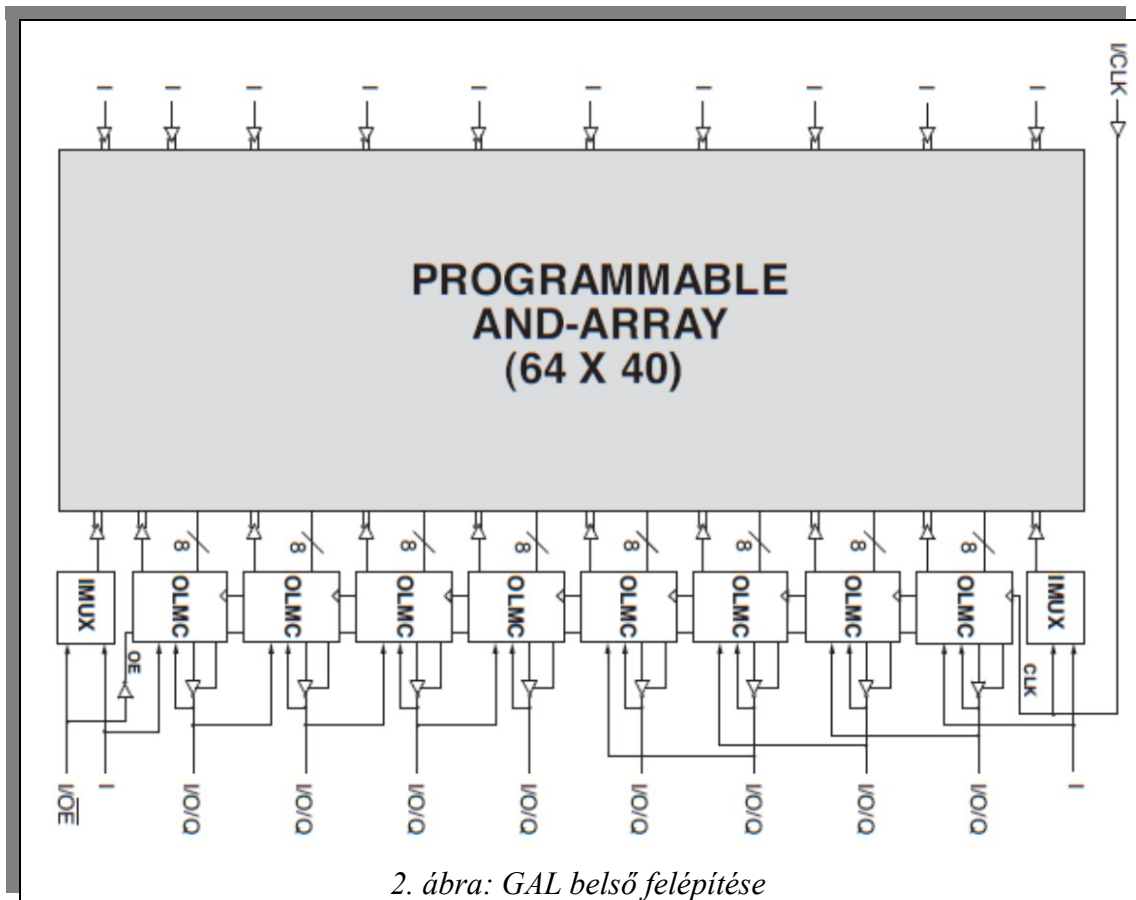
Ma a PLC-k nemcsak a gépjárműipar, de minden gyártórendszer alapvető kellékei. A – folyamatos, akár évtizedes működéssel során is – nagy megbízhatóság mellett az egyszerű programozhatóság és telepítés jellemzi, amit középfokú szakember is el tud végezni és ez a költségek szempontjából egyáltalán nem utolsó szempont.

A PAL (Programmable Array Logic – Programozható tömblogika) kisebb TTL hálózatok helyettesítésére szolgál. Az 1. ábrán láthatjuk a felépítését.



1. ábra: PAL sematikus felépítése

ÉS és VAGY mátrixot tartalmaz, ezekből az ÉS mátrix programozható. A kimeneten egy vezérelt inverter (XOR kapu) található, amelynek segítségével a kimenet egyszerűen beállítható ponált, illetve negált formára. Az eszköz lehetőséget biztosít számunkra, hogy a régi TTL logikákat kevesebb áramköri elemmel tudjuk helyettesíteni. Olcsó árak miatt nagyon előnyös a használatuk (általában olcsóbbak, mint egy TTL kapuáramkör {néhányszor 10Ft}) Az AMD cég PAL16R8DCN típusú eszköze, amely az 1. ábrán látható kapható DIP-20-as tokozásban: 10 bemenettel, két kimenettel és 6 I/O lábbal rendelkezik, az ára 14 Ft. Miután akár 5-10 TTL áramkört is kiválthat a költséghatékonysága nem kérdéses.



A GAL eszközök a PAL-nál fejlettebb áramkörök. A PAL-ok használata során gyakran szükségessé vált volna a VAGY mátrix programozhatóságának biztosítása is. Ez azonban az eszköz bonyolultabb felépítéséhez és a sebesség csökkenéséhez vezetne. A GAL eszköznek (2. ábrán) a kimenetén egy ún. kimeneti logikai makrócella van, ami konfigurálható.



Ezáltal az IC sokoldalúbb megoldásokat kínál a PAL áramköröknél.<sup>13</sup>

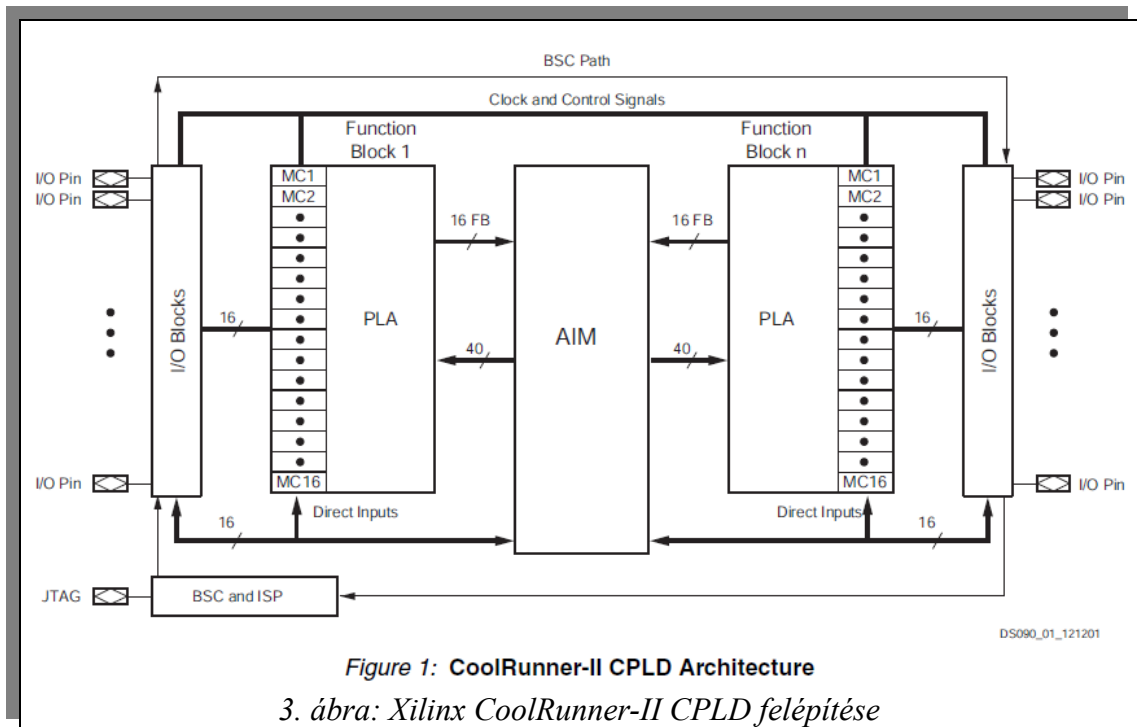
A PAL és GAL áramköröknek komoly hátránya, hogy csak egyszerűbb feladatok végrehajtására alkalmasak. A CPLD-k (Complex Programmable Logic Device – Komplex programozható logikai eszköz) – ahogy a nevükből is következik – ezzel szemben már komolyabb logikák kiváltására is lehetőséget biztosítanak számunkra. Architektúrájuk a 3. ábrán látható. Az AIM egy ún. Advanced Interconnect Matrix, ami a PLA-k<sup>14</sup> (Programmable Logic Array – Programozható logikai tömb) megfelelő összeköttetését biztosítja. A CPLD igen széleskörűen használható régebbi TTL áramkörök helyett, valamint új fejlesztéseknél is. Előszeretettel alkalmazzák játékgépek intelligenciájának megvalósításában (itt a kijelzés miatt nagy sebességre van szükség, ezért előnyösebb, mint egy mikroprocesszor, vagy mikrovezérlő). Gyakori probléma, hogy egy régebbi TTL áramkörökből összerakott berendezést kell lemásolnunk, vagy megjavítanunk. Ilyen esetekben is jó szolgálatot tehet egy CPLD.

Az FPGA (Field Programmable Gate Array) áramkörök a CPLD-hez hasonló feladatok ellátására lettek kifejlesztve, azonban architektúrájuk sokkal bonyolultabb, így nagyon összetett vezérlési és szabályozási feladatokat is el tudnak látni. Az FPGA-ról általánosságban olvashatunk az FPGA fejlesztés a gyakorlatban oktatócsomag 2.4. fejezetében, egy konkrét típus (Spartan-3) részletes bemutatása pedig a 4. fejezetben található.

---

<sup>13</sup> A PAL áramköröket az AMD fejlesztette ki, ezek eredetileg csak egyszer programozhatóak voltak. A GAL eszközöket a Lattice Semiconductor vállalat dobta piacra, később a cég PAL-okat is gyártani kezdett – az ő védjegyük az E<sup>2</sup>cell technology (egyfajta eeprom technológia), amely segítségével áramköreik újrakonfigurálhatóak.

<sup>14</sup> A PLA olyan, mint a PAL, de nemcsak az ÉS, hanem a VAGY mátrix is programozható.



### 2.2.1. Miért éppen FPGA?

Jogosan merülhet fel a fenti kérdés. Amennyiben a felsorolt eszközök mind fontosak egy villamos szakember életében miért pont az FPGA-t tanítsuk részletesen. Ezzel el is jutunk egy másik kérdéshez, mi a célszerűbb, az összes felsorolt eszköz bemutatása és rövid tárgyalása, vagy egy kiválasztása közülük és annak részletes ismertetése? Nem gondolom, hogy a bölcsek köve a zsebemben lenne és ezeket a nehéz kérdéseket egyértelműen meg tudnám válaszolni. Véleményem szerint ehhez még sok vitát kell lefojtatni szakmai berkekben. Ehhez jó kiindulási pont lehet néhány ilyen típusú szakdolgozat megjelenése. Az én véleményem, hogy bár meg kell ismertetni a diákokkal a programozható áramkörök sokszínűségét, azonban az idő rövideje miatt nem lehet az összes ilyen áramkörre részletesen kitérni. Ha „mindent” meg akarunk tanítani, akkor abba a hibába esünk, hogy tanulóink ugyan sok dologról hallottak, azonban kézzel fogható, mély tudásuk egyikről se lesz. Én is sokszor esek abba a hibába, hogy órán megpróbálok gyorsan haladni, hiszen van egy bizonyos nyomás, egy kényszer a tanterv felől, hogy le kell adni az anyagot. Célszerű azonban végiggondolni, hogy mi a diák érdeke – nem pedig a sajátunk. Nyugtathatjuk a lelkiismeretünket azzal, hogy én „leadtam az anyagot”, de ha a tanulóknak ez „nem jött át”, nem értették meg, sőt akár inkább el is fordulnak a témától a nagy terhelés miatt, akkor komoly pedagógiai hibát követünk el.

Véleményem szerint itt is igaz a mondás, a kevesebb néha több. Mindegy ugyanis, hogy az adó – vagyis a tanár – mennyi információt közöl a vevővel – vagyis a diákkal – ha az adott sebességgel nem tudja feldolgozni az adatokat. Egy kis szakmai képzavarral élve egy soros porton hiába adok 115200-al, ha a vevő csak 9600-al tud venni. Sokkal korrektebbnek és hasznosabbnak érzem, ha kevesebb dolgot próbálunk megtanítani diákjainknak, jóval nagyobb hatékonyság mellett. Ezért úgy gondolom, ha programozható eszközöket kell tanítanunk, akkor a többséget csak érintőlegesen célszerű megemlíteni, majd ki kell választanunk egy adott áramkört, amit nagy mélységben, részletesen oktatunk. A rövid kitérő után visszatérhetünk az alapkérdéshez: miért pont az FPGA? A mikroprocesszor a legtöbb iskolában része a digitális technika tantárgynak. A mikrovezérlő és a PLC a szakképző évfolyamon igen komoly szerephez jut. Ráadásul ezekről az eszközökről széleskörű magyar szakirodalom is rendelkezésünkre áll. A mikrovezérlők oktatásának módszertanáról épp kollégám Juhász Róbert írt diplomamunkát.

Mondhatnánk, hogy nem maradt hát más számomra mint az FPGA. Azért ennél egy kicsit árnyaltabb a kép. Mint a 5.1. fejezetben leírom, egy diákom vett rá, hogy komolyabban foglalkozzák ezekkel az áramkörökkel. Azt tapasztaltam, hogy FPGA-val nincs megoldhatatlan feladat. Mindemellett egy olyan, a hagyományos programozói szemlélettől eltérő gondolkodást igényel, mely – véleményem szerint – nagyban hozzájárulhat diákjaink értelmi intelligenciájának, kreativitásának fejlődéséhez. Úgy gondolom, aki FPGA-val végig tud vinni egy fejlesztést, annak nem fog gondot okozni egy másfajta áramkör működésének, programozásának elsajátítása sem. Az FPGA-val történő fejlesztés során nem programozunk, hanem hardvert építünk – ehhez pedig sokkal mélyebb műszaki tudás és szemlélet szükséges. Meg kell említeni azt is, hogy az ipar keresi és igen jól megbecsüli az FPGA fejlesztésben jártas szakembereket. Ezek a főbb okai, hogy szakdolgozatomban elsősorban az FPGA-val foglalkozom. Határozott véleményem, amit a következő fejezetben részletesen ki is fogok fejteni, hogy a központi kerettantervnek csupán ahogy nevéből is következik tág kereteket kell biztosítani az oktatáshoz (Pl. egy Programozható áramkörök tantárgy keretében írja elő a fejezet címében szereplő eszközök oktatását, de azt bízva az iskolákra, hogy melyiket milyen mélységben oktatják! Minden iskola más felszereltséggel, lehetőségekkel, oktatói gárdával rendelkezik.

A későbbiekben látni fogjuk, hogy pl. egy FPGA oktatáshoz igen erős számítógépekre lesz szükség, míg egy mikrovezérlő oktatása megoldható egyszerűbb keretek között is, ezzel szemben a PLC oktatásához a megfelelő hardver és szoftver biztosítása jó néhány iskola lehetőségeit meghaladja.<sup>15)</sup>

### **3. A középiskolai Villamosipar és elektronika ágazathoz tartozó Szakképzési kerettantervnek az elemzése**

#### **3.1. Általános értékelés**

Az alább olvasható leírás feltételezi, hogy az olvasó tisztában van az új kerettanterv fontosabb aspektusaival.

Ennek a fejezetnek a megírása során folyamatosan figyelmeztetnem kellett magamat arra, hogy a negatívumok mellett lássam meg a pozitív irányú változásokat is. Sajnos az ember gyarló, és a hibákat mindig előbb veszi észre, valamint általában nagyobbak is látja őket a helyes dolgoknál. Az én személyiségem különösen olyan, hogy a kákán is csomót keresek, és mindenhez – beleértve saját tevékenységemet is – kritikusan állok hozzá. Ez a tulajdonság nem mindig előnyös egy olyan terepen, mint a pedagógia, ahol a diplomáciai érzék fontos lenne.

Kezdjük hát a pozitív dolgokkal. Az új kerettanterv kimondva-kimondatlanul felismerte, hogy a szakmai oktatás és a különböző cégek, az ipar elvárásai között folyamatosan mélyülő szakadék tátong. *A munkanélküliség újratermelődését akkor lehet megakadályozni, ha a fiatalok versenyképes tudást szerezhetnek, amellyel képesek lesznek helytállni a munkaerőpiacon.*[7] A kamara már jó 15 éve a duális képzés<sup>16</sup> mellett tette le a voksot. A képzést korábban Németországban is bevezették. Idén szeptembertől az új kerettanterv is ennek az oktatási formának a jegyében irányít el minket. A duális képzés bevezetésre került hazánkban is a teljes szakképzésre vonatkozóan. A képzési forma céljaival maximálisan egyet tudok érteni.

---

15 Az oktatásban épp az a szép, hogy mostoha körülmények között is – megfelelő szervezés mellett – biztosítható a korszerű és hatékony tanítási-tanulási folyamat. Természetesen ehhez az iskoláknak megfelelő önállóságot és sok tekintetben szabad kezdet kell biztosítani. Bízni kell abban, hogy az oktatás elsődleges színterén olyan emberek dolgoznak, akiknek a legfontosabb szempont diákjaik boldogulása az életben.

16 A duális képzés lényege, hogy a szakképző intézmény szorosan együttműködik a kamarával és a profiljába tartozó cégekkel. A képzés során az oktatás két pilléren nyugszik. A tananyag egyik részét – jellemzően az elméleti ismereteket – a tanulók iskolai keretek között, míg másik részét – jellemzően a gyakorlati ismereteket – különböző vállalatoknál, az iparban sajátítják el.

A szakképzés egyik legfontosabb célja az ipar igényeinek kielégítése.<sup>17</sup> Ezért elengedhetetlen, hogy az oktatási rendszert és a cégek kívánalmait közelebb hozzuk egymáshoz. Az, hogy a gyakorlati képzés jelentős része<sup>18</sup> különböző ipari létesítményekben, gyárakban, fejlesztőüzemekben történik nem csak azért fontos, hogy a diákokat valós körülmények között képezzük, hanem a költségek mérséklésében is segít. Az iparnak olyan gazdasági erő áll a rendelkezésére, amelyről az oktatási rendszer sajnos csak álmodhat. Miután az egymást követő kormányzatok nem voltak hajlandóak – legfeljebb csak szóban – befektetni a szakképzésbe, ezért mára odáig jutottunk, hogy a rendszer fenntarthatatlan lett.<sup>19</sup> A kerettanterv előnye tehát, hogy felismerte a problémát a jelenlegi rendszerrel, és megpróbál kiutat találni. A duális képzés előnyei mint már említettem vitathatatlanok, gondot jelent azonban, hogy a rendszer bevezetése előtt nem készültek megfelelő hatástanulmányok, és a szükséges konzultációkat is elég szűk körre korlátozták. A duális képzés olyan országokban tud sikereket elérni, amelyek egyrészt fejlett ipari szektorral rendelkeznek (ez rólunk sajnos már nem igazán mondható el), valamint a cégek érdekeltek, vagy rá vannak kényszerítve az iskolákkal való együttműködésre.<sup>20</sup> Úgy gondolom, hogy a magyar vállalatok nincsenek felkészülve a duális képzés biztosítására. Van néhány nagy cég, amely már korábban is bekapcsolódott ebbe a képzési formába (Mercedesz, Audi, Bosch), azonban egyrészt már kialakult bizonyos iskolákkal az együttműködés, másrészt a férőhelyek erősen limitáltak. Meg kell még említenünk, hogy ezek a képzések általában egyelőre csak a szakképző évfolyamra korlátozódnak. A mi iskolánkban is komoly gondot okoz az elsőéves tanulók kihelyezése (80 diákból mindössze 10-nek sikerült helyet találnia az összefüggő nyári gyakorlatra). A jelenlegi helyzet szerint a műszaki munkaközösség fogja megszervezni az iskolában a nyári gyakorlatot a tanulóknak. Mondanom se kell ez biztos, hogy nem egyezik a képzés céljaival. Mindemellett természetesen a tanárok és a diákok se fognak lelkesedni, hogy szünetük jelentős részét fel kell áldozniuk.

---

17 A szakképzés nem véletlenül állami feladat. Az állam dolga, hogy a vállalatok igényeit összhangba hozza a nemzetgazdaság céljaival.

18 A jelenlegi kerettanterv szerint a gyakorlati órák egy része az iskolában zajlik, egy része pedig cégeknél összefüggő nyári gyakorlat formájában.

19 A TISZK, a GSZ, majd a KLIK megjelenésével az iskolák végleg elvesztették mindennemű gazdasági önállóságukat. Pályázni nem lehet, a cégek a szakképzési hozzájárulást nem az iskoláknak, hanem az államnak fizetik, az oktatási büdzsé szándékosan alultervezett és rossz szerkezetű, így a szakképzés folyamatos anyagi nehézségekkel küzd.

20 Természetesen hatékonyság szempontjából mindenképpen az előbbi az előnyösebb.

A tanítási-tanulási folyamat szempontjából nagyon káros lesz, hogy a regenerációs folyamatot lecsökkentjük.<sup>21</sup> Kárhoztathatnánk a cégeket, hogy miért nem hajlandóak nagyobb részt vállalni a képzésben, azonban én maximálisan meg tudom érteni a hozzáállásukat. Nincsenek felszerelve tanműhelyekkel, nincsenek meg se a személyi se a tárgyi feltételeik a tantervben meghatározott tananyag teljesítéséhez. Azok a vállalatok amelyek eddig részt vettek különböző együttműködésekben oktatási intézményekkel általában azokat a feladatokat vállalták át, amelyeket az adott iskola nem tudott teljesíteni (pl. nem voltak olyan fejlett CNC gépei, nem volt megfelelő gyártósora, PLC-je, stb.). Az új kerettanterv azonban olyan tananyagegységeket javasol az összefüggő nyári gyakorlatra, amiket eddig a diákok – nagyon helyesen – iskolai keretek között sajátítottak el. Álljon itt néhány kiragadott példa, amit az első éveseknek<sup>22</sup> kellene a nyári gyakorlat alatt megtanulniuk:

- Előrajzolás, furatok helyének jelölése lemezmunkáknál.
- Furatok középpontjának előrajzolása.
- Mérőszalag, lézeres távolságmérő, mérővonalzó, tolómérő, mikrométer használata, pontos leolvasása.
- Munkadarab szögben vágása jelölés nélkül gérvágó ládában.
- Sík felület ellenőrzése acélvonalzóval.
- Menetes alkatrészek ábrázolása.
- Csavarok fajtái, adatai.
- Csavarkötés létesítése csavaranyával.
- A forrasztás, mint elektromos és mechanikai kötés.
- A forrasztás művelete.
- Huzal-előkészítés, szigetelés eltávolítása.

---

21 Érdemes megjegyezni, hogy a mi műszaki munkaközösségünk lázasan keresi a megoldást a problémára, annál is inkább, mert a következő tanévben a felmenő rendszer miatt már nem lesz elegendő műszaki tanárunk a nyári gyakorlat megtartására.

22 A további évfolyamokon hasonló alapkészségek szerepelnek az összefüggő nyári gyakorlat részeként. Ezekre terjedelmi okok miatt nem tudok kitérni.

Nem várhatjuk el, hogy egy Knorr-Bremse, vagy egy National Instruments ilyen dolgokkal foglalkozzon. Egyszerűen nem illik bele a profiljukba ilyen alapkészségek megtanítása. Őket arra lehetne felhasználni, hogy az ifjú szakembereket – akik már rendelkeznek a megfelelő alapokkal – megfelelő gyakorlathoz juttassák a szakképző évfolyamon, valamint bevezessék őket a csúcstechnológiai berendezések használatába, kezelésébe.

Az új kerettantervet tehát – finoman szólva – nem tekinthetjük tökéletesnek a gyakorlati képzés szempontjából. Nem beszéltünk még egy apró ám nem elhanyagolható tényről. Miután a gyakorlati tanórák számát csökkenteni kell (hiszen az összefüggő gyakorlat óraszámai is beleszámítanak a képzési időbe), ezért kevesebb műszaki tanárra lesz szükség a közeljövőben. A tanárok elbocsájtása végzetes következményekkel járhat ha bebizonyosodik a tanterv tarthatatlansága. Ha megvizsgáljuk a kerettantervet az elméleti képzés szempontjából sajnos ebben a tekintetben sem lehetünk elégedettek. Érdekes elképzelésnek tartom, hogy 18 óra alatt el kell jutni az atom szerkezetétől a kondenzátorig, másik 18 óra alatt a mágneses tértől a villamos gépekig a Műszaki ismeretek tárgy keretében (9. évfolyam).<sup>23</sup> Mindezen ismeretek bővítve újra megjelennek az Elektrotechnika tárgy keretében a 10. évfolyamon az összehangolás azonban nem igazán sikerült. Ez a fajta koncentrikus elrendezés végig jellemző a tantervre, kérdés azonban, hogy hogyan lehet hatékonyan átállni a jelenlegi lineárisabb elrendezésről erre az új módszerre.<sup>24</sup> Mindenképpen előnyösnek ítélem, hogy megjelent az Irányítástechnológia tantárgy a 12. évfolyamon elméleti és gyakorlati órákkal. Jelentős problémát jelent azonban, hogy az elektrotechnika<sup>25</sup> és elektronika óraszámok csökkennek a szakmai alapozó képzés keretében.

A kerettanterv pozitívuma, hogy felismerte a képzésben nagyon kevés figyelmet fordítunk a munkavédelemre (régén a szakképzésen külön tantárgyat is szenteltek ennek a területnek), ill. a szakma megszerzése utáni elhelyezkedés megkönnyítésére. Ehhez a tanterv bevezet két új tárgyat a Munkahelyi egészség és biztonságot, valamint a Foglalkoztatást a szakképző évfolyamon.

---

23 Olyan gyorsan kell haladni, hogy az biztosan a hatékonyság rovására fog menni.

24 Érdekes elképzelés pl. hogy az Elektrotechnikát az Elektronikával a 11. évfolyamon párhuzamosan kellene oktatni – mivel utóbbi tárgy az előbbire épül.

25 Itt a korrektség jegyében meg kell jegyezni, hogy a Műszaki ismeretek tantárgy tartalmaz elektrotechnikai ismereteket is, ami némiképp ellensúlyozza a tárgy óraszámainak csökkenését.

Az új tárgyak megjelenése mellett sajnos a mérés mint önálló tárgy megszűnik. Ez egy nagyon súlyos hiba – szakmánk csúcsát (mérnök) nem véletlenül származtatjuk ebből a szóból. A mérés technikai ismeretek nagy része az összevont gyakorlatra van kiosztva, kisebb része pedig az iskolai gyakorlatra.

A szakdolgozatom terjedelme sajnos nem teszi lehetővé a kerettanterv részletes elemzését. Itt csupán felszínesen érintettem az általam problémásnak, ill. követendőnek ítélt részeket. Az a határozott véleményem, hogy a kerettanterv nem érte el és jelen formájában nem is érheti el a kitűzött célokat megfelelő megreformálás nélkül. Ezt a folyamatot azonban széleskörű szakmai konzultációnak kell megelőznie.

### **3.2. A kerettanterv az új technológiák szempontjából**

Szakdolgozatomban az új technológiák, azon belül az FPGA fejlesztés oktatásának bevezetését szorgalmazom. Lássuk, hogyan vizsgáljuk az új kerettanterv ebből a szempontból!

A szakmai alapozó képzést (az érettségiig tartó 4 év) vizsgálva sajnos azt kell látnunk, hogy a fejlődés, az új technológiák irányába történő előrelépés nem mutatható ki. Ha részletekbe menően megvizsgáljuk az egyes témaköröket, egyes helyeken még visszalépés is történt. Mindezek mellett a gyakorlati képzés jelentős részét az összevont gyakorlat teszi ki. El kell azon gondolkodni, hogy bár a szakmai alapozás során vannak egyetemes dolgok, amik sohasem változnak nem biztos, hogy célszerű a 20-30 évvel ezelőtti témakörökhöz mindenáron ragaszkodni. Szintén kérdéses, hogy az összevont gyakorlat mennyire lesz hatékony. Már a 2. fejezetben is kifejtettem, hogy ha nem lépünk az új technológiák felé sok potenciális szakembert fogunk elveszíteni. A szakmai alapozó képzésben különösen fontos a megfelelő motiváció biztosítása.

Felmerülhet a kérdés, hogy lehet-e a kerettanterv 4 éves szakmai alapozó képzését önállóan vizsgálni a ráépülő szakképző évfolyam tárgyai és az ott tanult ismeretek nélkül? Véleményem szerint a válasz igen. A szakmai alapozó képzés után az új kerettanterv szerint a diákok szakmai érettségi vizsgát tesznek, ami bizonyos munkakörök betöltésére jogosítja őket, ill. előnyt jelent a különböző felvételi eljárásokban.<sup>26</sup> Ezért a szakmai alapozó képzés az új rendszerben önálló képzési forma a megfelelő kimeneti indikátorral ellátva.

---

<sup>26</sup> Ez a rész még eléggé homályos. A vizsgáról és a munkakörökről még semmilyen hivatalos értesítést sem kaptak az intézmények és a pedagógusok.



Mindemellett ki kell jelentenünk, hogy az egyes szakmákhoz tartozó szakképző évfolyamokon lévő témakörök pozitív irányba történő előrelépést jelentenek. Kérdés, hogy megfelelő alapozás nélkül mennyire lesz hatékony a képzés. A mikrovezérlők és a PLC hangsúlyos oktatása, valamint az irányítástechnika erősítése mindenképpen hasznosnak mondható pl. az elektronikai és az automatizálási technikus esetében.<sup>27</sup> A legújabb technológiák közül sok azonban – valószínűleg helyhiány miatt – nem kapnak elegendő szerepet a képzésben. Ahhoz hogy ezek a témák nagyobb szerephez jussanak mindenképpen szükség van ezeknek az alapozó képzésben való szerepeltetésre, új tárgyakra és bizonyos témakörök elhagyására<sup>28</sup>, egyszóval, ahogy Juhász Róbert kollégám is utal rá a mellékletben szereplő, vele készített interjúban paradigmaváltás kell!

Végül – miután a Mechatronikai Szakközépiskolában tanítok és itt is végeztem technikusként – egy nagyon fontos problémát szeretnék megemlíteni. A Mechatronika a mai ipar egyik legfontosabb, és legdinamikusabban fejlődő tudománya. Eddig – helytelenül – az elektrotechnika-elektronika szakmacsoportra épült a Mechatronikai technikus képzés. A jövőben a gépészeti szakágra épül. A Mechatronika azonban nem gépészet, nem elektronika és nem informatika, hanem ezen tudományterületek integrált, a határterületekre fókuszáló, egymást erősítő szakterülete. Meg kell értenie a döntéshozóknak, hogy ezt a területet csak speciális képzési formában tudjuk hatékonyan oktatni, ehhez pedig az szükséges, hogy sajátos tantervet dolgozzunk ki.

---

<sup>27</sup> Problémát jelent azonban, hogy a tananyag bővült nem pedig átalakult. Ennek veszélyeiről a 3.4.1. fejezetben írok részletesen.

<sup>28</sup> Ezekről a későbbi fejezetekben lesz szó.

### **3.3. Helyi tantervünk előnyei<sup>29</sup>**

Az elektronika szakmacsoport szakmai helyi tantervének kidolgozásával kollégáim engem bíztak meg. Sajnos nem állt elegendő idő a rendelkezésemre, hogy tökéletes munkát végezzek<sup>30</sup>. Úgy gondolom azonban, hogy sikerült jó néhány anomáliát megszüntetni és növelni az eredeti tanterv hatékonysági mutatóit. Az összefüggő nyári gyakorlathoz eléggé szkeptikusan álltam hozzá. Már ekkor felsejtett, hogy vagy nekünk kell megszerveznünk a képzés ezen részét, vagy a diákok csak az igazolások megszerzésére törekednek majd. Ez utóbbi végül is a szabályozás miatt lehetetlenné vált.<sup>31</sup> A gyakorlati témakörök csoportosításánál azt tartottam szem előtt, hogy a lehető legtöbb ismeretet tudjuk átadni iskolai keretek között diákjainknak. Sok olyan témakört beemeltem az iskolai gyakorlati képzésbe, ami eredetileg az összevont gyakorlatra volt szánva. A helyi tantervünkben a szabad órasávval úgy gazdálkodtunk, hogy az első évben a gyakorlatot megnöveltük heti négy órára (a szakmai orientáció minél magasabb fokú biztosítására), a 10. évfolyamon pedig az elektrotechnikát heti két órára. A Műszaki ismeretek tárgy keretében a 9. évfolyamon kizárólag villamos alapismereteket tanítunk, míg a 10. évfolyamon a szakmához tartozó gépészeti ismereteket. A 11. évfolyamon a témakörök nagyjából változatlanok az elektronika tantárgy keretében, azonban mindössze 2 órát szán az eredeti tanterv ezen ismeretek átadására. Munkaközösségünk egyöntetű véleménye szerint ehhez az ideális 4 óra lenne. A szabad órasávból tehát a 11. évfolyamon az elektronika kapta az 1 óra pluszt. A 12. évfolyamon a gyakorlatot erősítettük 1 órával. A Helyi tantervünk elsődleges célja az eredeti tanterv témaköreinek konzekvensebb átcsoportosítása. Kérdésként felmerülhet, hogy ha olyan fontosnak tartom az új technológiák térnyerését, ezt miért nem szerepeltettem a tantervben. A válasz erre az, hogy féltem, hogy a fenntartó még ezeket a módosításokat se fogja elfogadni. A következő évben terveim szerint újabb apró módosításokat, finomhangolást alkalmazunk a tanterven – ez lehetővé teszi az új technológiák fokozatos bevezetését. Mindemellett azért sikerült néhány új témakört is becsempészni a tanterv jelenlegi változatába (ilyen pl. a váltakozóáramú hálózatanalízis {Bode-diagramok})

---

29 A mellékletben szerepel egy rövid részlet a tantervből. Mindemellett Helyi tantervünk a DVD melléklet része.

30 A feladatra 1 napot kaptam.

31 A képzésben szereplő vállalatokat ellenőrizni fogják.

### **3.4. Példa új tárgyakra és a hozzájuk javasolt témakörökre**

Az előző fejezetekben jó néhány problémát felsoroltam, azonban megoldási javaslattal nem szolgáltam, ami nem tűnik túl tisztességes eljárásnak. Ebben a fejezetben megpróbálom pótolni ezt a hiányosságot.

Milyen új tárgyakat és témaköröket lenne célszerű szerepeltetni a kerettantervben? Lássunk két példát:

- Programozható áramkörök
  - CPU
  - MCU
  - PAL/GAL
  - CPLD/FPGA
  - PLC
- Korszerű perifériák
  - Egyszerűbb szenzorok és lekezelésük
  - Főbb kommunikációs protokollok
  - Intelligens eszközökkel való kommunikáció

Mindkét fenti tárgyhoz elméleti és gyakorlati órákat is kellene rendelni (heti 2 óra elmélet és 4 óra gyakorlat javasolt). Az oktatásra leginkább alkalmas évfolyam a 11. ill. a 12.

#### **3.4.1. Mit hagyjunk el a jelenlegi tantárgyak, tananyagegységek közül?**

A fejezetcímben szereplő kérdés nagyon fontos, hiszen komoly hiba új tananyagot beemelni a tantervbe anélkül, hogy valamit elhagynánk – kivételt képez ez alól, ha a tananyag növekedéssel párhuzamosan növekszik az óraszám is. Régebben a villamos szakmában még elektroncsöveket is tanítottak, majd egyre bővült a tananyag (mind az analóg technika {műveleti erősítők, PLL, egyéb integrált áramkörök}, mind a digitális technika {mikroprocesszor, programozható vezérlők} terén új eszközök és megoldások jelentek meg). Bár sokaknak fáj a témakör iránt a szívük, az elektroncsövek oktatását a technikai fejlődé már nem indokolta, ezért el kellett hagyni.

Hogyan tudjuk megoldani, hogy az új technológiák szerepet kapjanak? Egyszerű, néhány dolgot sajnos el kell hagynunk a jelenlegi kerettantervből. Hogy tehetnénk meg ezt? És ki döntené el, hogy mely részek amiket elhagyunk és melyek amiket beemelünk a tantervbe? A válasz a széleskörű szakmai konzultáció. Nem az én feladatom ebben a kérdésben dönteni, az alábbiakban csupán néhány javaslatot kívánok megfogalmazni.

Véleményem szerint a villamosipari képzésben túl nagy szerepet kapnak bizonyos gépészeti ismeretek. A kerettantervben sok olyan elméleti és gyakorlati ismeret szerepel, amire a mai villamos szakembereknek nem lesz szükségük a munkájuk során. Az első éves (9. évfolyam) gyakorlatainak nagy része gépészeti ismeret (mechanikai mérések, lemezmegmunkálás, mérés acélvonalzóval, stb.), a Műszaki ismeretek tantárgy is túl sok olyan információt tartalmaz, ami egy gépésznek elengedhetetlen, egy villamos szakember számára azonban nem létszükséglet (forgástestek vetületi ábrázolása, ék, retesz, bordás kötések ábrázolása, fémek és ötvözeteik, stb.). Amennyiben ezeket a tananyagrészeket villamos tananyaggal helyettesítjük, nagyon sok plusz órát nyerünk. A mindennapos testnevelésórát ki lehet váltani különböző tömegsport rendezvényekkel, ez egyrészt véleményem szerint a testnevelés célját is jobban szolgálja, mindemellett ismét több órát tudnánk átcsoportosítani a szakképzésre.

Egy másik lehetőség lehet a korai szelekció. Határozott véleményem, hogy a szakmai alapozó képzés egyik legnagyobb problematikája, hogy túl sokféle szakmára próbáljuk meg felkészíteni a tanulókat. És a szakképző évfolyamon történő szakosodás már túl későn következik be. Szerintem a villamos szakmában már az első évben legalább kétfelé kellene választani a képzést. Az erősáramú és a gyengeáramú ismeretek jelentősen eltérnek egymástól. A felsőoktatás ezt a korai szelekciót elvégzi, azonban a közoktatás ezt eddig még nem vállalta fel. Fontosnak tartom, hogy ezt a témát széleskörű szakmai vitára bocsássuk és ne csak adhoc jelleggel döntsön egy-két nem éppen szakember a kérdésben.

Kérdés, hogy a felmerült problémákat orvosolandó mi lenne a célszerű? A jelenlegi kerettanterv módosítása, vagy a változtatások olyan nagymértékűek lennének, hogy indokolt új kerettanterv kidolgozása. Véleményem szerint a helyes válasz az is-is. A jelenlegi kerettantervet<sup>32</sup> tűzoltásszerűen módosítani kell, be kell látni, hogy a duális képzésre hazánk jelenleg nem áll készen. Szakképző intézményenként egy-két embert ki kell nevezni akik néhány közös megyei értekezlet után kiválasztanak maguk közül szintén két embert akikről úgy gondolják szakmai és pedagógiai felkészültségük lehetővé teszi számukra, hogy a tanterv kidolgozásában részt vegyenek. Ők lesznek azok, akik egymással szorosán együttműködve megalkotják az új kerettantervet. A folyamatban résztvevők számára jelentős órakedvezményt (heti max. 6 óra) kell biztosítani, hogy munkájukat zavartalanul tudják elvégezni. Miért előnyös a fenti felsorolás? Mert szakmai alapokon és nem politikain helyezkedik el. Lehet-e finomítani az elven? Más létszám, más szervezés? Természetesen, azonban az fontos, hogy ne egy kormányhivatal, egy, vagy két tanár, rosszabb esetben cég döntse el, hogy hogyan épüljön fel a szakképzési kerettanterv.

---

<sup>32</sup> Itt végig a kerettanterv szakmai alapozó oktatásáról van szó. Véleményem szerint a szakképző évfolyamokon tárgyak és témakörök csupán kisebb módosításokra szorulnak.

## 4. FPGA fejlesztés oktatása

### 4.1. Az oktatáshoz szükséges eszközök

Minden tárgy oktatása során felmerülnek a személyi és tárgyi feltételek. A személyi feltételekről részletesen írok az FPGA fejlesztés a gyakorlatban oktatócsomagban (1.2. fejezet). Itt csupán azt szeretném kiemelni, hogy a témakör igen komoly hardver és programozási ismeretekkel rendelkező mérnököt kíván, aki megfelelő kitartással rendelkezik, és nem fél az új dolgoktól. A tárgyi feltételek között szerepel egy-két laboratóriumi tápegység, digitális multiméter, függvénygenerátor, ill. oszcilloszkóp<sup>33</sup>. Ezek szinte minden villamos képzés alapvető kellékei. Ennél szűkebb keresztmetszetet jelent a korszerű számítógépterem igénye. Az FPGA fejlesztéshez használható fejlesztőeszközök gépigenye igencsak magas. Ajánlott a többmagos (tapasztalataink szerint min. I3) processzor és a minimum 2 GB memória, hogy a fordítási műveletek ne órákig tartsanak. Bár ahogy a 4. ábrán is látszik a Xilinx ennél jóval alacsonyabb követelményeket támaszt az oktatási célra kiváló Spartan 3-as típushoz. Ez azonban ne tévesszen meg minket, az itt megadott rendszerparaméterek mellett a diákjainknak az első egy-két órában még az életkedvük is elmegy.

Spartan-3E Memory Recommendations in MB								
Device	Windows				Linux			
	32-Bit		64-Bit		32-Bit		64-Bit	
	Typical	Peak	Typical	Peak	Typical	Peak	Typical	Peak
XC3S100E	180	210	260	310	180	210	290	340
XC3S250E	220	270	320	400	220	270	360	440
XC3S500E	280	360	400	520	280	360	450	580
XC3S1200E	380	520	560	750	380	520	620	840
XC3S1600E	540	760	790	1110	540	760	880	1230

4. ábra: Spartan 3E-hez tartozó minimális memóriaigény[8]

<sup>33</sup> Ha van rá lehetőségünk érdemes valamilyen új generációs USB-s eszközt választanunk (pl. PICO szkóp).

## **4.2. Tisztán gyakorlati foglalkozások?**

A válasz a fenti kérdésre egyértelműen nem! A témakör olyan mély digitális technikai, rendszertechnika, fejlesztési ismereteket igényel, amelyeket tisztán gyakorlati képzéssel nem lehet átadni. Az elméleti és gyakorlati órák szervezése során azonban nincs könnyű dolgunk. Első lépésként meg kell állapítanunk az elmélet gyakorlat arányát a képzés során (ez tapasztalataim szerint 70-30, vagy 80-20 a gyakorlat javára). A problémát nem feltétlenül az arány meghatározása okozza. A gond ott kezdődik, hogy a képzés során az első órákon nagyon sok elméleti ismeretet kell átadni, míg ahogy haladunk az anyagban egyre inkább a gyakorlat irányába tolódik el a munkavégzés. Ezt egy statikus óraszervezés nem tudja megvalósítani. Mi lehet a megoldás? Egyrészt lehet úgy szervezni az órákat, hogy az első 3 hónapban lemenjen az elmélet, és utána csak gyakorlati foglalkozások legyenek (a továbbiakban szükséges minimális elméletet már le lehet adni ennek a keretében is). Nos ez a lehetőség az órarendkészítők rémálma, hiszen nem igazodik se a féléves, se az éves ciklushoz. Sajnos nem lehet azt mondani, hogy legyen egy FPGA óra és a pedagógus majd eldönti, hogy éppen elméleti terembe megy, vagy gyakorlatiba megy aznap. Egyrészt a műszaki termék foglaltsága minden iskolában probléma. Másrészt a gyakorlati képzést csak csoportbontásban lehet tartani, míg elméleti foglalkozás esetén erre nincs szükség. Ezt az ellentmondást nem könnyű feloldani. Nekem szerencsém volt a szakkörök tartása során, hiszen az egy sokkal kötetlenebb és órarendbe nem illeszkedő oktatási forma. Amennyiben a tantervbe szeretnénk beilleszteni az FPGA-t, akkor több lehetőség is kínálkozik. Az egyik, hogy tisztán gyakorlatot tartunk, ezek azonban elméletigényes gyakorlatok ahol megtanítanánk a szükséges elméleti ismereteket is. Ezzel az a probléma, hogy értékes gyakorlati időt pocsékolunk el, valamint a diákok a gyakorlaton nem elméletet szeretnének hallani (csökkenő motiváció). Másik – és a véleményem szerint a legjobb megoldás – hogy az osztályban tanító kollégákkal együttműködve az elméletet megpróbáljuk elosztani a különböző műszaki tárgyak között. Nagyon sok olyan ismeret van, ami előkerül más tárgyak esetén is, legfeljebb nem éppen a számunkra legjobb megközelítéssel. A munkaközösség együttműködésével megoldható, hogy az elmélet nagy részét ne nekünk kelljen elmondani, csupán utaljunk a más órákon megtanultakra. Természetesen ez tőlünk is rugalmasságot feltételez, meg kell vizsgálnunk hogyan tudjuk elősegíteni legjobban a kollégák tárgyainak oktatási hatékonyságát.

### **4.3. Az IKT eszközök alkalmazásának fontossága**

Nem lehet eléggé hangsúlyozni, hogy ha a XXI. század vívmányait szeretnénk oktatni, akkor ezt csak legalább ilyen fejlett taneszközökkel és pedagógiai módszerekkel szabad kivitelezni. A módszerek sokféleségéről már volt szó az előző fejezetekben. Itt a technológiai segítséget emelném ki, amely a rendelkezésünkre áll ma egy tárgy oktatása során.

A tanítási-tanulási folyamatban többféle IKT eszközt alkalmazhatunk. Miután az oktatás egy számítógépekkel felszerelt teremben történik a különböző szimulációs szoftverek által nyújtott lehetőségek adottak. A tanulók futtathatnak saját szimulációkat is, a különböző paraméterek változtatásával induktív módon tanulmányozhatják az áramkörök működését. A projektoron való bemutatók megkönnyíthetik a munkavégzést. A különböző animációk, és a virtuális világ nyújtotta lehetőségeket is érdemes kihasználni – fontos, hogy ezekkel az eszközökkel a valóságot tudjuk manipulálni (egy folyamatot el tudunk indítani, megállítani, lassítani, gyorsítani).

Nem szabad elfelejtkeznünk arról, hogy az újgenerációs IKT eszközök kiegészítik a hagyományos taneszközöket, nem pedig helyettesítik őket. A táblai vázlat, az önálló jegyzetkészítés nem hagyható el. Ez nagyon sokat segít tanulóink fejlődésében. A táblai gyakorlat során együtt dolgozunk a diákokkal, látják, hogy ott és akkor történik a folyamat – nem csak készen kapnak egy e-learning anyagot. A saját jegyzet készítése fejleszti a logikus gondolkodást, és a rendszerező képességet is. Sajnos ma nagyon nagy problémát jelent, hogy a gyerekeknek nincsen rajzkultúrájuk. A tábláról nem képesek hibátlanul lemásolni egy ábrát, nem látják benne az összefüggéseket és a jegyzeteléssel is komoly gondok vannak. Ezt a területet mindenképpen fejlesztenünk kell.

Az IKT eszközök használata során tartsuk észben a bölcs mondást: „Mérnök ember rajzból ért.” Ez azt hivatott tudatosítani bennünk, hogy a műszaki életben az ömlesztett szövegek helyett sokkal jobban díjazzuk az ábrákat, a blokkvázlatokat, kapcsolási, elrendezése, bekötési rajzokat, a karakterisztikákat.

Érdemes valamilyen online elérhető segítséget adni tanulóinknak az otthoni önálló munkavégzéshez. Erre remek lehetőség egy Moodle, vagy egy ILIAS keretrendszer. Célszerű elgondolkodni az okostelefonok térnyerése miatt a különböző mobilalkalmazások taneszközként való alkalmazásán is.



#### **4.4. Egy lehetséges út**

Ebben a fejezetben egy heti 2÷4 gyakorlati órán oktató FPGA fejlesztést kívánok bemutatni. Hangsúlyozni szeretném, hogy amit itt leírok csak egy a lehetséges módok közül, ettől el lehet, és a körülményeknek megfelelően valószínűleg el is kell majd térni (adott esetben pl. különböző foglalkozások összevonhatóak, ill. több órára bonthatóak). Bár az előző fejezetekben kitértem rá, hogy véleményem szerint ezen eszköz oktatásához elméleti foglalkozás is szükséges, a realitások talaján állva inkább tisztán a gyakorlati képzéshez adok segítséget. Az irányvonal, amelyet követek tanmenet formájában megtalálható a mellékletben. Szakkör formájában pedig – kisebb módosításokkal – már kipróbálásra került.

Miután egy bonyolult témakörrel van szó, ahol nagyon sok az egymásra épülés fontos, hogy a visszacsatolásra kellő hangsúlyt helyezzünk. Ezt tehetjük kérdés-válasz, házi feladat, esetleg dolgozat formájában. Az alábbi leírás egy optimális esetet feltételez. Elképzelhető, hogy nem tudunk ilyen gyorsan haladni, mert egyes témaköröket a tanulók a visszacsatolás szerint nem sajátítottak el. Ilyenkor ne próbáljuk mindenáron tartani a tanmenetet, mert ezzel a hatékonyságot nagymértékben lecsökkentjük. Hagyjunk el inkább néhány példát a végéről, de az alapokat mindenképpen tanítsuk meg! Ha kell akkor több foglalkozás alatt, más módszerekkel, több egyszerű példát alkalmazva, több otthoni feladattal, online tananyaggal egészítsük ki az óra menetét. Néhány fontos gondolatot a különböző módszerekről és a műszaki pedagógiában történő használatukról az 1.3.2. fejezetben írtam le.

##### **4.4.1. Az első foglalkozás**

Az első bevezető órán célszerűen munka, baleset és tűzvédelmi ismereteket kell oktatnunk, majd az erről szóló jegyzőkönyvet alá kell íratni tanulóinkkal. A pontos tematika és a tananyag mélysége nagymértékben függ attól, hogy a diákok mennyi előképzettséggel rendelkeznek a témában. Az adott műhellyel kapcsolatos specifikus ismeretekre mindenképpen térjünk ki!<sup>34</sup> Az információ visszakérdezéséhez ne vesztegessünk értékes időt a gyakorlati órából, inkább írjunk ki egy tesztet a tantárgyhoz kapcsolódó Moodle-s kurzusban. A munkavédelmi oktatás megoldható a keretrendszeren belül egy lecke kiírásával, azonban ha ezt az utat választjuk mindenképpen szakítsunk időt a gyakorlati órán a felmerült kérdések tisztázására.

---

<sup>34</sup> Mi a teendő áramütés, tűzeset esetén? Tűzriadó terv, tűzoltókészülék helye és használata. Veszélyes területek, esetleges védőfelszerelések.

#### **4.4.2. A második foglalkozás**

Fontos, hogy ha FPGA-ra kívánunk fejleszteni, akkor meg kell tanulnunk a mérés technika alapjait. A prefixumok és mértékegységek ismerete elengedhetetlen bármely villamos szakember számára, ezért ismételjük át ezeket az alapfogalmakat. A fogalmakhoz próbáljunk meg minden esetben gyakorlati tapasztalatot is társítani. A kalibrálást, a beszabályozást mutassuk be a tanulóknak. A pontossághoz a műszer belső ellenállásához pl. nézzük át együtt egy műszer adatlapját! Ilyen adatlapokat és használati utasításokat töltsünk fel a Moodle keretrendszerbe! Szintén tegyük fel ide a villamos szakmában használt mértékegységek és prefixumok rövid ismertetőjét! A diákoknak adjuk fel házi feladatként ingyenes átváltó programok felkutatását az interneten!

#### **4.4.3. A harmadik foglalkozás**

A harmadik alkalommal műszerkezelési gyakorlatot kell tartanunk. Mutassuk be a műhelyben lévő eszközöket, és gyakoroltassuk használatukat. Nagyon sok esetben a hibakeresés során műszeres vizsgálatra lesz szüksége, ezért elengedhetetlen, hogy tanulóink gyakorlottá váljanak az alapvető villamos műszerek és eszközök – laboratóriumi tápegység, digitális multiméter, oszcilloszkóp, függvénygenerátor – kezelésében. Ismételjük át a breadboardon való építkezést is, mert sok esetben ilyen próbapaneleken tudunk kialakítani kiegészítő áramköröket az FPGA-hoz.

A digitális multiméter és a tápegység használatával az esetek többségében nem szokott gond lenni, a függvénygenerátor és az oszcilloszkóp kezelése azonban már nehezebben szokott menni. Általában kevés egy gyakorlati alkalom feleleveníteni ezen eszközök használatát, azonban szerencsére a korszerű szimulációs szoftverek tartalmaznak virtuális műszereket, amelyek kezelése megegyezik a valós eszközökével. Így diákjaink otthon is tudják gyakorolni a műszerkezélést. Érdemes előre elkészített szimulációs feladatokat szerepeltetni a Moodle-s kurzusban, megkönnyítve ezzel a tanulóink munkáját. A házi feladat lehet legalább egy szimuláció elvégzése otthon (ügyeljünk rá, hogy mindenkinek különböző feladatokat adjunk).

#### **4.4.4. A negyedik foglalkozás**

Egy FPGA-val sok esetben valamilyen irányítástechnikai feladatot látunk el, vagy legalábbis egy ilyen folyamat is része a feladatnak. Ahhoz, hogy ezt végre tudjuk hajtani ismernünk kell az automatika alapfogalmait (irányítás, vezérlés, szabályozás, stabilitás). Ne essünk abba a hibába, hogy egyetemi szinten próbáljuk meg előadni ezt a témakört. Érdekes a különböző hatásvázlatok alapján gyakorlati példákkal megvilágítani mi a különbség a szabályozás és a vezérlés között (pl. egy közlekedési jelzőlámpa vezérlésének és egy hőmérséklet szabályozásnak az összehasonlítása). Itt célszerű megemlíteni az analóg világ és a digitális technika kapcsolatát. Fontos, hogy tisztázzuk az FPGA tisztán digitális technikai alkalmazás, ha analóg jeleket akarunk feldolgozni, előállítani, akkor szükséges külső áramkör is.

#### **4.4.5. Az ötödik foglalkozás**

A mikroprocesszor és a mikrovezérlő a korszerű irányítástechnika alapeleme. Hívjuk fel a figyelmet egyszerűségükre és nagyon jó ár/értékarányukra. Egy jól felépített ppt-vel kiegészített előadást célszerű tartanunk, amelyben alkalmazásorientáltan mutatjuk be az áramkörök hasznosságát. Érdekes megemlíteni, hogy miután nagyon egyszerű és olcsó ezen áramkörök használata gyakran az FPGA-val készített berendezések fontos kiegészítői. Készíttessünk – házi feladatként – rövid bemutatót a tanulókkal egy-egy mikrovezérlő, vagy processzor típusról és alkalmazási területeiről! Erről a munkáról a későbbiekben kiselőadás keretében számolhatnak be.

#### **4.4.6. A hatodik foglalkozás**

A hatodik alkalommal a szabályozástechnika néhány központi elemével kell megismerkednünk. Az ASIC és FPGA áramkörökhöz segítséget nyújt az oktatócsomag 2.4. fejezete. A PIC mikrovezérlők bemutatásához pedig a következő weboldal tartalmaz fontos információkat: <http://plc.mechatronika.hu/mikrovez/mikrovezerlok.htm> Fontos, hogy ne essünk abba a hibába, hogy lándzsát törünk valamely áramkör mellett. Nem véletlen, hogy a műszaki élet szerves részét képezi mindhárom eszköz. A hangsúly ezen az órán az ASIC-en ill. a mikrovezérlőn legyen, hiszen a későbbiekben az FPGA-ról részletesen lesz majd szó.

Hasonlítsuk össze a 3 áramkört a különböző fontos tulajdonságok alapján:

- sebesség
- költség kis, közepes és nagy darabszám esetén
- fejlesztési idő
- a megvalósítható áramkör bonyolultsága, kiegészítő áramkörök szükségessége

Jó alkalom ez a foglalkozás arra, hogy az áramkörök sokszínűségével felvessük a korszerű fejlesztés egyik legfontosabb elemét a projekt módszert<sup>35</sup>. Vetítsük előre, hogy a későbbiekben mi is fogjuk ezt alkalmazni a bonyolultabb problémák megoldása érdekében. Mutassuk be a módszer előnyeit, de ne hallgassuk el, hogy miután a csoportmunka szerves része az együttműködés, nem mindig könnyű megvalósítani. Egy jól működő csapat megszervezése nem órák, vagy napok kérdése. Robert C. Martin profi szoftverfejlesztő így ír a csapatról: *Egy csapatnak idő kell, hogy kialakuljon: a csapat tagjai között kapcsolatok szövődjenek; megtanulnak egymással együttműködni; megismerik egymás rigolyáit, erősségeit, gyengéit, míg végül a csapat elkezd összeszokni. Egy összeszokott csapatban van valami igazán varázslatos. Egy összeszokott csapat csodákra képes. Kitalálják egymás gondolatait, falaznak egymásnak, támogatják egymást, és kihozzák egymásból a legjobbat. Megvalósítják az álmokat. ... Az ilyen fajta csapatnak időbe telik, amíg a tagjai elsimítják a nézetkülönbségeiket, megszokják egymást, és valóban összerázódnak – talán hat hónapba, de az is lehet, hogy egy egész évbe. Ha azonban a csapat egyszer kialakult, onnantól már csodálatosan működik. Egy összeszokott csapat közösen tervez, közösen oldja meg a problémákat, közösen néz szembe a nehézségekkel, és eléri a célt. Ha a csoda megtörtént, neveltséges csak azért megbontani a csapatot, mert egy projekt véget ért. A legjobb együtt tartani őket, és további feladatokat adni nekik.[9]*

A fenti idézet utolsó mondatára különösen fel szeretném hívni a figyelmet. Amikor a csoportmunka legfontosabb célja egy műszaki feladat végrehajtása, akkor állandó összetételű csoport javasolt. Vannak azonban esetek, amikor a diákok szociális készségeit (együttműködés, súrlódások kezelése, saját és mások tulajdonságainak, képességeinek helyes felmérése) kívánjuk fejleszteni, ekkor a változó összetételű csoport lehet indokolt.

---

<sup>35</sup> Ma a fejlesztőcsapatokban külön vannak mikrovezérlővel, mikroprocesszorral, FPGA-val foglalkozó szakemberek. Az egyes területekhez szükséges ismeretek mélysége megköveteli a szakosodást. Egy nagy bonyolultságú projekt végrehajtása során ezeknek az embereknek az együttműködésén áll, vagy bukik a siker.

#### 4.4.7. A hetedik foglalkozás

Ez az óra az FPGA felépítésébe és működésébe enged bepillantást. Használjuk fel az FPGA\_boci.pptx bemutatót (a DVD melléklet része), valamint az oktatócsomag ide vonatkozó részét (2.4. fejezet, 4. fejezet)! Itt nagyon részletesen le van írva amit el kell mondanunk. Készítsünk ezek alapján egy rövidített útmutatót a diákjaink számára, amit felteszünk a Moodle keretrendszerbe! Hangsúlyozzuk, hogy az FPGA-ra történő fejlesztés nem programozás, hanem hardvertervezés!<sup>36</sup> Írjunk ki egy önellenőrző tesztet, ahol rákérdezünk a fontosabb tulajdonságokra, ismérvekre! Fontos, hogy szót ejtsünk az FPGA-hoz hasonló eszközökről a PAL/GAL áramkörökről és a CPLD-kről is (2.2.. fejezet). Készítsünk el egy lecke tevékenységet a Moodleban, ahol a tanulók önállóan elsajátíthatják ezekről az áramkörökről a legfontosabb tudnivalókat! A hangsúlyt az alkalmazásokra érdemes helyezni.

#### 4.4.8. A nyolcadik foglalkozás

A fejlesztőkörnyezetnél a Xilinx ISE-t érdemes választani. A Webpack ingyenesen hozzáférhető és oktatási célra elegendő funkcióval rendelkezik.<sup>37</sup> Az oktatócsomag 6.2. fejezete részletesen taglalja a fejlesztőkörnyezet kinézetét, funkcióit és használatát. A program igen bonyolult, és nagyon sok lehetőséget nyújt a fejlesztők számára. Törekedjünk a sematikus bemutatásra, a részletekkel majd ráérünk foglalkozni, ha az adott funkciót használni kívánjuk. Fontos, hogy megmutassuk, hogyan kell projektben dolgozni, tisztázzuk a különböző fájlok feladatát amiket a projekt tárol! Mutassuk be a workspace testreszabását! Ennél a feladatnál használjunk kivetítőt, de törekedjünk a szóbeli kiegészítő magyarázatra is! A mai tanulók sajnos túlságosan is vizuális típusúak. A verbális kommunikáció nem az erősségük, ez azonban nagyon fontos a mai fejlesztéseknél. Sokszor előfordul, hogy segítséget kell kérnünk egy kollégától, vagy szakmai vitát kell lefolytatnunk. Gyakran észreveszem a különböző órákon, hogy az egyes szakmai kifejezések, akár az elektronika, akár az informatika területén kihívást jelentenek a diákok számára. Sokszor szembesülök azzal, hogy nem tudják elmondani, mi a probléma, inkább mindenáron meg akarják mutatni.

---

<sup>36</sup> Ettől függetlenül – bár egy konfigurációs bitmintát készítünk a fejlesztés során – a szakmában elterjedt programozás kifejezést elég gyakran használjuk ezekkel az áramkörökkel kapcsolatban (a szakdolgozat is többször alkalmazza).

<sup>37</sup> Természetesen ha lehetőségünk van más jobb licencű változat elérésére akkor használjuk azt – az alapvető használatban nincsenek eltérések.

Mindamellett, hogy a szemléltetés valóban nagyon hasznos módszer, el kell jutni arra a szintre, hogy szabatosan tudjuk kifejezni magunkat a szakmánkban. Nem győzöm ilyenkor hangsúlyozni, hogy ha még a problémát se tudjuk szavakkal leírni, definiálni, akkor nagyon nehéz rá megoldást találni. Ezért mindig helyezünk hangsúlyt a szóbeli ismertetőre is a szemléltetés mellett!

#### **4.4.9. A kilencedik foglalkozás**

A kilencedik alkalommal egy egyszerű példán keresztül mutassuk be a tanulóknak, hogy hogyan tudunk elkészíteni egy konfigurációs bitmintát, és azt letölteni az FPGA-ba.<sup>38</sup> Használjuk fel az oktatócsomag 9.1.2.1. fejezetében szereplő egyszerű kombinációs hálózatot! A program – miután angolszász fejlesztés – az ANSI szabványokat alkalmazza, azonban a dokumentálás miatt fontos, hogy tanulóink tisztában legyenek a magyar szabványos jelölésekkel is. A fejlesztőkörnyezet kapcsolási rajz alapú szerkesztője sajnos nem a legergonomikusabban lett kialakítva, ezért a kezelésére fordítsunk különös gondot! Az FPGA fejlesztés esetén egy ún. UCF fájl tartalmazza a lábkiosztás mellett azt is, hogy az egyes lábakhoz milyen szabványokat rendelünk (LVCMOS, HSTTL, stb.), ill. a be- és kimeneti meghajtók hogyan viselkedjenek (Slow Slew Rate, Fast Slow Rate, stb.). Mutassunk be néhány funkciót. Itt célszerű az általunk fejlesztett FPGA típus lábkiosztását megbeszélni, melyik lábat mire tudjuk felhasználni, hány órajelforrásunk lehet és azokat hova csatlakoztathatjuk, stb.

Vezessük végig a tanulókat a szintézis, az implementáció és a konfigurációs bitminta legenerálásának folyamatán! Fontos tisztázni, hogy a fejlesztés közben ezek a lépések hierarchikus formában történhetnek csak meg (pl. nem lehet a kódot implementálni, míg a szintézis meg nem történt). Az Impact segítségével töltsük le a kódot az FPGA-ba és mutassuk be a működést! A boundary scan (peremfigyelés) technika nagyon fontos a mai soklábú és bonyolult áramkörök esetén, ezért ennek részletes bemutatása elengedhetetlen a fejlesztéshez.

Házi feladatként gyakoroltassuk otthon a kapcsolási rajz alapú szerkesztő használatát – készítsünk ehhez néhány egyszerűbb feladatot – és a konfigurációs bitminta elkészítését. A feladatok tartalmazzanak a be- és kimenetek kezelésére, a lábkiosztás megadására is példákat!

---

<sup>38</sup> Először az SCH (kapcsolási rajz) alapú tervezést célszerű bemutatni, hiszen itt komoly fogódzót, kapcsolódási pontot jelentenek a digitális technikai alapismeretek.

#### **4.4.10. A tizedik foglalkozás**

Ezen az alkalmon tanulóink már ismerik annyira a műhelyt, a próbapanelt, a fejlesztőkörnyezetet annyira, hogy kicsit önállóbban végezzék a munkát. Egyre inkább áttérünk a tanár dominálta módszerekről (előadás, magyarázat) az egyenlő szereplésen át (beszélgetés) a diák uralta módszerekre (munkáltatás). Az órát kezdjük az első feladat ismertetésével (egyszerű 3 változós súlyozatlan szavazó áramkör), majd rendeljünk el önálló munkavégzést. Amikor valaki problémába ütközik, kérdezzük meg, hogy elvégezte-e a házi feladatot! A segítség amit nyújtunk mindig inkább rávezetés, mint konkrét instrukció legyen. Bizonyítsuk be a diákjainknak, hogy a sorozatos visszakérdezés nagyon sokat segít a problémák megoldásában. (Probléma felvető és megoldó módszer). Ha a minket gátoló tényezőket szakmailag nevesíteni tudjuk, az már sokszor félsiker. Ezért bár gyakran fárasztónak tűnhet mégis alkalmazzuk ahol csak tudjuk ezt a primitív<sup>39</sup> módszert.

A bevezető feladat után jöhet az igazi kihívás a döntéshozó áramkör megvalósítása (9.6. fejezet).

Ezt a feladatot Juhász Róbert kollégám dolgozta ki a PLC gyakorlatokra, azonban ide is kiválóan megfelel.<sup>40</sup>

Mutassuk be tanulóinknak saját alkatrész előállítását a fejlesztőkörnyezetben! Ez nagyban elősegíti, hogy a már meglévő projekteket fel tudják használni a későbbi fejlesztésekben beépülő modulként.

#### **4.4.11. A tizenegyedik foglalkozás**

Ezen az órán az előző órai anyagot folytathatjuk. Egyszerűbb kódoló-dekódoló áramkörök megépítése javasolt önálló munkavégzés során (munkáltatás módszere kiegészítve a tanulói kérdéssel). Vegyük fel a kapcsolatot a Digitális technika tárgy tanító kollégával és együtt dolgozzuk ki azokat a példákat, amikkel a legjobban tudjuk kiegészíteni és segíteni egymás munkáját. A tanulóknak hozzunk gyakorlati példát az iparból, hogy hol használják a különböző áramköröket (pl. Gray kód a különböző mechanikai elven működő szenzorokban).

---

<sup>39</sup> A primitív jelző itt nem pejoratív értelemben szerepel, hanem az egyszerűséget kívánja hangsúlyozni.

<sup>40</sup> Elképzelhető, hogy a tanulók nem végeznek a döntéshozó áramkörrel az órán, a feladat befejezését adjuk fel házi feladatként! Készítsünk a Moodle rendszerbe egy feltöltési lehetőséget, ahova a kész megoldásokat leadhatják! A javításokat és a beadott feladatokhoz tartozó szöveges értékelést mielőbb végezzük el!

Lehetséges feladatok különböző átalakításokra, kódolásra-dekódolásra:

- Bináris-ASCII átalakító
- ASCII-bináris átalakító
- BCD-bináris átalakító
- Bináris-BCD átalakító
- Gray-bináris átalakító
- Bináris-Gray átalakító
- Paritásbit előállító (pl. egy négyzetes paritású kód átviteléhez)
- Hamming kódoló-dekódoló

#### **4.4.12. A tizenkettedik foglalkozás**

Elérkeztünk az első „igazi” önálló feladathoz. Bár alapvetően bármilyen kombinációs hálózatot feladhatunk a tanulóknak, én több hétszegmenses kijelző meghajtását javaslom. A részletes műszaki leírást megtaláljuk az oktatócsomag 9.1.3.1. fejezetében. Miután szekvenciális hálózatokkal még nem foglalkoztunk készítsünk egy entitást, ami a bináris számokat végigpörgeti a hétszegmenses dekóder bemenetén. Ezzel a tanulók egyszerűen ellenőrizni tudják majd hálózatuk működését.

A hétszegmenses kijelző kezelése legalább négy különálló feladatot eredményez:

- Közös katódos kijelző
- Közös katódos kijelző teljes dekódolással
- Közös anódos kijelző
- Közös anódos kijelző teljes dekódolással

Miután a probléma részfeladatokra – dekódolás, multiplexelés – is bontható, ha úgy érezzük, hogy erre lehetőség mutatkozik a diákok elvégezhetik a feladatot páros, vagy csoportmunkában is.

#### **4.4.13. A tizenharmadik foglalkozás**

A komplexebb kombinációs hálózatok építése után a következő lépés a szekvenciális hálózatokkal való megismerkedés. Egy beszélgetés keretében szedjük össze azokat a tulajdonságokat, amelyek a sorrendi hálózatokat jellemzik!



Tisztázzuk, hogy a szekvenciális hálózatok kombinációból épülnek fel, ezért nem lehet az eddig tanultakat elfelejteni, a meglévő ismereteket fel kell használni a későbbiekben! Vegyük sorra, milyen sorrendi építőelemekkel rendelkezik a fejlesztőkörnyezet (tárolók, számlálók, léptető regiszterek, stb.), mutassuk be ezeknek a működését (a help menüben részletesen le van írva az egyes blokkok működése)! Hívjuk fel a figyelmet, hogy egy adott hálózatot többféleképpen is tudunk realizálni, attól függően, hogy milyen építőelemekkel és struktúrában dolgozunk. A későbbiekben mindig támogassuk az egyéni elképzeléseket, és ne féljünk tanulni a diákjainktól, ha valamilyen ötletes megoldással állnak elő. Minden működő programot célszerű együtt elemezni különböző szempontok alapján (felhasznált CLB-k száma, időráfordítás, logikai cellák száma), ehhez a fejlesztőkörnyezet segítséget nyújt – a Design Summary fájlban minden fontos statisztikai adatot megtalálhatunk (oktatócsomag 6.2.2. fejezet). A diákok egymással is folytathatnak szakmai vitát a különböző megoldások hatékonyságát illetően. Ilyenkor a mi dolgunk csupán a moderátori szerep felvétele.

#### **4.4.14. A tizennegyedik foglalkozás**

Elérkezett az idő, amikor nemcsak működésre bírjuk a hardvert, hanem dokumentáljuk is munkánkat. Készítsünk különböző feladatlapokat, amelyeket a tanulók megoldhatnak az órán önállóan! A feladatlapok tartalmazzák a részletes specifikációt és néhány instrukciót is arra vonatkozóan, hogyan nézzen ki a dokumentáció, milyen elvárásaink vannak! A munkáltatás során ügyeljünk rá, hogy mindenki számára világos és egyértelmű legyen, mi a teendő! A dokumentációkat célszerű a Moodle keretrendszeren keresztül begyűjteni. Fontos, hogy miután most készítenek a tanulók először műszaki dokumentációt nálunk, ezért támogató, építő kritikát fogalmazzunk meg a formai és tartalmi problémákkal kapcsolatban. Emeljük ki a dokumentáció jó tulajdonságait és nyújtsunk segítséget, ha kell példát is a hibák kijavítására. Amennyiben úgy ítéljük meg, hogy a dokumentáció készítés terén komoly gondok merülnek fel, akkor egy gyakorlati alkalmat használjunk fel rá, hogy részletesen bemutassuk a dokumentációkészítés művészetét. Példák szekvenciális hálózatokra:

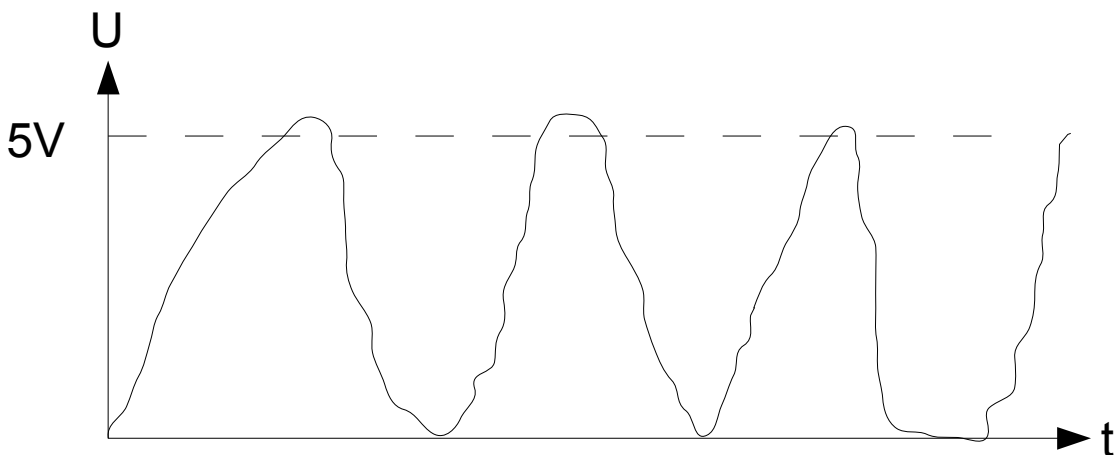
- Egyszerű villogó program (négy szögjel előállítása, 9.1.2.3. fejezet az oktatócsomagban)
- Állítható frekvenciájú négy szögjel előállítása
- Futófény programok (9.1.2.5. fejezet az oktatócsomagban)

#### 4.4.15. A tizenötödik foglalkozás

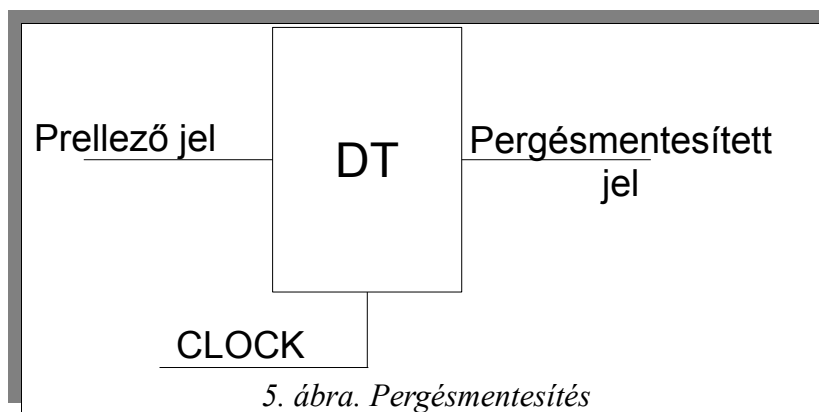
A nyomógombok és kapcsolók megfelelő kezeléséhez általában szükséges az ún. pergésmentesítő eljárás. Az alább felvázolt elvek közül FPGA esetén a belső D-tárolós megoldást részesítjük előnyben.

*Kapcsoló és nyomógomb esetén is találkozunk az ún. prell (pergés) jelenséggel. Elektronikus rendszereink túl gyorsak a mechanikai kialakítású bemeneti perifériákhoz. Az érintkező felület átkapcsoláskor nem nyújt azonnali átváltást a két szint között.*

**Prell** jelenség:



*A mechanikus kapcsoló által szolgáltatott jel átkapcsoláskor 0 és a pozitív tápfeszültség (5V) között „perg” teljesen szabálytalan görbét leírva. Ez a jelenség károsan befolyásolja rendszereinket – hamis impulzusokat érzékelünk a bemeneti perifériától.*



*A prellmentesítést elvégezhetjük egy D tároló segítségével (D-Latch). Az órajelet (Clock) a kapcsoló, vagy nyomógomb adatlapján található pergési idő alapján kell kiválasztanunk (általában néhány, vagy néhány 10 ms ).*

*A gyakorlatban általában ennél egyszerűbb megoldásokat alkalmaznak, egy egyszerű RC taggal is pergésmentesíthetjük áramkörünket – az időállandót az adott perifériához kell kiválasztanunk. Használhatunk még monostabil multivibrátort is – célszerűen integrált kivitelben NE555-ből felépítve, vagy diszkrét elemek segítségével.*

*Pergésmentesítésre alkalmazhatunk erre a célra gyártott integrált áramkört, ilyen a MAX6816 típusú IC. A kísérleti panelen szoftveres prellmentesítést valósítunk meg – korlátozzuk a kapcsolók, nyomógombok lekérdezési idejének ismétlődési frekvenciáját – ez a legköltséghatékonyabb, bár kétségkívül nem a legszebb megoldás. Így azonban lehetőségünk van programozási gyakorlatban ismertetni ezen jelenséget.*  
[10]

Egy másik fontos eljárás amit meg kell ismernünk a PWM jel előállítása. Impulzusszélesség modulációra van szükségünk digitális rendszerek esetén, ha fényerőt szeretnénk szabályozni, ill. ha pl. motorokat (DC, szervó, léptető) szeretnénk meghajtani. Az oktatócsomag 9.1.2.6. fejezete többféle módszert is bemutat, amikkel FPGA-val PWM jelet tudunk előállítani. Ezen a gyakorlaton kapcsolási rajz alapú szerkesztővel készítsünk PWM jeleket.<sup>41</sup> A későbbiek folyamán, mikor már megismertük a VHDL nyelvet térjünk vissza erre a feladatra. Kérjük meg a diákokat, hogy elemezzék az elkészült programokat, és érveljenek egyik, vagy másik megoldás mellett egy vita keretében! Házi feladatként készíttessük el a Knight Rider futófényt!

#### **4.4.16. A tizenhatodik foglalkozás**

A kapcsolási rajz alapú szerkesztővel készített hardverleírás eléggé behatárolt. A hardver pontos leírására alakultak ki a programnyelvekhez hasonló szabványos hardverleíró nyelvek (Hardver Description Language). Ezek a nyelvek teszik számunkra lehetővé, hogy egy adott feladathoz, problémához a legoptimálisabb hardvert tudjuk megtervezni. Egy HDL nyelv sokkal több lehetőséget rejt, mint egy kapcsolási rajz alapú szerkesztő. Itt tudjuk leginkább kreativitásunkat kihasználni és a feladat végrehajtást optimalizálni. Tisztázzuk, hogy bár sokféle hardver leíró nyelv (VHDL, Verilog, System C) terjedt el, ha egynek megismerjük a működését, akkor valójában az összesen tudunk majd hardvert építeni (csupán a szintaktikai különbségekre kell odafigyelnünk). Olyan ez, mint a programnyelvek esetén. Aki C-ben tud programozni, minden programnyelvvvel elboldogul.

---

<sup>41</sup> Bár a gyakorlatban a VHDL nyelvet részesítjük előnyben ilyen feladatokra, a kapcsolási rajz alapú szerkesztővel a digitális technika alapjait is tudjuk gyakoroltatni.

#### 4.4.17. A tizenhetedik-tizennyolcadik foglalkozás

A Verilog általában Európában, míg a VHDL angolszász nyelvterületen népszerű. Én a jobb dokumentáltság és a véleményem szerint egyszerűbb használat miatt a VHDL-t ajánlom – mindemellett abban biztosak lehetünk, hogy ezt a nyelvet minden fejlesztőkörnyezet támogatja.

*A VHDL mozaikszó az alábbi jelentéssel bír: VHSIC<sup>42</sup> Hardware Description Language, vagyis nagy sebességű integrált áramkörök hardver leíró nyelve. A VHDL-t az USA Védelmi Minisztériumának megbízásából fejlesztették ki ASIC áramkörök viselkedésének leírására, szimulációs környezetek megvalósítására.[11]*

A VHDL szintaktikai és szemantikai alapfogalmait az oktatócsomag 8. fejezete tartalmazza. Fontos, hogy ezen a két foglalkozáson csak általános betekintést nyújtsunk a VHDL nyelvbe, ne akarjunk minden ismeretet egyszerre rázúdítani a tanulókra. Inkább egyszerűbb, rövid példákon keresztül mutassuk be a nyelv képességeit. Erre az oktatócsomagban is számos példát találunk, de rövid keresés után az interneten is fellelhetünk ilyeneket. Mielőtt elkezdjük a nyelv oktatását vizsgáljuk meg melyek azok a nyelvi elemek, amikre a későbbiek folyamán elengedhetetlenül szükségünk lesz és ezekre koncentráljunk!<sup>43</sup> A későbbi feladatoknál majd hivatkozunk erre a foglalkozásra és az itt elhangzottakra, de ne lepődjünk meg, ha diákjainknak majd – főleg az első példánál – gondot fog okozni a VHDL nyelv gyakorlatban történő használata. Nagyon nehéz ráállni ugyanis a párhuzamos gondolkodásra ami itt szükséges (az egyes folyamatok az eddig megismert neumanni architektúrával szemben nem egymás után sorban, hanem egymással párhuzamosan hajtódnak végre). A problémák gyökerének feltárásánál kerül elő a kérdés válasz, a tanulói kérdés, a beszélgetés, a vita módszerek. Itt tűnik ki, hogy a tanulók valóban megértették-e az elhangzottakat. Adjuk fel házi feladatként egyszerűbb problémák megoldását VHDL nyelven (változókkal, jelekkel végzett műveletek, értékadás, tömbkezelés, egyszerűbb konverziók, entitások stb.).

A PWM jel előállítását otthoni több gyakorlaton átívelő feladat lehet. Az elkészült megoldás összehasonlítása a kapcsolási rajz alapú megoldással egy kellemes vita alapját képezheti.

---

42 VHSIC: Very High Speed Integrated Circuits – nagysebességű integrált áramkörök.

43 Miután valószínűleg a tanmenetet mindenki saját szája íze szerint hajlítgatja, ezért erre a kérdésre itt nem adható egyértelmű válasz. Vizsgáljuk meg milyen nyelvi követelményekkel rendelkeznek azok a példák, amiket mindenképpen szeretnénk a tanulókkal megoldani!

#### **4.4.18. A tizenkilencedik foglalkozás**

A hétszegmenses kijelzőről már volt szó a kapcsolási rajz alapú szerkesztővel végzett gyakorlat esetén. Ezen a foglalkozáson VHDL kódot kell írunk a kijelzőhöz készített dekóderhez. Használjuk fel a schematic editorral már elkészített kijelző lekezelő program egyes részeit a tesztelés és a fejlesztés megkönnyítése érdekében! A VHDL kód elkészítéséhez segítséget találunk az oktatócsomag 9.1.3. fejezetében. Ahogy a kapcsolási rajz szerkesztőnél, itt is végezzük el a különböző típusú – közös anódos, közös katódos – kijelzőkre a dekódolást.

Miután a VHDL kód még újdonság a tanulóknak, ezért fokozott segítséget nyújtunk a kódolás, szintézis, saját alkatrész készítése és implementálás során! Lehetőség szerint készítsünk erről rövid útmutatót a Moodle-ba!

#### **4.4.19. A huszadik foglalkozás**

A gyakorlat elején hajtsuk végre a kijelzők multiplexálását VHDL kódban (oktatócsomag 9.1.3. fejezet)! A továbbiakban komplex példát adjunk tanulóinknak önálló feladatként:

- BCD számláló (fel-le)
- Időzítő áramkör (Start-stop funkció)
- Egyszerűbb felirat futtatása a kijelzőn

#### **4.4.20. A huszonegyedik-huszonkettedik foglalkozás**

A karakteres LCD kijelző olcsó ára és sokrétű alkalmazási lehetősége miatt népszerű a fejlesztők körében. A gyakorlatban általában a HD44780 típusú IC-k által meghajtott kijelzőket használjuk. A karakteres LCD kijelző FPGA-val történő lekezelésének részletes leírása megtalálható az FPGA fejlesztés a gyakorlatban oktatócsomag 9.2.3. fejezetében. Az első alkalommal mutassuk be a kijelzőt, írjunk rá előzőleg valamilyen egyszerűbb programot! A tanulókkal együtt bontsuk fel a kijelző lekezelését részfeladatokra (beszélgetés), majd kezdjük meg a részek lekódolását (munkáltatás)! Folyamatos teszteléssel ellenőrizzük a fejlesztési folyamatot! Az első foglalkozáson odáig kellene eljutni, hogy egy karaktert ki tudunk jelezni.

Az alább látható feladatok remek alkalmat jelentenek a differenciálásra. Ekkorra már megismertük a tanulók képességeit a témában, és a feladatok kiosztása során ezt figyelembe tudjuk venni.

A második alkalommal bővíteni kell a programot különböző funkciókkal:

- sztring kijelzése adott sorba (a sorok végének érzékelése, újsor parancs)
- a kijelzett szöveg manipulációja (léptetés, villogás, karakterpozicionálás)
- CGRAM lekezelés (speciális karakterek, különböző „ASCII rajzok” készítése)

A felsorolt funkciókat érdemes külön tanulócsoportoknak, pároknak kiadni önálló munkavégzésre. Indokolt lehet a kooperatív munkaforma is.

#### **4.4.21. A huszonharmadik-huszonnegyedik foglalkozás**

Az RS232 protokoll az egyik leggyakrabban használt ipari kommunikációs forma.<sup>44</sup> A PS2 az iparban nem használt, azonban gyakorlásnak nagyon jó feladat. Az SPI, és az I<sup>2</sup>C buszok nagyon gyakoriak hőmérséklet érzékelők, A/D, D/A átalakítók, és egyéb IC-k közötti kommunikáció esetén. Magyarazzuk el tanulóinknak a protokollok lényegét (9.4. fejezet).

Készítsünk különböző feladatokat a kommunikációs protokollok használatára (a feladatoknál vegyük figyelembe a műhely eszközparkját, a lehető legtöbb különféle áramkörrel történő kommunikáció megvalósítására törekedjünk!)

Ennél a feladatnál alkalmazhatjuk a beszélgetés és vita módszerét, hogy az egyes kommunikációs protokollok erősségeit, ill. gyengéit felfedjük.

#### **4.4.22. A huszonötödik-huszonhetedik foglalkozás**

Az FPGA-k egyik legelterjedtebb felhasználási területe különböző képfeldolgozási műveletek elvégzése. Egy VGA jel előállítás – ha ismerjük a szabványt – valójában nagyon egyszerű (kb. 15-20 sor VHDL kód). A probléma a különböző képek kijelzésével kapcsolatban merül fel. Ahhoz, hogy egy képet bitmap-ként letároljunk az FPGA-ban nincs elegendő memória, ezért valamilyen külső eszközre van szükségünk. Ha pl. egy vonalat, vagy egyszerűbb alakzatokat szeretnénk kirajzolni, arra van lehetőségünk különböző függvényekkel, képekhez azonban meg kell tanulnunk a memóriakezelést.

A bevezető foglalkozáson magyarázzuk el a VGA szabvány hardver és szoftver jellemzőit! Majd készíttessük el a VGA lekezelő entitást a diákokkal! Egyszerűbb feladatokkal célszerű indítani, ahol azt tudják megvizsgálni, hogy a megfelelő ütemben és pozícióban történik-e a kijelzés.

---

<sup>44</sup> Az erre épülő RS485 és egyéb szabványok protokollja nagyon hasonló, csupán a fizikai kialakítás más (pl. csavart érpár a zavarok kiszűrésére és nagyobb távolság elérésére).

Néhány feladat a VGA kezelésre

- Egyszerűbb alakzatok készítése (vonal, kör, négyszög), alakzatok manipulálása
- Monoszkóp
- Különböző képernyőtesztetek
- Sneak

Ezekhez a feladatokhoz nincs szükség külső memória elemre. Magát a memóriakezelést órán célszerű megejteni, mert biztos, hogy lesznek problémák amikbe a tanulók bele fognak ütközni a megoldás keresése során. Házi feladat lehet a már működő soros porti modullal összekötni a VGA lekezelést, és a PC-ről érkező bitmap képet letárolni, majd kijelezni a monitor segítségével.

#### **4.4.23. A huszonnyolcadik foglalkozás**

Ez az óra nagyon fontos szerephez jut a következő foglalkozások előkészítésének szempontjából. A fejlesztőmérnöki feladatok igen sokrétűek. Már a korábbiakban is volt szó róla, hogy az FPGA-val történő munka nem tekinthető szimplán szoftverfejlesztésnek. Itt nagyon komoly hardverismeretekre van szükség, hiszen egyrészt az IC-n belül egy hardvert tervezünk meg, másrészt ez az áramkör is egy nagyobb hardveregység része. A fejlesztőmérnöki munka csodálatos. Alapvetően a semmiből teremtünk egy működő berendezést, ami teljesít minden olyan kritériumot, amit a megrendelő<sup>45</sup> megkíván.

Egy fejlesztési feladat végrehajtása több részfeladatból áll, kezdve a specifikációtól, a megvalósíthatósági terven át egészen a végső átadásig.

A mérnöki szakirodalom az itt felvázolttól eltérő lépéseket is hoz példaként, ill. valószínűleg mindenki a saját habitusa és tapasztalatai alapján más részfeladatokat is kijelölhet (pl. a tesztelést felbonthatjuk alkatrésztesztre, ICT-re, AOI, AXI-ra, műszeres vizsgálatra, funkcionális tesztre, stb.). Van néhány olyan pont, ami egyértelmű és mindenki számára világos (pl. kódolás). Vannak azonban olyan részek, amelyeket előszeretettel hagynak figyelmen kívül tanulóink, és valljuk be nekünk sem a legkedvencebb feladataink közé tartoznak (pl. dokumentáció). Fontos tudatosítani a diákokban, hogy minden részfeladat egyformán fontos, nem lehet egyiket sem félvállról venni, mert azzal az egész projekt sikerességét tesszük kockára.

---

<sup>45</sup> Amely lehet egy külső személy, cég, vagy a tanár, végső esetben a diák maga is. Gyakran az olyan feladatokból profitálunk leginkább szakmailag, amelyek egyszerű kikapcsolódásnak, játéknak indultak.

Egy elektronikai fejlesztés lépései:

- Specifikáció (a megrendelő határozza meg)
- A specifikáció pontosítása mérnöki szempontok alapján (a megrendelő és a fejlesztő együtt határozza meg)
- Megvalósíthatósági terv készítése (nem csak azt kell eldöntenünk, hogy fizikailag lehetséges-e a feladat, hanem előzetes költségelemzést is kell végeznünk, hogy megéri-e a feladatot végrehajtani).
- Hardver-szoftver arány meghatározása<sup>46</sup> (ezen a ponton a fejlesztés két párhuzamos szálra bomlik, amennyiben fejlesztőcsapat dolgozik a probléma megoldásán nagyon fontos a hardveres és a szoftveres fejlesztők együttműködésének biztosítása).

Hardverfejlesztés:

- Rendszerterv elkészítése (blokkvázlat szintjén meghatározni az egyes hardverelemeket)
- Alkatrész kiválasztása
- Kapcsolási rajzok elkészítése
- Szimulációs vizsgálatok elvégzése (ha kell ún. deszkamodellek összerakása breadboardon, vagy egyéb próbanyákon)
- Nyomatott áramkörök elkészítése
- Az alkatrész beültetése, prototípus elkészítése
- Tesztelési folyamat
- Szoftver beépítése, tesztelés

Szoftverfejlesztés:

- Programozási platform kiválasztása (programozási nyelv meghatározása)
  - Rendszerterv készítése (a szükséges modulok, függvények, rutinok meghatározása)
  - Kódolás
  - Tesztelés
  - Modulok egyesítése, tesztelés
  - Hardverbe való beépítés
  - Tesztelés
- 
- A hardver és a szoftverállomány együttes tesztelése
  - Átadás

---

<sup>46</sup> A hardver megbízhatóbb, és gyorsabb működést tesz lehetővé, azonban a szoftverrel ellentétben nehézkesen módosítható és minden egyes termék költségébe beépül.



Természetesen ha bárhol hibát észlelünk, akkor vissza kell térnünk egy korábbi folyamatra. Érdemes tisztázni, hogy előfordulhat, hogy nem csak egy, esetleg két lépcsőt kell visszalépnünk, hanem előfordulhat, hogy az egész rendszert újra kell terveznünk, vagy akár le kell mondanunk a megvalósításról.<sup>47</sup>

#### **4.4.24. A huszonkilencedik foglalkozás**

Az óra anyaga egy komplex mechatronikai<sup>48</sup> feladat ellátása FPGA segítségével. A feladathoz hozzá tartozik a programozás mellett áramkörismeret és mérés technikai ismeret is az élesztéshez.

Néhány példa, hogy milyen feladatot adhatunk ezen az órán a tanulóknak:

- Szervo- vagy egyéb motor vezérlése. A fordulatszám mérése inkrementális jeladó segítségével.
- Hőmérséklet szabályozás (különböző hőmérőchipek kezelése SPI-n I<sup>2</sup>C-n, One Wire kapcsolaton keresztül). Vészleállítási automatika kidolgozása.
- Kép megjelenítése TFT képernyőn – a mobilokban népszerű függőleges-vízszintes tartás ellenőrzése és a kép forgatása a nézetnek megfelelően.
- Dőlésszögmérés (autóriasztók esetén szokásos alkalmazás), rázkódás elleni védelem. Különböző egységek irányba állítása léptetőmotor és gyorsulásérzékelő segítségével. Pozíció tartás.

A megfelelő hatékonyság érdekében mindenképpen több feladattípussal készüljünk, amik közül a tanulók választhatnak, így nagyobb motivációs tényezővel számolhatunk. Ha van rá lehetőségünk folytassunk megbeszélést a diákokkal, ill. az osztályban tanító kollégákkal, hogy milyen típusú feladatok segítenék leginkább a tanítási-tanulási folyamatot, ill. melyek esnek leginkább a tanulók érdeklődési körébe.

Az adott perifériák lekezelésére írjunk előre programokat, és mutassuk be a működést a tanulóknak, hogy lássák, a feladat egyáltalán nem lehetetlen. Az egyes eszközök (motor, kijelző, hőmérő IC, gyorsulás érzékelő, stb.) működéséhez osszuk meg tanulóinkkal a gyártó által kiadott adatlapot, a többit bízzuk rájuk! Kérdés esetén siessünk a segítségükre, de alapvetően az önálló kutakodást és munkavégzést pártoljuk!

---

<sup>47</sup> Ahhoz, hogy minél kevesebbszer kerüljünk ilyen kellemetlen helyzetbe fordítsunk minél több időt a tervezési fázisra.

<sup>48</sup> A hangsúly a komplexitáson van és nem a mechatronikán.

#### 4.4.25. A harmincadik foglalkozás

A PONG nevű játékprogram az Atari fejlesztésében egy kétdimenziós asztalitenisz szimulátor. A program hihetetlen népszerűségnek örvendett amikor megjelent, és továbbfejlesztésének története jó alkalom arra, hogy egy kicsit „lazább”, beszélgetős órát tartsunk, ahol egy kis erkölcsi oktatást is megejthetünk. Az eredeti PONG kétszemélyes játék volt. Nolan Bushnell az Atari elnöke és Steve Bristowv találta ki, hogy meg kellene csinálni az egyszemélyes változatot is – ez lett a még ma is gyakran játszott fallebontós verzió. A munkát Steve Jobs vállalta 750 dollárért. Az Atari kikötötte, hogy 100 TTL IC-ből kell megoldani a feladatot.<sup>49</sup> Minden egyes IC megspórolásáért +100 dollár prémiumot ajánlottak fel. Steve Jobs azonban inkább az üzlethez értett, mint az elektronikához, ezért megkérte barátját Steve Wozniakot, hogy segítsen neki. Wozniak ekkor a HP-nél dolgozott főállású munkatársként és amikor Jobs megkereste azt mondta neki, már csak négy nap volt hátra az első prototípus bemutatásának határidejéből.<sup>50</sup> Wozniak nappal a HP-nél végezte a munkáját, éjjel a Breakout néven futó projekten dolgozott. Hihetetlen teljesítménnyel négy nappal később bemutatta működő prototípusát Jobsnak, amely mindössze 42 IC-t tartalmazott. Jobs felvette a pénzt és elfelezte Wozniakkal, azonban a prémiumról nem szólt neki. Érdekes, hogy Steve Jobs nevét valószínűleg a legtöbb diákunk ismerné, Wozniakét pedig nem. Érdeemes megemlíteni, hogy a mai világban is sajnos vannak hasonló fejlesztések, ahol a fiatal tehetségeket kihasználják a gátlástalan emberek. Figyelmeztessük tanulóinkat, hogy a tisztesség és a becsület azon kevés dolgok egyike, amelyet nem vehetnek el tőlük, azt csak önként lehet feladni. Nem könnyű ma megtartani ezeket a tulajdonságokat. A történet pikantériája egyébként, hogy Wozniak később miután megtudta az igazságot, csak mosolygott Jobs viselkedésén, és azt mondta, hogy őt mindig jobban érdekelte a pénz.<sup>51</sup> Wozniak fejlesztette ki az Apple I-et, amit ötször is felajánlott a HP-nek ingyen, azonban a cég nem látott benne lehetőséget, ezért hosszas huzavona után végül a két Steve megalapította az Applet.

---

49 A fejlesztés 1975-ben történt, amikor még nem termett minden bokrban CPU és MCU, a különböző játékkonzolok még ún. TTL temetők voltak.

50 Ez nem volt igaz, egyetlen cég – az Atari – sem gondolta komolyan, hogy ennyi idő alatt végre lehet hajtani egy fejlesztést.

51 „Kit megraboltak gonosz tolvajok,  
Tolvaját lopja meg, ha mosolyog;  
De önmagát kétszer rabolja meg,  
Ki vesztésén mód nélkül kesereg.”  
Othello

Mutassuk be a diákoknak a PONG-ot, és beszéljük meg közösen, milyen részfeladatokra érdemes felbontani a fejlesztést! Miután a feladat megvalósítása bonyolult, ezért mindenképpen a projektmódszer javasolt. Ekkorra már kialakulnak a belső erőviszonyok, és így könnyebb a csoportmunka. Fontos, hogy tisztázzuk, ki miért vállal felelősséget és biztosítsuk a tanulókat, hogy ha segítségre lesz szükségük a projekt végrehajtása során ránk mindig számíthatnak.

A következő órák anyaga a projekt haladási ütemétől függően erősen változhat. Bár fontos, hogy a tanulók ebben a fázisban már önállóan haladjanak, nem szabad elfelejtenünk, hogy a feladat nagyon nehéz, ezért tartsunk folyamatos kapcsolatot a projektvezetővel, vagy -vezetőkkel<sup>52</sup>! Az ütemterv elkészítése az ő feladatuk. Biztosak lehetünk abban, hogy ez nem lesz tökéletes, hiszen diákjainknak még nincs megfelelő tapasztalatuk komolyabb projektek végrehajtásában. Fontos, hogy ha csúszás történik, ill. valamely részfeladat nem készül el, akkor tisztázzuk ennek okát, és mindig keressük az optimális megoldáshoz vezető utat. Ha tanulóink emiatt rosszul éreznék magukat hozhatunk példákat az iparból, ahol több 10 éves szakmai múlttal rendelkező profi csapatok is előre nem látható problémákba ütköznek, csúsznak a határidők, zsákutcába fut a fejlesztés. Nagyon tanulságos az irodalomjegyzékben is szereplő Robert C. Martin által írt Túlélőkönyv programozóknak című könyv Nyomás fejezete, ill. a zsákutcákról és szemétkupacokról szóló fejezetek. Ne feledjük, hogy diákjaink még nem profik, de tevékeny segítségünkkel elindulhatnak azon az úton, aminek a végén profi fejlesztőkké válnak.

---

52 Több csoportot is alakíthatunk.

## 5. Szakköri foglalkozások

Miután az érvényben lévő kerettantervnek nem része az FPGA áramkörök oktatása, ezért ezekre – jelenleg – csak szakköri keretek között tudunk időt szakítani. Annak idején a mikrovezérlő szakköröknek komoly hatása volt abban, hogy a villamosmérnöki pályát válasszam. Egyértelműnek tartottam, hogy pedagógusként én is élni fogok ezzel a lehetőséggel, és nagy erőket fogok fordítani a tehetséggondozásra. Úgy vélem, hogy ma erre nagyon kevés időt, energiát és nem utolsósorban pénzt tudunk fordítani. A rendszer támogatást biztosít az SNI-s, BTM-es illetve a hátrányos helyzetű diákok felzárkóztatására és képzésére, de úgy vélem, közben megfélekedünk a másik oldalról, és tehetségeinkre nem fordítunk kellő figyelmet. Erről Juhász Róbert kollégám is beszél a mellékletben szereplő interjúban.

Egy szakkör alapvetően más, mint egy tanóra, itt a tanár és a diák sokkal fesztelenebb kapcsolatba kerülhet. Nagyon fontos, hogy miután a foglalkozás önkéntes, ezért mind a pedagógus, mind a diák maximális elkötelezettséggel rendelkezik a munka iránt. A szakkörön – miután az itt tanultak egyfajta pluszt jelentenek – a tananyag átadása során nincs rajtunk olyan teher, mint egy normál tanórán<sup>53</sup>, ha kell gyorsabban, ill. lassabban is haladhatunk. A differenciálás is könnyebb, egyrészt a létszám kisebb volta, másrészt a résztvevők elkötelezettsége és önállóságra való nagyobb hajlama miatt. A szakköri foglalkozások nagyon jó lehetőséget teremtenek a különböző versenyekre való felkészítéshez. Az ilyen megmérettetésen való részvétel – függetlenül a helyezéstől – sokat segít a tanulóinknak a felnőtté válásban. Remek alkalom, hogy diákjaink ízelítőt kapjanak szakmai rivalizálásból ellenőrzött körülmények között. Mindezek mellett a szakköri foglalkozáson könnyebb a csoportmunka szervezése is, ami fejlesztheti diákjaink különböző szociális készségeit.

A szakkörökön résztvevő tanulók az itt tanultakat magukkal viszik a tanórákra is. A többi diák kedvet kaphat tőlük akár a szakköri foglalkozásokon való részvételre, akár a szakma mélyebb megismerésére. Mindemellett nem szabad elfelejtkeznünk a szakkörök nevelő hatásáról sem. A mai világ sajnos a deviáns, helytelen viselkedést emeli piedesztálra. Nagyon nehéz így a tanulóknak a pozitív tulajdonságokat erősíteni, a negatívakat lebontani – hiszen azt látják, hogy a valóságban sokszor azok az emberek érnek el sikereket, akik nem éppen a tisztességes munkájukról híresek.

---

<sup>53</sup> Nincs közvetlen kimenet.

A szakkörök lehetőséget biztosítanak számunkra, hogy a jót, a kemény munkát, a tisztességet és a becsületet díjazzuk, ezeket a tulajdonságokat helyezük előtérbe tanulóink számára. A szakkörökön résztvevő diákokkal az ott kialakult jó munkakapcsolatot átvisszük a tanórákra is. Ez, és az a tény, hogy a szakkörökre járó tanulók jobb eredményeket érnek el a szakmai tárgyakban, versenyekre járnak és ott eredményesen szerepelnek kiemeli őket társaik közül és ezáltal egyfajta példát állítanak a többiek elé.

### **5.1. Egy FPGA szakkör tapasztalatai**

Bár mindig is szerettem új dolgokkal megismerkedni, velük foglalkozni és élvezem a pályám során elérem kerülő kihívásokat, mégis nehezen lehetett rávenni egy FPGA szakkör beindítására. Az FPGA-kal még a Kandón ismerkedtem meg, ahol Dr. Kohut József és Molnár Zsolt tanár urakkal sikerült együtt dolgoznom egy Mikroszámítógép Laboratórium kurzus beindításán. A kurzusnak az volt a célja, hogy a hallgatókat megismertesse a mikrovezérlőkkel, FPGA-kal, a nyáktervezés művészetével. Sajnos a kurzus mellé nem társult elméleti óra, csak laborfoglalkozás. Emellett gondot okozott a széleskörű ismeret átadása még a végzős mérnökhallgatóknak is. Pázmándi Péter tanulóm vett rá végül, hogy középiskolában is elkezdjem oktatni az FPGA fejlesztést. Hogy őszinte legyek nem fűztem hozzá nagy reményeket, hiszen tudtam milyen szerteágazó és bonyolult ez a témakör. A diákjaim lelkesedése azonban végül engem is magával ragadott, így egy szakkör keretében elkezdtünk komolyabban foglalkozni az FPGA-val. A jelenlegi oktatási vezetés a tehetséggondozást nemigen támogatja, a próbapanelek, programozók és egyébek megvételére nem volt lehetőségünk. Miután saját pénzből kellett mindent megvalósítanunk úgy döntöttünk, hogy ezeket az eszközöket többek között<sup>54</sup> a költséghatékonyság miatt magunk tervezzük meg. Bár nagyon sok – gyakran éjszakába nyúló – munkával jártak a szakköri foglalkozások egyáltalán nem bántam meg, hogy belevágtunk ebbe a projektbe. Nagyon sok hibát vétettünk a fejlesztés során. Itt meg kell említenem, hogy én is úgy vágtam bele az oktatásba, hogy még tanultam az FPGA alapokat – ez talán nem a leghatékonyabb módszer.

---

<sup>54</sup> Szerepet játszott még az is, hogy műszaki emberek révén szeretjük magunk megalkotni azt amivel dolgozunk, ráadásul így sokkal szabadabb keretek között tudjuk a munkánkat elvégezni és nem utolsó sorban ha meghibásodás történik a javítás is sokkal egyszerűbb. Ki kell még említeni, hogy ha valamilyen konkrét alkalmazáshoz szeretnénk FPGA-t használni, akkor a próbapanelek tervezése és megépítése során felhalmozott tapasztalatok komoly segítséget jelentenek.

A hibák ellenére – amik közben gyakran felrémlt előttünk a szoftver köznyelvi definíciója<sup>55</sup> – úgy érzem nagyon jól tudunk haladni a fejlesztéssel, és produktív munkát tudunk folytatni.

A szakkörökön tapasztaltak alapján azt tudom mondani, hogy bárki, aki ezekkel az áramkörökkel kezd foglalkozni rövid idő alatt megkedveli a velük való munkavégzést.

Fontos azonban, hogy mielőtt belevágnánk kutassunk egy kicsit a témában. Rengeteg angol nyelvű leírást találhatunk akár könyv formájában, akár az interneten különböző online dokumentumokban. Jelen szakdolgozat és a hozzá tartozó oktatócsomag is jelentős segítséget nyújthat a munkában. Ne felejtsük el, hogy ha felkeltjük diákjaink kíváncsiságát, ezt a szükségletet ki is kell elégítenünk, különben nagyon erős negatív motivációt gyakorlunk. Vagyis ha belekezdünk egy FPGA fejlesztés oktatásába, akkor legyünk elkötelezettek a kurzus/szakkör végigvitelében.

Az FPGA szakkörökön nagyon sok tapasztalatot gyűjtöttünk, aminek csak egy részét tudtuk szerepeltetni a hivatkozott oktatócsomagban. Számos programot, periféria lekezelést írtunk, amit még nem tartalmaz a dokumentáció. Műszaki emberként sajnos mi se szeretjük munkánk ezen részét.<sup>56</sup> Mindemellett az oktatócsomagot ki fogjuk bővíteni a legújabb fejlesztéseinkkel, célunk, hogy egy teljes körű műszaki leírást készítsünk, ami által mindenki belekóstolhat az FPGA-val való munka szépségébe.

Amennyiben szakköri foglalkozás keretében kívánjuk az FPGA fejlesztést oktatni, olvassuk el az FPGA fejlesztés a gyakorlatban oktatócsomag ide vonatkozó 10. fejezetét, amely tartalmaz néhány hasznos instrukciót, illetve egy tanmenetet is – ez utóbbi nagyrészt megegyezik a szakdolgozat mellékletében szereplővel (9.5. fejezet).

Akár szakkör, akár normál órakeretben történik az oktatás a megfelelő felkészülés elengedhetetlen. Én itt hibáztam, amikor a szakkört elkezdtem. Mentségemre legyen mondva se idő, se megfelelő szakirodalom nem állt rendelkezésemre, a tárgyi feltételekről nem is beszélve. Ez azonban ha jobban megnézzük csak kifogás. Nekem szerencsém volt, mert a diákjaim kiségtettek és elfogadták, hogy ebben a témában még én is sokszor kezdőnek tűnök. A tanácsom azok számára akik ezzel szeretnének foglalkozni, hogy ne essenek ebbe a hibába!

---

<sup>55</sup> A szoftver: ami miatt a hardvert rugdossuk.

<sup>56</sup> És persze ki kell emelnünk az időhiányt is. Pázmándi Péter pl. jelenleg is egy KFKI-s FPGA fejlesztésen dolgozik, így a dokumentáció készítésre fordítható ideje eléggé behatárolt.

## 6. Kitekintés

Iskolánkban a 2013-as tanévtől bevezettük a Moodle keretrendszert Juhász Róbert kollégámmal. Az eddigi visszajelzések pozitívak. A munkát folytatni kívánjuk, azonban még nagyon sok kihívás vár ránk. Még csak most kezdjük felismerni, hogy milyen sok lehetőség van a rendszerben. A portfóliómhoz tartozóan egy kérdőíves kutatást végeztem a diákok körében a Moodle-ról és azt tapasztaltam, hogy a többségnek segítséget nyújtott a tanulmányai során. Mindemellett többen felvetették, hogy több önellenőrző lehetőségre és nagyobb fokú interaktivitásra lenne szükség. Felmerült más szoftverekkel való együttműködés is – pl. szimulációs eredmények szerepeltetése.

Terveim között szerepel, hogy az oktatócsomagra és a szakdolgozatra építve egy önálló Moodle-s kurzust hozok létre az FPGA fejlesztés tanulására. Ehhez a következő online elérhető taneszközöket szeretném kidolgozni:

- Különböző rövid (5-10 oldalas) leírások, gyakorlatok, amiknek az elsajátítása nem igényel többet 30 perc-1 óránál
- Önellenőrző (max. 15 perces) tesztek
- Leckék kiírása (15 perc-60 perc)
- Egyszerűbb beadandó feladatok kidolgozása
- Fórum és csevegőszobák üzemeltetése
- Projektfeladatok kiírása (a megoldáshoz csoportmunka szükséges)
- Az FPGA fejlesztés a gyakorlatban oktatócsomag további bővítése

A munkában néhány lelkes diákom segítségére is számítok, ill. megpróbálom néhány kollégámat is bevonni a projektbe. Úgy gondolom, hogy komoly motivációs tényező lehet, ha érdekes, csúcstechnológiával foglalkozó kurzusokat indítunk. Fontos hogy ezek összeállításánál elsődleges célunk legyen az önálló otthoni haladás biztosítása.

Természetesen a siker érdekében a kurzusoknak gyakorlati háttérrel is kell biztosítani. Úgy érzem ez lesz a legnehezebb, hiszen ennek komoly személyi és tárgyi feltételei vannak. A személyi feltételek iskolánkban úgy érzem adottak. A műhelyek felszereltsége azonban mára már elavult.

A kormányzatnak figyelembe kell vennie, hogy a magas fokú szakképzéshez megfelelő eszközöket kell biztosítani. A duális képzés erőltetése helyett a vállalatokkal egy hatékony együttműködést kell kialakítani, mely kölcsönös előnyöket biztosít mindkét fél számára. Ahhoz, hogy ezt elérjük a szakképző intézmények együttes fellépése szükséges. Sajnos a rendszer jelenleg úgy van kialakítva, hogy az együttműködés helyett inkább a rivalizálást erősíti. Szakemberekként azonban felül kell emelkednünk ezen az ideiglenes helyzeten. Úgy gondolom, hogy még nem késő megtenni ezeket a lépéseket, azonban ha sokáig halogatjuk a beavatkozást, akkor a szakképzés színvonala – hosszú időre visszafordíthatatlanul<sup>57</sup> – olyan szintre süllyed, ami már a nemzetgazdaságot veszélyeztetheti. Minden a szakképzésben dolgozó személy – bár eltérő mértékben – de felelősséggel tartozik azért, hogy ez a helyzet ne alakulhasson ki.

---

57 Rombolni sajnos mindig könnyebb, mint építeni.



## 7. Összefoglalás, konklúzió

Szakedolgozatomban egy korszerű technológiát az FPGA fejlesztés oktatását kívántam bemutatni középiskolai keretek között. Úgy érzem az alapvető célt elértem, bár ahhoz, hogy a sikert teljesnek nevezhessem még nagyon sok munka vár rám.

Amikor a szakedolgozatot készítettem a felépítésén sokat gondolkoztam. Eredetileg nagyobb részt szántam a kerettanterv elemzésére és az új tárgyak, témakörök részletezésére, valamint az új technológiák bemutatására. A dokumentáció készítése közben azonban úgy éreztem, hogy nem ennek kell a fő irányvonalat képviselnie. Végül úgy döntöttem, hogy a szakedolgozat az FPGA egy lehetséges oktatását tekinti a fő irányelvnek. Ennek rendeltem alá a többi fejezetet. A különböző módszerek és munkaformák bemutatását azért tartottam elengedhetetlennek, mert ezek nagyban meghatározzák az oktatás hatékonyságát. Mégse gondolom úgy, hogy ki lehet jelteni, hogy egy adott témakört egy adott módszerrel és munkaformában kell megtanítani. Ezért a módszereket egy külön fejezetben szerepeltettem, az FPGA oktatás bemutatásánál pedig inkább csak ajánlásokat tettem a használatukra. Úgy érzem, hogy a szakedolgozat segítséget nyújthat azoknak a szakembereknek akik arra adják a fejüket, hogy egy ilyen új és érdekes témakört oktatnak. A szakedolgozat és az oktatócsomag körültekintő használatával valószínűleg elkerülhetőek azoknak a hibáknak a többsége, amiket én sajnos elkövettem szakköri keretek között.

A szakedolgozat végén összegzem a szakköri tapasztalataimat és hangsúlyozom ennek a képzési formának a fontosságát. Valamint egy Kitekintés fejezetben felvázolom a további fontos teendőket, amiket az oktatás hatékonyságának növelése érdekében a közeljövőben szeretnék elvégezni.

A Mellékletben szerepel egy interjú Juhász Róbert kollégámmal a szakkörök és a tehetséggondozás fontosságáról. Szintén itt kapott helyet egyik diákom Pázmándi Péter véleménye az FPGA szakköréről.

## **8. Angol nyelvű összefoglalás**

In my thesis I'd like to show the teaching of a modern technology, the FPGA development in secondary school. I think I reached the primal goal, but I have much more work to do before I can call it a complete success.

When I was working on my thesis, I was thinking a lot on its structure. First I wanted to write more about the details of curriculum and new subjects. While I was writing the documentation, I felt it hasn't be the main topic. Finally I decided the thesis will be about the possibility of FPGA's teaching. It's necessary to show the different methods and forms of work, because they greatly influence the efficiency of education. I also don't think that every subject has to be taught with a specific technique. This is why I spent a separate chapter to them, and where I show the teaching of FPGA I only recommend the usage of some. I think this thesis will help those professionals, whose want to teach a new and interesting subject like this. I hope the thesis and the education kit will help avoid those mistakes that I made unfortunately.

At the end of my thesis I sum up my experiences and emphasize the importance of this form of training. I also list additional doings in the chapter 'Kitekintés', that I want to do in the near future to increase the efficiency of education.

In the appendix there is an interview with my colleague, Juhász Róbert about the efficiency of developing for the future. There is also an opinion about FPGA teaching from a student of mine, Pázmándi Péter.

## Irodalomjegyzék

- 1: Nagy József, Magyar Pedagógia, 103. évf. 3. szám 269-314., 2003
- 2: Simonyi Károly, Elméleti villamosságtan, 1967
- 3: Fogarasi Béla, Logika, 1958
- 4: Baloghné Szombathelyi Mária, Az elektronika tanításának módszertana, 1998
- 5: Falus Iván, Didaktika, 2003
- 6: dr. Kovács Oszkár, Multimédia kommunikáció IP környezetben, 2012
- 7: Czomba Sándor (NGM), Sajtótájékoztató a Siemens Zrt. tanműhelyében, a duális szakképzést népszerűsítő kampány részeként, 2014
- 8: Xilinx, <http://www.xilinx.com/ise/products/memory.htm>, 2014.05.01,
- 9: Robert C. Martin, Túlélőkönyv programozóknak, 2011
- 10: Varga László, Mikrovezérlők oktatására alkalmas kérésleti panel fejlesztése, 2009
- 11: Erdélyi Zsolt, Pázmándi Péter, Varga László, FPGA fejlesztés a gyakorlatban oktatócsomag, 2014

## 9. Mellékletek

### 9.1. A szakköri foglalkozások hosszútávú hatásai

(interjú Juhász Róbert mérnök tanárral a mikrovezérlő szakköréről, amit majd 15 éve rendszeresen tart)

Az interjú előzetesen összeállított kérdései:

- Mióta foglalkozik oktatással?
- Miért döntött úgy, hogy elkezd szakköri foglalkozást tartani?
- Milyenek voltak az első tapasztalatok, élmények, mi az amire számított, és mi okozott meglepetést?
- Hosszú ideje tart szakköri foglalkozást, amelyet a jelenlegi rendszer nem honorál. Mi motiválja még Önt, mi az ami miatt fontosnak érzi a pedagógiai munka ezen részét?
- Hogyan, és miért kezdett el foglalkozni a mikrovezérlőkkel?
- Mennyire tartja fontosnak a programozható eszközök tanítását a villamos képzésben?
- Hajlandó lenne-e újabb fajta kontrollereket, vagy egyéb programozható eszközöket megismerni, ill. tanítani akár szakkörön, akár normál tanórán?
- A villamos szakma ma nagyon szerteágazó ismereteket követel meg. A tananyag nő, az óraszámok csökkennek. Ön szerint melyik az előnyösebb felfogás, több dolgot tanítsunk meg a diákoknak kevésbé mélyen, vagy sok dologról csak érintőlegesen beszéljünk, és egy-két adott célterületre összpontosítsunk?
- Ön szerint a közoktatásban zajló reformok mennyire segítik elő a tehetséggondozást?
- Mit tudna tenni akár a kormányzat, akár az oktatási vezetőség, akár az intézmény vezetősége, hogy az Ön munkáját megkönnyítsék, hogy segíthessék a hatékonyabb munkavégzésben?

Az alább olvasható interjút **Drevnó Gina Annabella** tanulónk készítette.<sup>58</sup>

**Riporter:** Üdvözlöm a tanár urat! Köszönöm, hogy időt szakított rám. Nos, kezdjük is el. Mióta van Ön a tanári pályán?

**Juhász Róbert:** Ide s tova 22 éve.

**Riporter:** Hogyan és miért kezdett el a mikrovezérlőkkel foglalkozni?

**Juhász Róbert:** Ennek elég hosszú története van. Anno még mikor tanultam ilyen programozást az akkori Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolán (KKVMF), még nagyon szörnyű gépek voltak és borzasztó módon tanították ezt a dolgot. Akkor úgy gondoltam, hogy nem fogok ezzel foglalkozni, távol áll tőlem. Nem is igazán tudtam megfogni a lényegét. Aztán sokáig ez így is maradt, nem foglalkoztam ezzel a témával. Ami változást hozott ezen a téren később, hogy elkezdtem járni a Budapesti Műszaki Egyetem okleveles Villamosmérnöki és Informatikai karára. A digitális technika és számítógép architektúrák tagozaton, az ottani digitális technika tanárom egy kicsit más szemszögből mutatta be a dolgokat. Elsősorban a hardver oldal az, ami megfogott és később ezáltal megértettem hogyan is működik egy ilyen számítógép és mi a lényege. Ekkor gondoltam úgy, hogy megpróbálkozom én is ezzel a témával. Beszereztem egy egyszerű MCS fejlesztő környezetet amire megpróbáltam programot írni. Ez egy kicsit macerás volt, úgyhogy áttértem a MicroChip PIC mikrovezérlőkre. Valahogy így kezdődött...

**Riporter:** Mennyire mélyen ismeri a mostani mikrovezérlőket?

**Juhász Róbert:** Erre nehéz válaszolni. Nem tudom. Elég sok mindent ismerek, de vannak rejtélyek még számomra is.

**Riporter:** Mennyire tartja fontosnak a programozható eszközök oktatását a mostani elektronika tantárgy keretén belül?

**Juhász Róbert:** Azt hiszem, hogy ha nem is olyan mélyen, ahogy én elkezdtem és elmerültem benne, de nagyon fontos, hiszen ha megnézzük, mindent ez irányít. Ma már kinél nincs egy mobiltelefon, amiben egy ilyen eszköz fut? Tehát ennek a megismerése egy nagyon fontos dolog, mivel mindenhol ezzel találkozunk manapság.

---

58 Hálás köszönet érte!

**Riporter:** Mióta tanít Ön ebben az iskolában?

**Juhász Róbert:** Már 22 éve. Itt kezdtem a tanári pályámat.

**Riporter:** Mi vette rá Önt, hogy elkezdjen mikrovezérlő szakköröket tartani?

**Juhász Róbert:** Amikor megismertem mélyebben ezt az áramkört úgy gondoltam, hogy érdekes a témakör és ha már tartunk szakkört, akkor legyen ez. Nagyon sok elektronikai építő szakkör volt már és én úgy gondoltam, hogy emellett jó lenne egy olyan is, ami egy kicsit más irányba viszi el a tevékenységet. Ne csak forrasszunk, építsünk, összerakjunk, hanem egy kicsit tegyük be mellé ezt is, hogy megismerjék a programozást is a gyerekek.

**Riporter:** Milyenek voltak az akkori visszajelzések, tapasztalatok ezzel kapcsolatban?

**Juhász Róbert:** Azt hiszem, hogy érdekesnek találták a gyerekek, mivel akkor még nem sok ilyen létezett. Eléggye gyerekcipőben járt még ez a téma. Ez nem volt tananyag a középiskolákban, egyetemekre is alig szűrődött be.

**Riporter:** A diákok, akik itt tanulták ezt elég eredményesek voltak az ezzel kapcsolatos versenyeken, többnyire az elsők között végeztek. Ön szerint mi volt ennek a hátterében?

**Juhász Róbert:** Úgy vélem, ezt én nem tudom ilyen egyszerűen megítélni, mivel elég sok összetevője van. A témakörnek nem volt egy kidolgozott – magyar nyelvű – tematikája, se könyv, se tananyag. Erre én készítettem egy módszertant, amit ki dolgoztam olyan szintre, hogy eszközöket is készítettünk ezzel kapcsolatban és gyártottuk rá a programokat. Így a rengeteg program mellett és a tapasztalatok alapján talán egy kis előnyt sikerült szereznünk, mindig egy kicsivel előrébb voltunk, mint a vetélytársak. A diákok hozzáállása, ami még ebben nagy szerepet játszott. Aki ide bejött volt, hogy este 10 órakor ment haza

**Riporter:** Mióta tart Ön ilyen jellegű szakköröket?

**Juhász Róbert:** 1999-2000 óta.

**Riporter:** Lassan már 15 éve tartja a szakköröket és a mostani rendszer ezt nem támogatja. Miért csinálja mégis? Mi a motiváció?

**Juhász Róbert:** Ez is egy olyan kérdés, amire nagyon nehéz válaszolni. De aki pedagógus az valószínűleg szeretné a tudását átadni és erre egy lehetőség a szakkör is. Én inkább a tehetséggondozásra fektetem a hangsúlyt, nem pedig a felzárkóztatásra. Én úgy érzem, hogy mostanában a tehetséggondozás sokkal inkább háttérbe szorult a felzárkóztató pedagógia mellett.

**Riporter:** Nap, mint nap jelennek meg újabb fejlesztések. Ezt Ön mennyire vonja be a szakköreibe? Mennyire haladnak az új típusokkal és milyen mértékben tartják meg a régebbi fejlesztéseket?

**Juhász Róbert:** Vannak nagyon egyszerű alaptípusok. Vannak olyan bevált architektúrák, amik nagyon jól teljesítenek, illetve ezek klónjai, amiket tovább vittek. Ezeket azért használjuk előszeretettel, mert egy nagyon bevált, kiforrott technológia és működnek rajta a különböző funkciók. Nagyon sok olyan fejlesztés van, amihez ez nem tartozik hozzá és még a leírás sem pontos és nem aszerint működnek. Egy csomó rejtett hibával rendelkeznek, de az újdonságokról sem szabad lemondani. Hiszen rengeteg olyan lehetőség van bennük, amit érdemes megtanulni és megtanítani. Inkább kombináljuk a kettőt és a régi hagyományos technikával tanítsuk meg az alapokat és nyissunk az új dolgok felé is! Persze, találkoztunk már olyannal, ami teljes zsákutca volt, Akkor azt mondtuk, hogy ezt felejtjük el, de van, hogy felfedezünk olyat, amire azt tudjuk mondani, hogy ez jó, vigyük tovább.

**Riporter:** Ön szerint, érdemes lenne a mikrovezérlők világát beemelni az órai tananyagba és nem csak szakkör keretein belül megismertetni őket a gyerekekkel?

**Juhász Róbert:** Igen, mindenképp. Hiszen a legújabb elektrokönyv végében – ugyan csak 1,5 oldalban – de már ott vannak a mikrovezérlők és mikroszámítógépek. A tananyag nem változott csak bővítettünk és az óraszám maradt ugyanannyi. Valahol kell egy paradigmaváltás. Ha megnézzük a 15÷20 évvel ezelőtti könyveket szinte ugyanazok. A tananyag azokhoz képest csak bővült új ismeretekkel, amiket mindenképpen meg kell tanítani, hiszen erre nagyon nagy a kereslet. Jelentős részét képezik a mostani életünknek.

**Riporter:** A tananyag nő az óra szám stagnál. Többféle tanítási elv is van, mint például hogy mindenről beszélünk egy kicsit és érintőlegesen megtanítunk mindent, vagy egy két részt kiemelünk, a többi pedig háttérbe szorul. Melyiket tudná Ön támogatni, elfogadni?

**Juhász Róbert:** Szerintem így egyik sem megfelelő. A kettő között van a helyes út. A hangsúlyokat kell áttenni és észre kell vennünk, hogy mire van szükség. Hiszen ma már mindenki tudja, hogy mi az a számítógép és nincs szükség ennek a magyarázatára.

**Riporter:** Mennyire érdeklődőek manapság a diákok? Meg tudja őket fogni a 10 évvel ezelőtti technika? Illetve a mostani „csoda” fejlesztések?

**Juhász Róbert:** Szerintem, minden újdonságra fogékonyak, hisz mindenki a telefonját simogatja és alkalmazásokat töltöget le, de nem biztos hogy arra használjuk ezt a technikát mint amire kéne, vagy képes.

**Riporter:** Többen látogatnak el a szakkörre ma a régebbi időkhöz képest?

**Juhász Róbert:** Egyértelműen kevesebben.

**Riporter:** Mi lehet ennek az oka? Hol veszik el a kíváncsiság?

**Juhász Róbert:** Ezen sokat gondolkodtam, de ezt nem én fogom megoldani. Ennek sokkal mélyebb okai vannak. Inkább társadalmi probléma ez az érdektelenség, mint tanári vagy iskolai. Én teljesen másképp gondolkodtam ezekről a dolgokról, hiszen a kisgyermek mindenre kíváncsi, mindent tudni akar ő is. Mostanra mintha ezt elvágták volna. Őket semmi sem érdekli. Már gyerekkorom óta foglalkozom ilyen dolgokkal, építgetek, de még mindig megvan a gyermeki lelkesedés, hogy összeraktam és működik. De szerintem ez nem az iskolában gyökerező probléma.

**Riporter:** Nehezebb ma tanítani, mint 15 évvel ezelőtt?

**Juhász Róbert:** Sokkal. Hisz motiválatlanok a gyerekek és a tanulás akarati funkció. Egész személyiség kell hozzá, és ha erre nincs készítés, akkor tanulás sem lesz. Ez rettenetesen látszik és ezt próbáljuk bepótolni a tanórán. Ebből következik, hogy sokkal kevesebb dologra jut időnk és felszínesebbek a tananyagok. Mindenhez kell egy adó meg egy vevő, de ha nincs vevő, az adó hiába küszködik. A tanulást nem lehet sehogyan sem megkerülni, semmilyen tanulásmódszertan váltással sem.



**Riporter:** Hogyan támogatja a közoktatás a tehetséggondozást?

**Juhász Róbert:** Sehogyan sem. A hangsúlyt a felzárkóztatás kapja, és olyan fejlesztéseket kapnak a 3H-s tanulókat oktató vidéki iskolák, amire semmi szükség. Az ilyen helyeken minden tanterem fel van szerelve laptopokkal, én meg 20 éves gépeken próbálok tanítani. Ez nem egy reális állapot.

**Riporter:** Mivel tudná az oktatási vezetőség, a kormány esetleg az iskola segíteni az Ön munkáját?

**Juhász Róbert:** Háborúhoz: pénz, pénz, pénz. Valamit áldozni is kell, ha azt akarjuk, hogy korszerű és modern legyen az oktatás. Nem szabad hagyni, hogy itt olyan felszerelések legyenek, amit már 10 éve nem látnak a diákok, hogy olyan CRT monitorokon dolgozzunk, amik lassan már múzeumi darabnak számítanak!

**Riporter:** Mit gondol, az iskola vezetősége tesz lépéseket a probléma megoldása felé? Próbálják támogatni, fejleszteni az iskola felszereltségét?

**Juhász Róbert:** Azt hiszem, hogy megpróbál, de az a helyzet, hogy nincs már lehetősége sem, hisz meg van kötve a keze. Nincs gazdasági önállósága az iskolának. Már nem tudunk pályázni, mint régen. Anno pályáztunk, nyertünk pénzt, abból fejlesztettünk. Most kapunk valamennyi pénzt és játszunk gazdálkodj okosan, a tanulás rovására.

**Riporter:** Köszönöm szépen a tanulságos beszélgetést! További sok sikert és kitartást kívánok a tanításhoz!

## **9.2. Az FPGA szakkör diákszemmel**

### **Pázmándi Péter Zsolt írása**

Varga Tanár Úr több szakkört is tartott korábban. Kezdetben mérést, FPGA-t és végül nyáktervezést, ráadásul ezek mellett mindvégig a PIC programozáson is részt vett segítőként.

Az első évem talán második felében kerülhettem be PIC programozásra, ahol Juhász Tanár Úrtól elsajátíthattam az alapokat a mikrovezérlők terén. Ekkor még nem tanultam elektronikát, mivel nyelvi előkészítő osztályba jártam. Ellenben már elkezdtem foglalkozni a témával, és ebben Varga László Tanár Úr segített. Év vége felé, még tervezni nem tudtam áramköröket (túl nagy dolgokat akartam feltalálni a semmiből) de már jobb betekintést nyertem az elektronika világába, és tudtam egyszerűbb programokat írni.

Második évben már jelentkeztem a Mérés szakkörre is. Az egyik legeredményesebb félévemnek tekinthetem, máig abból élek amit akkor tanultam. Elméletből Varga Tanár Úr megtanította az alapokat, kiszámoltuk mi lesz a mérés eredménye, méréssel bizonyítottuk, és még a gyakorlatban is kamatoztattuk ezeket. Akkoriban a matematikával is kisebb problémáim voltak, de mindez magától megoldódott a szakkör alatt, és most már a legjobbak között vagyok.

A tanórák kerete alatt elektronikából további 2 évig nem tanultam semmi újdonságot, csak 1-2 apró érdekességet. Miután elértem egy bizonyos szintre, a szakkörök tananyaga kissé szabadabbá vált, saját projektekbe kezdtem és ebben végig támogattak (ami rengeteg plusz munkát jelentett Juhász Róbertnek és Varga Lászlónak), így év végére már kisebb műszaki feladatokat el tudtam végezni.

Varga Tanár Úr egyik alkalommal, beszámolót tartott különböző vezérlőkről, köztük az FPGA-ról is, melyben személy szerint rengeteg lehetőséget láttam, és megpróbáltam meggyőzni a Tanár Urat, hogy foglalkozzunk a témával. Ahhoz hogy ez megtörténhessen rettentő sok munkára lett volna szükség, és éppen versenyre készült pár diákkal így akkor nem lett belőle sok minden. Év vége felé mikor már lezajlott minden, felvettem még egyszer a témát, és hozzásegített annyit, hogy az első panelt meg tudjam tervezni, mely év vége után egy héttel sikerült is.

Harmadik évben a Varga László FPGA szakkört indított a mérés helyett, legalább fél, vagy egy éves munkával tervezett próbapaneleket, melyekben én is segítettem. Az első panelt én terveztem, ez volt a prototípus adapter panel amelynek csak annyi volt a feladata, hogy elindítsunk egy SPARTAN3 VQ100-as FPGA-t, és az IO lábakon megjelenjen a kívánt eredmény. Ezen panelen még nem volt semmilyen védelem, ellenben fele akkora volt, mint az utódja. Dolgoztunk vele egy darabig, megismertük a processzor tulajdonságait, és a panel hiányosságait, utána következett a V2-es adapter panel tervezése. Ezt a Tanár Úr tervezte meg, mely már el lett látva védelemmel, és tartalmazott már memóriát is, hogy újraindításonként ne kelljen mindig újraprogramozni. Nos, önmagában egy adapterpanel nem volt elég sok mindenre, így következett a V1-es próbapanel hozzá. 4db 7-szegmenses kijelző multiplexelve, nyomógombok, kapcsolók és LED-ek összessége. A panel önmagában egyszerűnek tűnik, de rengeteg lehetőség rejlett benne. Először is kialakult bennünk egy programozási stílus, egy séma ami alapján a rendszert felépíthetjük. Először csak kombinációs hálózatokkal kezdtük SCH-n, mint például szavazóáramkör nyomógombokkal, garázsszellőztető, kódoló, dekódoló.

Aztán megírtuk ugyanezeket VHDL nyelven is, és utána kezdődött a szekvenciális hálózatok készítése. Az első ilyen a kijelző volt, először is kellett egy dekódoló, ami a 4db bináris számot átalakítja a kijelzőnek megfelelően, és egy multiplexer, ami a 4 tranzisztort váltogatja. Aztán készítettünk futófényt, és továbbfejlesztettük egy bitenkénti fényerő-szabályozással, ami annyit tesz, hogy a futófény minden LED-je más fényerővel világított, végül lett belőle Knight Rider is. Mikor kinőttük ezt a próbapanelt, elkészítettük a 2. verzióját, melyen volt soros port (RS232), LED kijelző, és VGA. Írtunk programot amellyel Windowson elküldünk soros porton keresztül adatot az FPGA-nak, és az kiírja a kijelzőre. A VGA-hoz kellett készíteni egy kis kiegészítő memória panelt, utána csináltunk kezdetleges grafikus programokat, mint például paint, vagy különböző formák transzformálása.

Közösen kitapasztaltuk az FPGA-k jellegzetességeit, és egy év alatt sok mindent megtanultam róluk. A végső cél egy PONG nevezetű játék lett volna, ellenben inkább írtam egy rajz programot. Elkezdtem foglalkozni a nagyáramú technika alsó kategóriáival, amivel haladtam egy kicsit ugyan, de ahhoz még kevés voltam. Ellenben a próbálkozásaimból sokat tanultam, és mindig segített a Tanár Úr ha valami nem ment.

Lehetőséget kaptam, hogy részt vegyek Varga Tanár Úrral közösen egy oktatócsomag kidolgozásában, ami bemutatja az FPGA fejlesztés alapjait. Ehhez rengeteg feladatot találtunk ki és programoztunk le közösen. Örültem, hogy a Tanár Úr megbízik bennem annyira, hogy a segítségemet kéri ebben a projektben. A leírás, ami végül is elkészült egyelőre csak betekintést nyújt az FPGA-k világába, de folyamatosan bővítjük és reményeink szerint egy éven belül egy profi kézikönyvvé tudjuk fejleszteni.

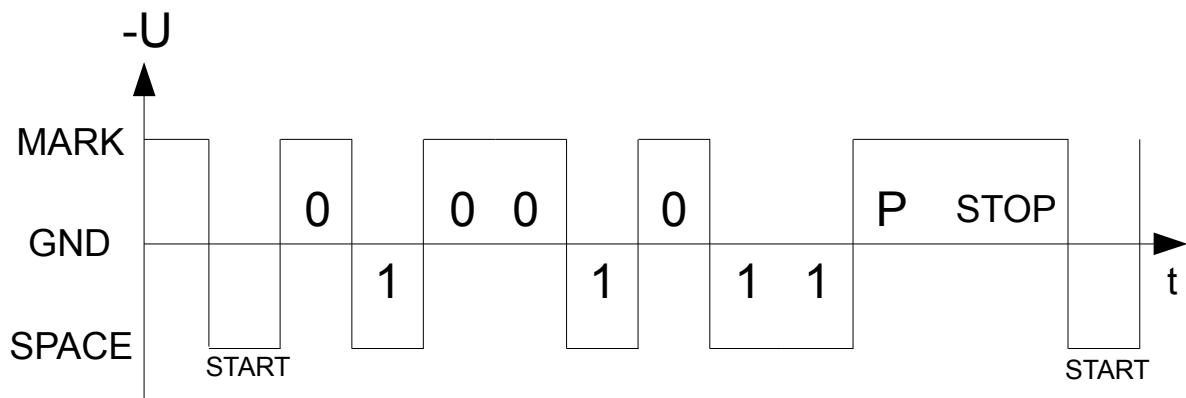
Immár mindjárt vége a negyedik évemnek, de már mérnök/programozóként dolgozom az FPGA-val a Magyar Tudományos Akadémia egyik részecske kutató részlegén, köszönhetően annak, hogy Varga László, és Juhász Tanár Úr felkészített a mérnöki pályára, oktattak olyan dolgokat is ami nem lett volna kötelező számukra, és mindig segítettek az egyéni projektjeimben.

### **9.3. Részlet a Mechatronikai Szakközépiskola Helyi tantervéből**

A tantervet a szakmai munkaközösség közösen készítette és fogadta el. Az összeállításnál figyelembe vettük szakmánk sajátosságait és azt a tényt, hogy a kerettanterv ehhez nem igazán idomul. Több helyen változtatást kellett alkalmaznunk, hogy az adott ismereteket megfelelő alapozás után tudjuk átadni diákjainknak. A kerettantervben lévő tudásanyag minden eleme szerepel helyi tantervünkben is. A módosítások főleg témakör átcsoportosítást és a redundancia megszüntetését célozták. Az elektrotechnika elmélethez hozzáadott témakörként jelenik meg a váltakozó áramú hálózatok analízise. A villamos szakrajzot a diákok minden évben élesben gyakorolják a műszaki ismeretek, elektrotechnika és az elektronika tantárgy keretében, ezért a témakör óraszámát csökkentettük, amelyet a szaktanár prezentációs előadás keretében használ fel. Az egyes témakörökhöz rendelt óraszámok meghatározásánál elsődlegesen azt tartottuk szem előtt, hogy az iskolában majdan induló 54 523 01 Automatikai technikus, 54 523 02 Elektronikai technikus képzés témaköreit minél jobban megalapozzuk. Mivel a kötelező szakmai érettségi követelmények még nem ismertek a tantervben szereplő súlypontok eltolódhatnak, amit az adott tárgy tanmenetében kell majd korigálnunk.

## 9.4. Kommunikációs szabványok<sup>59</sup>

**Soros Port:** RS232C szabvány szerint működő – az iparban gyakran használatos – kommunikációs csatorna. Az angol *Revised Standard 232* (232-es felülvizsgált szabvány), más forrás szerint a Recommended Standard (ajánlott, javasolt szabvány) kifejezés rövidítése. Az RS232 megalkotója az *Electronic Industries Association (EIA)* elnevezésű, elektronikai gyártókat tömörítő szakmai szervezet. A szabványt a létrehozása (1971) óta kétszer vizsgálták felül és – az RS232A, RS232B, után – az RS232C elnevezést kapta. Aszinkron soros adatátvitelt tesz lehetővé, min. 2 vezetéken. Az összeköttetések szabványos elnevezése: *RX* (Receive Data – adat vétel), *TX* (Transmit Data – adat adás) és *GND* (földpont). A szabvány a -3V-nál kisebb szintű jelet *Mark* szintnek (logikai 1, magas szint) definiálja, míg a +3V-nál nagyobb feszültség szintet *Space* szintnek (logikai 0, alacsony szint). A személyi számítógépek ±12V-ot használnak. A következő ábrán megfigyelhetjük, hogy történik a kommunikáció:



Az adó elküld egy *START* bitet (lefutó él, *Mark*-ból *Space*-be váltás), majd egy előre rögzített adatátviteli sebességgel elküldi az adatot és opcionálisan a paritás bitet – a vevő a vonalon történő lefutó él hatására egy bitideig (*START* bit) vár, majd olvassa az adatot. Az adat elküldése után 1; 1,5; vagy 2 bitideig a vonalat az adó *Mark* szinten tartja, vagy arra húzza fel (*STOP* bit). A *STOP* bit nem az adás végét jelzi, csupán a vonal alaphelyzetbe (*Mark* szint) állítására használják. A következő lefutó él hatására indul az új adatcsomag.

<sup>59</sup> A teljes fejezet a 2009-ben írt szakdolgozatomból van átvéve ([10])

RS232C jellemzői:

- Adatátvitel típusa: aszimmetrikus
- Adatátviteli közeg: sodrott érpár
- Adatátviteli sebesség (max.): 20kib/s
- Hatótávolság: 15m
- Meghajtó feszültség szint (üresjárás):  $\pm 25V$
- Meghajtó feszültség szint (terhelt kimenet):  $\pm 5V \div \pm 15V$
- Tiltott sáv:  $-3V \div +3V$

RS232C paraméterei:

Adat bitek száma	5			6			7			8		
Paritás	Nincs			Páros			Páratlan					
Stop bitek száma	1			1,5			2					
Adatátviteli sebesség (bit/s)	50	75	110	150	300	600	1200	2400	4800	9600	19200	38400

Az adatátviteli sebességet Baud-rate-nek is nevezik.

A mikrovezérlő TTL jelszinttel dolgozik, ezért a szabványban leírt feszültség szint előállításához szükségünk van szinteltoló áramkörre – mely megépíthető diszkrét elemekből, de készen is kapható integrált kivitelben (MAX232).

RS232C csatlakozókiosztás:

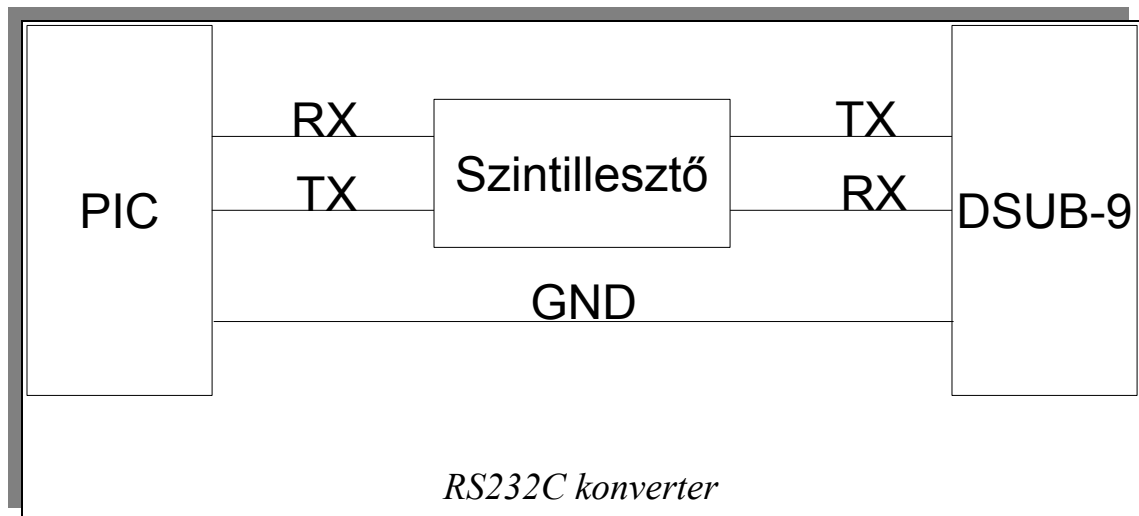
DSUB-25	DSUB-9	Megnevezés
2	3	TX (Transmit Data – Adat adás)
3	2	RX (Receive Data – Adat vétel)
4	7	RTS (Request To Send – DTE kész az adatátvitelre)
5	8	CTS (Clear To Send – DCE kész az adatátvitelre)
6	6	DSR (Data Set Ready – DCE kész a kapcsolatra)
7	5	GND (Signal Ground – Föld)
8	1	CD (Carrier Detect - )
20	4	DTR (Data Terminal Ready – DTE kész a kapcsolatra)
22	9	RI (Ring Indicator – Csörgés jelzés)

DTE: Data Terminal Equipment – Adatvég berendezés (pl. PC)

DCE: Data Circuit-Terminating Equipment – Áramköri-végberendezés (pl. Modem)

Sokszor ún. null-modemes összeköttetést valósítunk meg. Csak az RX, TX és GND lábakat használjuk.

Soros port illesztése a mikrovezérlőhöz:



***I<sup>2</sup>C busz:***

2 vezetéken (SCK-órajel, SDA-adat) történő szinkron soros kommunikációt tesz lehetővé mikroprocesszor és perifériák, vagy más mikroprocesszorok között. Az elnevezés az IIC (Inter Integrated Circuit – Integrált áramkörök közötti kommunikáció)-ből rövidült I<sup>2</sup>C-re. A rendszer nyitott-kollektoros tranzisztorok segítségével végzi az adatátvitelt – az egyes egységek között master-slave kapcsolat áll fenn. Alaphelyzetben csak egy master van a vonalon, de a busz bővíthető ún. multi-masteres rendszerre is – ebben az esetben azonban oda kell figyelni a helyes arbitrálásra. Az I<sup>2</sup>C kommunikáció lefolyását részletesen taglalja az erre képes mikrovezérlők adatlapja. Bővebb információért l.

<http://www.i2c-bus.org/>,

[http://www.muszeroldal.hu/measurenotes/i2c\\_hu.pdf](http://www.muszeroldal.hu/measurenotes/i2c_hu.pdf)

***SPI-busz:***

Serial Peripheral Interface – Soros periféria interfész. Egy nagy sebességű szinkron adatátvitelt biztosító kommunikációs forma. A folyamat 3 vezetékkel használ (SDI-vétel, SDO-adás, SCK-órajel). Az elnevezéstől eltérően nemcsak a CPU köthető össze egy perifériával, hanem akár több mikroprocesszoros rendszer is felfűzhető a buszra. Az órajel fázisa és polaritása változtatható, ez azonban komoly problémákat is felvet – az egyes gyártók különbözőképpen készítik fel termékeiket a kommunikációra, így ha eltérő órajelet igénylő készülékeket szeretnénk felfűzni ugyanarra az SPI buszra, akkor az egyes eszközök közötti kommunikációs váltásnál az órajelet is szoftveresen átváltani kényyszerülünk. Az adatátvitel master-slave protokollt használ – minden eszköz rendelkezik egy  $\overline{SS}$  slave-választó bemenettel. Az I<sup>2</sup>C buszhoz hasonlóan az SPI kommunikációt is részletesen tárgyalja az arra képes PIC mikrovezérlő adatlapja. További információk: <http://spibus.org/>



## 9.5. Tanmenet az FPGA fejlesztés oktatásához<sup>60</sup>

# MECHATRONIKAI SZAKKÖZÉPISKOLA

## TANMENET

Az FPGA fejlesztés tanításához

*34 hét – heti 2 óra – évi 68 óra*

Összeállította: Varga László

2014-2015.

.....  
aláírás

---

<sup>60</sup> Az itt felvázolt tanmenet egy másik szakkörre optimalizált változata része az FPGA fejlesztés a gyakorlatban oktatócsomagnak is – a 2012/2013-as tanévben ez alapján tartottam szakkört a Mechatronikai Szakközépiskolában.

FPGA FEJLESZTÉS  
34 HÉT, HETI 2 ÓRA, ÉVI 68 ÓRA

**1. foglalkozás**

- Követelményrendszer ismertetése
  - Osztályozás alapja (órai munka, dolgozat, vizsgamunka)

$$\text{Érdemjegy} = \frac{\sum_i \text{dolgozat} + 2 \cdot \sum_j \text{órai munka} + 3 \cdot \sum_k \text{vizsgamunka}}{i + 2 \cdot j + 3 \cdot k}$$

- A műhelyben történő munkarend és a félévre tervezett munkafolyamat ismertetése
- Hiányzások pótlásának menete
- Munkavédelmi oktatás, általános műhelyrend ismertetése
- Érintésvédelmi alapismeretek
  - A villamos áram élettani hatása
    - ◆ Izmokra gyakorolt bénulás, vegyi- és hőhatás
    - ◆ Az áramütés hatásának függése (áramút, frekvencia, áramerősség, időtartam, emberi tényező)
  - Áramhatárértékek ismertetése (érzetküszöb, elengedési áram, veszélyes érték, halálos dózis)
  - Törpe-, kis- és nagyfeszültség fogalma
  - Kisfeszültségű berendezések alapfogalmainak tisztázása (föld, földelés, fázis, nulla, védővezető, átütési feszültség)
  - Passzív és aktív érintésvédelem fajtái és hatékonyságuk (elkerítés, védőelválasztás biztonsági transzformátor alkalmazásával, szigetelés-kettős szigetelés, burkolás; feszültség- és áramvédő kapcsolás, nullázás, védőföldelés)
  - Teendők áramütés esetére, a sérült ellátása
  - Villámvédelem

**2. foglalkozás**

- Méréstechnikai alapismeretek átisméltése
  - SI mértékegységrendszer
  - Prefixumok
  - Méréstechnikai alapfogalmak (hitelesítés, kalibrálás, mérési hibák, pontosság, stb.)
- Villamos mérés a gyakorlatban

**3. foglalkozás**

- A műhely eszköz- és műszerparkjának bemutatása
- Műszerkezelési gyakorlat

#### **4. foglalkozás**

- Automatikai alapfogalmak
  - Vezérlés
  - Szabályozás
  - Stabilitás

#### **5. foglalkozás**

- Mikrovezérlők, mikroprocesszorok

#### **6. foglalkozás**

- Korszerű fejlesztéstechnika
  - ASIC
  - PIC
  - FPGA

#### **7. foglalkozás**

- FPGA felépítése

#### **8. foglalkozás**

- FPGA fejlesztőkörnyezet bemutatása (Xilinx ISE Webpack)

#### **9. foglalkozás**

- Szintézis kapcsolási rajz alapú szerkesztővel
- UCF fájl generálása, lábkiosztás beállítása
- Implementáció, boundary scan

#### **10. foglalkozás**

- Kombinációs hálózatok I.

#### **11. foglalkozás**

- Kombinációs hálózatok II.

#### **12. foglalkozás**

- Önálló feladat megoldása

#### **13. foglalkozás**

- Szekvenciális hálózatok

#### **14. foglalkozás**

- Egyszerű szekvenciális feladatok megoldása

#### **15. foglalkozás**

- PWM jel előállítása, pergésmentesítés

#### **16. foglalkozás**

- HDL nyelvek

**17. foglalkozás**

- VHDL, Verilog szintaktikai alapok I.

**18. foglalkozás**

- VHDL, Verilog szintaktikai alapok II.

**19. foglalkozás**

- Hétszegmenses kijelzőhöz dekóder implementálása

**20. foglalkozás**

- Hétszegmenses kijelzős feladat, multiplexálás gyakorlása

**21. foglalkozás**

- Karakteres LCD kijelző kezelése I.

**22. foglalkozás**

- Karakteres LCD kijelző kezelése II.

**23. foglalkozás**

- Soros port, PS2, SPI, I<sup>2</sup>C, One-Wire alapok

**24. foglalkozás**

- Kommunikáció PC-vel és más áramkörökkel

**25. foglalkozás**

- VGA jel előállítás I.

**26. foglalkozás**

- VGA jel előállítás II.
- Memória kezelés

**27. foglalkozás**

- VGA jel előállítás III.
- Memória kezelés

**28. foglalkozás**

- Fejlesztőmérnöki feladatok ismertetése

**29. foglalkozás**

- Mechatronikai feladat végrehajtása
  - Kapcsolási rajz tervezése
  - Áramkör megtervezése
  - Felprogramozás
  - Élesztés és bemérés

**30. foglalkozás**

- A PONG nevű program elemzése és vizsgálata

### **31. foglalkozás**

- Egyszemélyes PONG megvalósítása FPGA-val I.

### **32. foglalkozás**

- Egyszemélyes PONG megvalósítása FPGA-val II.

### **33. foglalkozás**

- Egyszemélyes PONG megvalósítása FPGA-val III.

### **34. foglalkozás**

- Egyszemélyes PONG megvalósítása FPGA-val IV.

## **9.6. Döntéshozó áramkör**

Tervezzen egy döntéshozó áramkört az alábbiak szerint: 4 fő szavazata alapján kell döntést hozni. A szavazatok súlyai különböznek egymástól. Az **E** jelű elnök szavazati súlya 4 egység, a **T** jelű titkár szavazata 3 egység, az **A** és **B** tagok szavazata pedig 2-2 egység. A szavazati arányokat 3 lámpa jelzi.

#### **Jelzések:**

- Az L1 kimenet jelzi, ha a szavazatok összsúlya legalább 50% (6).
- Az L2 a kétharmados szavazati arányt jelzi (8).
- Az L3 a négyötödös szavazati arányt jelzi (9).

#### **Feladatok:**

- a. Vegye fel a függvény igazságtábláját
- b. Egyszerűsítse a függvényeket
- c. Az egyszerűsített függvény alapján rajzolja fel a kapcsolási rajzot
- d. Készítse el a PLC programhoz szükséges hozzárendelési listát (szimbólum tábla), úgy, hogy a 4 fő szavazó az I1-I2-I3-I4 (I0.0-I0.3) bemenetek, a lámpák pedig az L1-L2-L3 (Q0.0-Q0.2) kimenetek legyenek!
- e. Rajzolja fel a létradiagramot
- f. Step7 segítségével írja meg a programot és tesztelje

## **Ábrajegyzék**

1. ábra: PAL sematikus felépítése.....	23
2. ábra: GAL belső felépítése.....	24
3. ábra: Xilinx CoolRunner-II CPLD felépítése.....	26
4. ábra: Spartan 3E-hez tartozó minimális memóriaigény[8].....	38
5. ábra. Pergésmentesítés.....	50