

Analóg vagy digitális mérés? – a Villamosságtan labor átalakítása

Juhász Gergő, Dr. Tóth Zoltán Géza

Híradástechnika és Infokommunikáció Tanszék, Elektronikai és Kommunikációs Rendszerek Intézet, Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar, Óbudai Egyetem, Bécsi út 96/B, Budapest, 1034, HUN

juhasz.gergo@kvk.uni-obuda.hu, toth.zoltan@kvk.uni-obuda.hu

Absztrakt: A Villamosságtan nevű tantárgy fontos részét képezik a laboratóriumi mérések, ahol a hallgatók a gyakorlatban is kipróbálhatják és lemérhetik azokat a számítási példákat és elméleti tananyagokat, amikkel az előadásokon és a táblás gyakorlatokon találkozhatnak. Ettől a félévtől a Villamosságtan laboratórium átkerült az első szemeszterbe, és a mérések párhuzamosan haladnak az előadásokkal. 2023 tavaszán kaptam azt a lehetőséget, hogy átvehettem a laboratórium vezetői feladatkörét. Ezzel együtt azt tűztem ki célomnak, hogy megreformálom az eddigi méréseket, a papíralapú útmutatókat és jegyzőkönyveket digitalizálom, ezentúl a hallgatóknak minden dokumentációt számítógépen kell elvégezniük. Az eddigi, kizárólag hagyományos műszeres mérések mellett modern, számítógépes szimulációs programokkal (MatLab és Tina) elvégzendő feladatokat dolgoztam ki. Értekezésemben ennek a modernizálásnak a folyamatát és a felmerülő akadályok megoldásait fogom bemutatni. Összehasonlítom a régi analóg és a modern digitális méréseket, előnyökkel és hátrányokkal. Kitérek az új tananyagok fejlesztésére, valamint szó lesz arról, hogy a valóságban mennyire életképes ez a reformáció, és megosztom az ezzel kapcsolatos tapasztalataimat.

Kulcsszavak: laboratórium, villamosságtan, oktatás, mérés, szimuláció

1. Bevezetés

A Villamosságtan laboratórium, melynek 2023 tavaszától én vagyok a vezető oktatója, helyileg a Tavaszmező utcai telephely A épületének földszintjén a 18-as tanteremben található. Évtizedekkel ezelőtt az akkori Híradásipari Intézet (Hípi) – a Híradástechnika és Infokommunikáció Tanszék elődje – alakította ki. Az elmúlt időkben a laboratórium folyamatosan fejlődött: többször lecserélődött az eszközpark, új mérések kerültek kifejlesztésre a tananyag változásával párhuzamosan, illetve ezzel együtt a mérési útmutatók és a jegyzőkönyvek is mindig megújultak.

Ennek az az oka, hogy az egyetemnek a műszaki világ fejlődésével lépést kell tartania, és olyan mérnököket kell képeznie, akik az iparban is megállják a helyüket. Ehhez pedig elengedhetetlen, hogy mind a tanterveket, mind pedig a tananyagot időről időre megújítsuk. Érdemes megemlíteni, hogy a hallgatók is generációról generációra változnak, ezzel pedig az oktatásnak lépést kell tartania. Fokozottan igaz ez a Villamosságtan laboratóriumi mérésekre is, hiszen ez az a tantárgy, ahol az ifjú kollégák megismerkednek a mérőműszerekkel és kezelésükkel, illetve elsajátítják azt a mérnöki szemléletmódot, amire később a munkahelyükön is szükségük lesz, továbbá megtanulják a jegyzőkönyvírás alapjait. A laboratóriumi mérések fő célja, hogy a hallgatók valódi műszerekkel is lemérhessék azoknak a kapcsolásoknak az értékeit, amikkel az elméleti és a tantermi gyakorlati kurzusokon dolgoznak. Ezáltal sokkal jobban rögzül bennük a tananyag, és jobban megértik a bonyolultabb számítási példákat is. Továbbá a hallgatók a későbbi egyetemi tanulmányaik során - más tantárgyak laborgyakorlatain - szilárd alappal fognak rendelkezni, amire majd építeni tudnak a jövőben.

A Villamosságtan laboratóriumban a legutóbbi fejlesztés 2023 nyarán történt, melynek fő megvalósítója én voltam. Ennek keretében az alábbiakat eszközöltem:

- Felülvizsgáltam a műszereket: csak azok maradtak mérésben, amikre feltétlenül szükség van, és indokolt a használata.
- A mérésben maradt műszereken, mérőpaneleken és alkatrészeken elvégeztem a szükséges javítási és karbantartási munkákat.
- Minden mérőhelyet számítógéppel láttam el, ezzel megalapoztam egy nagymértékű digitális átalakulást (számítógépen írt jegyzőkönyvek, illetve szimulációs mérések bevezetése az oktatásba).
- Elkezdtem egy új mérési útmutató sorozat megírását, ami az F tanterv [1] megváltozott tananyagát szorosan követi.
- Több segédanyagot is összeállítottam a hallgatóknak a mérésekhez, amiket a félév során még folyamatosan bővítek és kiegészítek.

Ezekkel a lépésekkel még nem ért véget a laboratórium fejlesztése, ez csak a kezdete egy nagymértékű átalakításnak. Ebben az értekezésben kifejtem a fentebb felsorolt modernizációs munkákat, a hozzájuk fűződő tapasztalataimat, illetve kitérek a jövőbeli lehetőségekre.



1. Ábra

A Villamosságtan laboratórium

2. A laboratóriumban megtalálható eszközök

A Villamosságtan laboratórium jelenleg összesen 12 darab mérőhellyel rendelkezik, ezáltal egyszerre 12 hallgató tud részt venni egy laborgyakorlati kurzuson. Az átalakításnak köszönhetően a labor mindegyik mérőhelye ugyanolyan típusú műszerekkel és számítógéppel rendelkezik, illetve a mérendő alkatrészekből és az egyéb eszközökből is megegyező darabszámú és fajtájú lett elhelyezve az összes asztalon.

A berendezések túlnyomó többsége gyári, viszont több olyan eszközzel és alkatrészrel is találkozhatnak a hallgatók, amiket korábban kifejezetten ennek a laboratóriumnak a méréseihez fejlesztettek és készítettek az egyetemen dolgozó kollégáim. Ebben a fejezetben bemutatom a laborban megtalálható eszközöket, a hozzájuk kapcsolódó fejlesztéseket, az általam elvégzett javítási és karbantartási munkákat, továbbá a mérésekben betöltött szerepüket.

2.1. Mérőműszerek és karbantartásaik

2.1.1. Meglévő műszerek

A mérőhelyeken megtalálható hálózati elosztók, laboratóriumi tápegységek, analóg GANZUNIV multiméterek, függvénygenerátorok és oszcilloszkópok, valamint a mérőpanelek, a mérendő alkatrészek és a mérőkábelek megtartásra kerültek. Viszont üzembiztosságuk és további használhatóságuk miatt számos

karbantartást végeztem el rajtuk. Az összes asztali hálózati elosztója külön betáplálást kapott az eddigi felfűzött rendszer helyett, ezzel megakadályozva a véletlen áramtalításokat mérések közben. A tápegységek, a függvénygenerátorok, illetve az oszcilloszkópok csatlakozóinak, gombjainak és potenciómétereinek ellenőriztem a kontaktusait és a működését, és ahol hibát véltem felfedezni, azt újraforrasztással, valamint alkoholos tisztítással orvosoltam. A panelek csatlakozóinak kirepedt forrasztásait szintén megjavítottam, a kontakthibás és szakadt alkatrészek és mérőzsinórok helyett pedig újakat készítettem. A Deprez-műszes GANZUNIV multiméterek megtartásán sokat gonolkoztam. Végül kollégáim érvei meggyőztek engem, a készülékek maradt a laboratóriumban. Használatának oktatása mellett szól, hogy a legjobban ezen lehet megismertetni a hallgatókkal a mérés technika alapfogalmait (mérés határ választás, különböző elektromos mennyiségek mérése). Illetve még az iparból sem koptak ki teljesen az analóg skálás Deprez-műszerek, amiknek megvan az az előnye, hogy alacsony frekvenciás jelek esetében sokkal értékelhetőbb adatot szolgáltathatnak, mint digitális társaik.

2.1.2. Új TENMA digitális multiméterek

A TENMA 72-14615 típusú műszer egy 3 ½ digitális, digitális asztali multiméter. Feszültség, áramerősség, ellenállás, szakadásvizsgálat, dióda ellenőrzés, kapacitás és tranzisztor hFE mérésekre alkalmas.

A nyáron történt fejlesztéseknek az egyik legfontosabb része a digitális multiméterek kérdésének megoldása volt. Ugyanis az elmúlt évek során a laboratóriumban eredetileg megtalálható Hameg típusú digitális multiméterek állománya az elhasználódás miatt jelentősen lecsökkent, ezáltal a mérőhelyek egy részén a helyüket kézi multiméterek (UNI-T) vették át. Ez több bonyodalmat is okozott: nem lehetett egységes mérési útmutatókat készíteni a hallgatóknak (műszerek eltérő paraméterei), külön műszerhasználati útmutatót kellett írni az egyes készülékekhez, illetve a kézi multiméterek nem voltak alkalmasak egyes mérések elvégzésére, ezért a hallgatóknak ezeket párban dolgozva kellett lemérniük a Hameg-gel rendelkező mérőhelyeken.

A megoldást az jelentette, hogy Gecse Árpád kollégánk a HTI Tanszékről, aki egyben a TeGe Elektronik Kft. ügyvezetője, 12 darab új TENMA asztali multimétert adományozott a Villamosságtan laboratórium számára. Ezzel a fent említett problémák mind megoldódtak, nagy megelégedéssel használjuk az új műszereket, kezelésük elsajátítása pedig rendkívül egyszerű és logikus. A 2. ábrán egy ilyen műszer látható.



2. Ábra
TENMA 72-14615

2.2. Számítógépek

A legnagyobb újítás a laboratóriumban a számítógépek beszerzése és a mérésekben való alkalmazása volt. Az ötlet akkor született meg bennem, amikor az előző félév végén a kinyomtatott és kézzel megírt hallgatói jegyzőkönyvekből egy több méteres oszlopot tudtam építeni. Eredetileg csak a jegyzőkönyvek digitalizálása és számítógépes szövegszerkesztővel való elkészíttetése volt a célom (papírok számának drasztikus csökkentése, és számítógépes jegyzőkönyv készítésének oktatása), viszont nem sokkal később már rájöttem, hogy a PC-k meglete jó lehetőséget ad a modern szimulációs szoftverek mérésbe való bevonására is. Így jelentek meg a digitális mérések a Villamosságtan laboratóriumban az eddigi, kizárólag analógok mellett.

A nyári karbantartások során a PC-ket kompresszorral portalanítottam, a processzor hűtők hővezető pasztóját cseréltem, illetve a kollégáim támogatásával mindegyikbe 4 GB RAM-ot tettem, a régi HDD-eket pedig gyors SSD-kre cseréltem. Tanszéki mérnökünk segítségével létrehoztam egy olyan rendszert (image) a számítógépekre, ami az összes szoftvert tartalmazza, amelyekre a méréseken szükség van. Ez az image bármikor bővíthető további szoftverekkel és fájlokkal (például mérési útmutatók), utána pedig teljes egészében átmásolható a PC-kre. Így elkerülhető, hogy egy esetleges módosításkor minden gépet egyesével kelljen telepíteni, illetve egy újratelepítés is csupán 10 percet vesz igénybe mindennel együtt.

Jövőbeli terveim között szerepel a számítógépek összekapcsolása egy file szerverrel, ezzel megkönnyítve a dokumentumok elérését, illetve onnantól lehetőség nyílna a központi telepítésekre is.

3. A mérésekhez használt szoftverek

A digitális mérések feltételeinek csak az egyike volt a számítógépek behozatala és telepítése a laboratóriumban. A nagyobb munkát az jelentette, hogy el kellett döntenem, hogy mely szoftvereket és online Elearning rendszert tegyem a mérések részévé. Ebben a legfontosabb szempont az volt, hogy az egyetem jogtiszt licence szerződéssel rendelkezzen az adott programhoz, illetve, hogy könnyen kezelhető és oktatható legyen a használatuk. A döntés meghozatala után pedig következett a mérési útmutatók és oktatási segédanyagok oly módon való átalakítása, hogy azokban a régi analog mérésekkel párhuzamosan megjelenjenek a modern, digitális mérések és szimulációk. Ebben a fejezetben ezeket a szoftvereket fogom részletesen bemutatni oktatási szemszögből.

3.1. Moodle oktatási rendszer

Az Óbudai Egyetem hivatalos online Elearning oktatási rendszere a Moodle, amely számos tanulást és tanítást segítő funkcióval rendelkezik. [2] Még a Covid miatt elrendelt online oktatás alatt ismertem meg – akkor még hallgatóként – ezt a rendszert. A platform rengeteg olyan lehetőséget nyújt, amivel elősegíthető az elsősévesek minél hatékonyabb oktatása a Villamosságtan laboratórium tantárgyból, illetve számomra is jelentősen megkönnyíti a jegyzőkönyvek értékelését, az adminisztratív feladatokat és az ismeretek szemléletes átadását.

A 2023 nyarán elindult laboratórium megújítás egyik legfontosabb része a Moodle lett. Az idei félévtől kezdve ide töltöm fel a hallgatóknak a mérési útmutatókat, nekik pedig a labormérések ideje alatt elkészített jegyzőkönyveket ugyanitt kell visszatölteniük, PDF formátumban. A feladat leadás határidejének mindig a következő mérés kezdeti időpontját szoktam beállítani, ezzel lehetőséget nyújtva arra, hogy aki még szeretne otthon a jegyzőkönyv tökéletesítésével foglalkozni, az ezt megtehesse. Saját káromból tanulva pedig rájöttem, hogy csak és kizárólag a PDF fájlformátumot érdemes engedélyeznem, mert azt tudom csak a Moodle beépített értékelő rendszerével azonnal megnyitni, és az oldal által adott javítási funkciókat (pipálás, kommentelés, rajzolás) kihasználni.

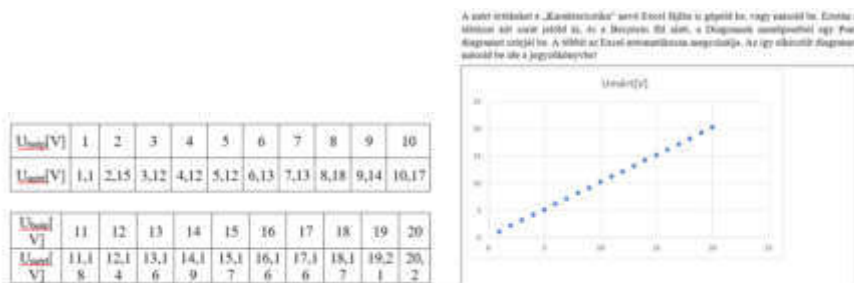
Még az egyetemi hallgatói időmből számos rossz élményem maradt meg a „laborbeugró” ZH írásról. Ezért én ezzel a lehetőséggel nem szoktam élni a laborkurzusaimon. Helyette a Moodle-be töltök fel a hallgatóknak minden mérésre egy előre elkészítendő házi feladatot, amit a következő alkalom kezdetéig kell megoldva visszatölteniük. Ez a feltétele annak, hogy részt vehessenek a mérésen. A megoldandó példákat mindig úgy választom ki, hogy azok szervesen kapcsolódjanak az előadásokon és a gyakorlatokon elhangzottakhoz, illetve

felkészítsék a hallgatókat a zárhelyikre és a félév végi vizsgára. A házi feladatok kidolgozásánál nem tiltom, hogy együtt dolgozzanak (sőt, a csapatmunkát inkább támogatni szoktam [3]), viszont azt megkövetelem, hogy mindenki egyénileg írja le a megoldását, és ne ugyanazt a fájlt töltsék fel többen.

A hallgatók számára folyamatosan fejleszték segédanyagokat, amelyeket szintén a Moodle-re töltök fel. Legtöbbször kidolgozott mintafeladatokat és rövid elméleti tananyagokat (gyakorlati oldalról megközelítve) szoktam készíteni, de a szimulációs programok használatát bemutató oktató videókat is rögzítettem már. Az eddigi visszajelzések ezekről pozitívak voltak, a hallgatók elmondása szerint a tanulást nagyban segítették ezek a fájlok, további ilyenekre lenne igény részükről, ennek pedig igyekszem eleget tenni.

3.2. Microsoft Office programcsomag

A jegyzőkönyvek elkészítéséhez a hallgatóknak a Microsoft Office Word programot kell használniuk. A Moodle-be az útmutatókat .doc formátumban töltöm fel, és ezekben kell a kérdéseket megválaszolniuk, a mért értékeket beírniuk, a táblázatokat kitölteniük. Ezenkívül a későbbiekben bemutatásra kerülő Tina áramkörtervező szoftverben (3.3 fejezet) elkészített kapcsolási rajzokról és szimulációkról készült képernyőképeket elhelyezniük, valamint a MatLab program (3.4 fejezet) használata esetén szintén csak screenshot-ot kell bemásolniuk a Word dokumentumba, esetlegesen a kész kódsort kell átemelniük. Az óra végén a dokumentumból PDF fájlt kell generálniuk (Word beépített funkciója), és csak és kizárólag ezt kell feltölteniük.



3. Ábra

Jegyzőkönyv részlet a Word-ben, Excel-lel készített karakterisztikával

A mért adatok feldolgozásához, és a velük való számoláshoz sokszor az Excel-t hívjuk segítségül. A legtöbb esetben a mérésekre már előre elkészítem az Excel fájlokat, amiket a hallgatóknak csak ki kell tölteniük. Az általam előre beágyazott függvények elvégzik a bonyolultabb számítási feladatokat. Némely mérésnél az adatokból való függvények kirajzoltatása is a feladatok részét képezi, ilyenkor vagy a hallgatóknak kell részletes leírás alapján ezt megcsinálniuk, vagy én előre elkészítem ezt, és az Excel a bevitt adatokból (lásd 3. Ábra) automatikusan

legenerálja a görbét. A végeredményről a képernyőképeket a Word dokumentumban kell elhelyezniük.

3.3. DesignSoft Tina áramkörtervező

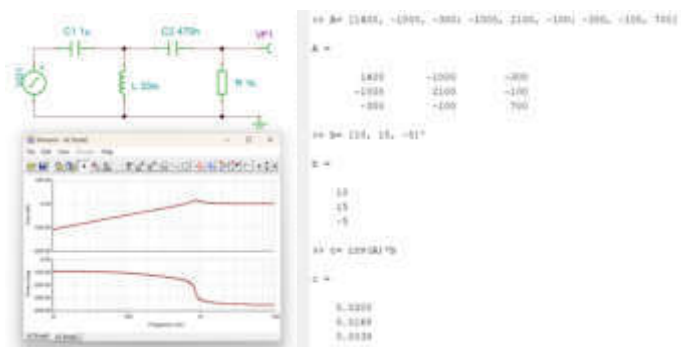
A hallgatók az egyetemi tanulmányaik során számos helyen fognak találkozni a Tina áramkör tervező- és szimulációs szoftverrel. Ebben lehetőségük van egy áramkör megépítésére, utána pedig virtuális műszerekkel való mérésre. Nemcsak konkrét értékeket lehet megjeleníteni vele, hanem akár függvények és karakterisztikák is kirajzoltathatóak. [4]

A Villamosságtan laboratóriumon ennek a szoftvernek az alap funkcióit használjuk ki: elkészítjük benne a mérendő kapcsolások rajzait, utána pedig némely mérést nemcsak a valódi műszerekkel, hanem szimulációval is elvégezzük. Ilyenkor lehetőség nyílik arra, hogy a hallgatók összehasonlíthassák az analóg (valódi mérőműszer) és a digitális (szimulációs) módszerrel kapott értékeket. Továbbá az oszcilloszkópos mérések során, az általuk megrajzolt Bode-diagramokat összehasonlíthatják a Tina által megjelenített függvénnyel.

3.4. MatLab

Az egyetemen a laboratóriumi kurzusok szerves részét képezi a MatLab használatának és alkalmazásának az oktatása. A MatLab egy olyan programozható programcsomag, amelyeket főként a mérnöki munka elősegítéséhez fejlesztettek. A számolási alapfunkciókon kívül rendkívül sok beépített függvénnyel, modullal és szimulációs lehetőséggel rendelkezik. [5]

A Villamosságtan laboron jelenleg csak két alapfunkciót használunk ki: többismeretlenes egyenletrendszer megoldását mátrix módszerrel, illetve a Bode-diagramok kirajzoltatását. A jövőben még tervezem a méréseket további MatLab-os részekkel kibővíteni, ebben nagy segítséget nyújt számomra a Bevezetés a MATLAB® használatába című egyetemi jegyzet. [6]



4. Ábra

Tina szimuláció és MatLab-os egyenletmegoldás

4. A félév során elvégzendő mérések

A hallgatóknak eddig a Villamosságtan 2. tantárgy során, a tavaszi szemeszterben kellett 5 labormérést elvégezniük, amelyek a Villamosságtan 1. tananyagához kapcsolódtak. Az F tanterv [1] bevezetésével a Villamosságtan laborkurzus az őszi szemeszterre jött előre, ebből következik, hogy az elsőéveseknek a mérések innentől párhuzamosan lesznek megtartva az elméleti előadásokkal.

Ez számos előnnyel és hátránnyal is jár. Előnyként a legfontosabb, hogy a hallgatók az elméleti ismereteket már egyből a félév során meg tudják szilárdítani a gyakorlatban megszerzett tapasztalattal. Az elméleti órákon elhangzottakat a laborgyakorlatok során a valóságban is lemérhetik a mérőműszerekkel, illetve viszonylag egyszerű kapcsolásokon keresztül betekintést nyerhetnek a műszerek és a laboratóriumok világába.

Hátránynak számít viszont, hogy a megszerzett elméleti tudás nem nyugszik még szilárd alapokon, illetve számomra is nagy kihívást jelent, hogy mindig az előadások mögött járjak pár héttel. Ugyanakkor előny, hogy a hallgatók a laborgyakorlatokra így már némi tudással érkezhettek. Szintén nehézséget jelent – főleg a reálgimnáziumokból érkező elsőéveseknél – a műszerhasználat megtanítása.

Ezen akadályok leküzdése érdekében emeltem meg a laboratórium féléves óraszámát 5-ről 6-ra, illetve vezettem be a digitális jegyzőkönyv írást és a szimulációs méréseket, a hallgatók oktatásának megkönnyítése céljából. Az alábbi pontokban röviden összefoglalom az eszközölt változásokat:

- Külön mérés létrehozása a műszerkezelés alapjainak elsajátítására, régebben már az 1. mérésen is voltak bonyolultabb kapcsolások, idéntől már nincsenek.

- A jegyzőkönyvek innetől digitális formában íródnak, ehhez a hallgatóknak megtaníjtuk a jegyzőkönyv készítést, illetve a Moodle rendszer használatát.
- A hallgatóknak bemutatom a Tina használatát, hogy el tudják végezni a szimulációs méréseket, illetve képesek legyenek önállóan áramkört építeni benne. Ehhez oktatóvideók is készültek.
- A karakterisztikák felvételéhez, illetve a diagramok megrajzolásához Excel-t alkalmazunk.
- A mérésekre való felkészüléshez, illetve a számonkérésekre való gyakorláshoz a hallgatók a Moodle-ben házi feladatokat kapnak.
- Egyenletmegoldásokhoz és Bode-diagram ábrázoláshoz MatLab-ot használunk.
- A hallgatóknak össze kell hasonlítaniuk a műszerekkel és a szimulációkkal mért értékeket, illetve konklúziót kell levonniuk belőlük.

5. Az analog- és digitális mérési módszerek összehasonlítása

Szemponatok:	Analog mérés:	Digitális mérés:
Mivel történik a mérés?	Kizárólag valódi mérőműszerekkel (jelen esetben tápegységgel, multiméterekkel és oszcilloszkóppal) és alkatrészekkel.	Kizárólag számítógépes szimulációs program segítségével (jelen esetben Tina és MatLab), amiben a műszerek és az alkatrészek is szimuláltak.
Bevezetése a laborokon	Az analog mérési módszerek kerülnek hamarabb bevezetésre, először a GANZUNIV, majd a TENMA multiméterrel. Ennek oka, hogy a hallgatók előbb a műszerkezelést tanulják meg.	Később kerülnek bevezetésre, amikor a hallgatók már magabiztosan kezelik a műszereket, le tudják olvasni az értékeket, és önállóan be tudnak kötni egy műszert a mérésbe.
Funkciók	A mérőműszerek csak a gyárilag beépített, alapvető funkciókkal rendelkeznek.	A szimulációs programok rengeteg mérési lehetőséggel, és

	A mért értékeket csak leolvasni tudjuk róluk, műveletet nem hajtanak velük végre (a Villamosságtan laborban lévő műszerekre értendő).	alkatrészkészlettel rendelkeznek. Bóvítmények is beágyazhatóak. A mért értékekkel műveletek végezhetőek, ábrázolni is lehet őket.
Mért érték leolvasása	Leolvasáskor figyelni kell a méréshatárra, és ahhoz mérten a kijelzett értéket esetlegesen osztani vagy szorozni szükséges. Külön figyelmet kell fordítani a mértékegységek prefixumaira is.	A mért értéket a megfelelő mértékegységgel és prefixummal ellátva jelzi ki a program. További számolás nem szükséges.
Pontosság (feltételezve a megfelelő használatot és bekötést az áramkörbe)	Némely műszernél a leolvasás csak szabad szemmel, megközelítőlegesen pontossággal lehetséges. Korlátozottabb a pontosságuk, kevesebb „digitesek”. A mérési hibák torzíthatják a mért értéket. Figyelembe kell venni a mért alkatrészek pontosságát is.	Általában sokkal pontosabbak, több tizedesjegyig képesek az értékeket megjeleníteni. A mérési hiba lehetősége a 0-hoz tart (nem lehet).
Méréshatár és tartomány	Gyárilag meghatározott méréshatárok, illetve mérési tartományok. Nem mindenre használható az adott műszer.	Szinte bármilyen kis/nagy érték megmérhető, az eredményre nincs befolyással a méréshatár.

A fenti táblázatból logikusan az következhet az olvasó számára, hogy az analóg mérésnek csak és kizárólag hátrányai, a digitálisnak pedig csak előnyei vannak. A helyzet ehhez képest sokkal árnyaltabb. A digitális (szimulációs) mérések használata teljesen tökéletes az áramkörök tervezési fázisában, illetve a műszeres mérések ellenőrzéseként. Viszont az iparban nem lehet a méréseket kizárólag szimulációval helyettesíteni. Ezen okból kifolyólag oktatjuk a mai napig is a laboratóriumokban az analóg méréseket, hogy az ifjú kollégák elsajátítsák azokat az alapokat, amikre az iparban is szükségük lesz később. A kor előrehaladtával viszont egy mérnöknek már elengedhetetlen, hogy egy tervezési feladatnál készség szinten tudja használni a modern szimulációs programokat. Ezzel jelentős

időt tud megspórolni, illetve sok lehetséges hibát lehet velük már előre kiküszöbölni. Emiatt kezdtem el ettől a félévtől az analóg mérésekkel együtt párhuzamosan oktatni a digitális méréseket, hogy a nálunk végző mérnökök sokrétű tudással rendelkezzenek.

6. A jövőben várható fejlesztések

Az eddigi fejezetekben leírtakból láthatjuk, hogy a Villamosságtan laboratóriumban 2023 nyarán nagy fejlesztés ment végbe. Viszont ezzel még korántsem ért véget a megújulás, ez csak egy folyamat kezdete volt. Lássuk, hogy milyen lépéseknek kellene még megtörténniük a közeljövőben:

- A számítógépeket és a műszereket modernebbekre kéne cserélni az üzembiztosságuk miatt.
- További segédanyagokat (videókat, leírásokat és példamegoldásokat) kell készíteni, hogy a hallgatók oktatása gördülékenyebben menjen a laborban.
- Az eredetileg könyv formájú [7], később rövidített kiadásban megjelent jegyzőkönyveket a hallgatóknak kinyomtatva kellett a mérésekre magukkal vinniük. Idén ősztől ezt váltotta fel a Word-ben, digitálisan írt jegyzőkönyv. A jövőben az lenne a célom, hogy a jegyzőkönyvezés Moodle-ben, egy formula kitöltésének segítségével történjen.
- További szimulációs feladatokat, illetve házi- és szorgalmi feladatokat szeretnék készíteni a hallgatóknak.
- Tervben van egy pótmérőhely kialakítása, illetve a tanterem felújítása.

Összegzés

Az értekezésből láhattuk, hogy az idei félév megkezdése előtt egy jelentős megújulási folyamat vette kezdetét a Villamosságtan laboratóriumban mind eszköz-, mind oktatás oldalról. Ahhoz, hogy a megújulási folyamatnak a végére érjek, még sok teendőm van. Hosszútávú terveim között szerepel még a Villamosságtan laboratórium olyan módú átszervezése, hogy a kötelező mérések elvégzése mellett a hallgatók a labort egyfajta fejlesztőlaborként, vagy nyílt laborként használhassák. A cél az lenne, hogy a hallgatók a laboratóriumra ne csak kötelező oktatási helyszíneként gondoljanak, hanem azt sajátjuknak érezhessék, ahol önállóan is dolgozhatnak, mint egy igazi munkahelyen. Ezzel a lépéssel sokkal közelebb lehetne vinni hozzájuk a villamosmérnök szakma szeretetét, és az oktatásuk is gördülékenyebben menne.

Hivatkozások

- [1] F tanterv, https://kvk.uni-obuda.hu/static/2023/06/17/Villamosmernok_BSC_nappali_F.pdf, 2023. 11. 03.
- [2] <https://elearning.uni-obuda.hu/>, 2023. 11. 09.
- [3] Ellis, R. A., Goodyear, P., Calvo, R. A., & Prosser, M. (2008). Engineering through students' conceptions of and approaches to learning discussions in face-to-face and online contexts. *Learning and Instruction*, 18(3), 267-282. doi: 10.1016/j.learninstruc.2007.06.001
- [4] <https://www.tina.com/tinacloud/>, 2023. 11. 09.
- [5] <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>, 2023. 11. 09.
- [6] Dr. habil Wühlr Tibor, Bevezetés a MATLAB® használatába, Híradástechnika és Jelfeldolgozás, ÓE KVK 2071, Budapest, 2010.
- [7] Erdős Endre Levente – Dr. Gyuris Árpád – Dr. Lukács György – Schnöller Antal, Villamosságtan, Mérési útmutató, ÓE KVK 1142, Budapest, 2010