

MOGI RÓBERT
SZAKDOLGOZAT



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR
MECHATRONIKA, OPTIKA ÉS GÉPÉSZETI INFORMATIKA TANSZÉK



SZAKDOLGOZATOK



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR
MECHATRONIKA, OPTIKA ÉS GÉPÉSZETI INFORMATIKA TANSZÉK

MOGI RÓBERT

SZAKDOLGOZAT

Gazdájához kötődő PID-szabályozó tervezése

Konzulens:

dr. Konzulens Egy
mestertanár

Konzulens Kettő
okl. gépészmérnök

Témavezető:

dr. Témavezető Egy
adjunktus

Budapest, 2021.

Szerzői jog © Mogi Róbert, 2021.

FELADATKIÍRÁS

A feladatkiírást a tanszéki adminisztrációban lehet átvenni, és a leadott munkába eredeti, tanszéki pecséttel ellátott és a tanszékvezető által aláírt lapot kell belefűzni (ezen oldal *helyett*, ez az oldal csak útmutatás). Az elektronikusan feltöltött dolgozatban már nem kell beleszerkeszteni ezt a feladatkiírást.

NYILATKOZATOK

Beadhatósági nyilatkozat

A jelen szakdolgozat az üzem/intézmény által elvárt szakmai színvonalnak mind tartalmilag, mind formailag megfelel, beadható.

Kelt,

Az üzem részéről:

üzemi konzulens

Elfogadási nyilatkozat

Ezen szakdolgozat a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépészmérnöki Kara által a Diplomatervezési és Szakdolgozat feladatokra előírt valamennyi tartalmi és formai követelménynek, továbbá a feladatkiírásban előírtaknak maradéktalanul eleget tesz. E szakdolgozatot a nyilvános bírálatra és nyilvános előadásra alkalmasnak tartom.

A beadás időpontja:

témavezető

Nyilatkozat az önálló munkáról

Alulírott, *Mogi Róbert* (ABC123), a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem hallgatója, büntetőjogi és fegyelmi felelősségem tudatában kijelentem és sajátkezű aláírással igazolom, hogy ezt a szakdolgozatot meg nem engedett segítség nélkül, saját magam készítettem, és dolgozatomban csak a megadott forrásokat használtam fel. Minden olyan részt, melyet szó szerint vagy azonos értelemben, de átfogalmazva más forrásból átvettem, egyértelműen, a hatályos előírásoknak megfelelően, a forrás megadásával megjelöltem.

Budapest, 2021. november 15.

hallgató

Tartalomjegyzék

| | |
|--|-----------|
| Előszó | ix |
| Jelölések jegyzéke | x |
| 1. Bevezetés | 1 |
| 2. \LaTeX-eszközök | 2 |
| 2.1. A szerkesztéshez használatos eszközök | 2 |
| 2.2. A dokumentum lefordítása Windows alatt | 3 |
| 2.3. Eszközök Linuxhoz | 4 |
| 3. A dolgozat formai kivitele | 5 |
| 3.1. A dolgozat kimérete | 5 |
| 3.2. A dolgozat nyelve | 5 |
| 3.3. A dokumentum nyomdatechnikai kivitele | 6 |
| 4. A \LaTeX-sablon használata | 7 |
| 4.1. Címkék és hivatkozások | 7 |
| 4.2. Ábrák és táblázatok | 8 |
| 4.3. Felsorolások és listák | 10 |
| 4.4. Képletek | 11 |
| 4.5. Irodalmi hivatkozások | 12 |
| 4.6. A dolgozat szerkezete és a forrásfájlok | 15 |
| 4.7. Alapadatok megadása | 16 |
| 4.8. Új fejezet írása | 16 |
| 4.9. Definíciók, tételek, példák | 17 |

| | |
|---|-----------|
| 5. Összefoglalás | 18 |
| 5.1. Eredmények | 18 |
| 5.2. Javaslatok/Következtetések/Tanulságok | 18 |
| Irodalomjegyzék | 19 |
| Summary | 20 |
| Függelék | 21 |
| F.1. A TeXstudio felülete | 21 |
| F.2. Válasz az „Élet, a világmindenség, meg minden” kérdésére | 22 |
| Mellékletek | 23 |
| M.1. Első melléklet | 23 |
| M.2. Kapcsolási rajzok | 24 |

Előszó

Az előszó legtöbbször személyes hangú, eligazító jellegű írás, amely a mű megírásának okairól, születésének körülményeiről szól. Az előszó nem szerves része a főszövegnek, hanem annak kiegészítése. Ugyancsak az előszóban fejtheti ki a szerző a mű megértéséhez szükséges szempontokat, a követett módszereket, utalhat a fontosabb előzményekre és szakirodalomra. Az előszó ne legyen terjedelmes.

Jelen dokumentum egy diplomaterv-sablon, amely formai keretet ad a BME Gépészmérnöki Karán végző hallgatók által elkészítendő szakdolgozatnak és diplomatervnek. A sablon használata opcionális. Ez a sablon \LaTeX alapú, a *TeXLive* \TeX -implementációval és a PDF- \LaTeX fordítóval működőképes. A sablon forrása a Mechatronika Szakosztály GitHub tárhelyén¹ elérhető. Amennyiben hibát találtál, vagy észrevételed, javaslatod lenne, kérlek ott jelezd.

~ ~ ~

Köszönetnyilvánítás

A köszönetnyilvánítás ide írható. Ez a sablon a Villamosmérnöki és Informatikai Kar Méreştechnika és Információs Rendszerek Tanszék szakdolgozat és diplomaterv sablonja alapján készült. Köszönöm készítőinek és karbantartóinak a munkájukat.

Budapest, 2021. november 15.

Mogi Róbert

¹<https://github.com/MechatronikaSzakosztaly/bme-gpk-thesis-latex>

Jelölések jegyzéke

A táblázatban a többször előforduló jelölések magyar és angol nyelvű elnevezése, valamint a fizikai mennyiségek esetén annak mértékegysége található. Az egyes mennyiségek jelölése – ahol lehetséges – megegyezik hazai és a nemzetközi szakirodalomban elfogadott jelölésekkel. A ritkán alkalmazott jelölések magyarázata első előfordulási helyüknél található.

Latin betűk

| Jelölés | Megnevezés, megjegyzés, érték | Mértékegység |
|---------|-------------------------------|------------------|
| g | gravitációs gyorsulás (9.81) | m/s ² |
| p | nyomás | bar |
| s | fajlagos entrópia | J/(kg·K) |

Görög betűk

| Jelölés | Megnevezés, megjegyzés, érték | Mértékegység |
|---------|-------------------------------|-------------------|
| η | hatásfok | 1 |
| ρ | sűrűség | kg/m ³ |

Indexek, kitevők

| Jelölés | Megnevezés, értelmezés |
|---------|----------------------------------|
| i | általános futóindex (egész szám) |
| nom | névleges (nominális) érték |
| opt | legkedvezőbb (optimális) érték |

1. fejezet

Bevezetés

A bevezető tartalmazza a diplomaterv-kiírás elemzését, történelmi előzményeit, a feladat indokoltságát (a motiváció leírását), az eddigi megoldásokat, és ennek tükrében a hallgató megoldásának összefoglalását.

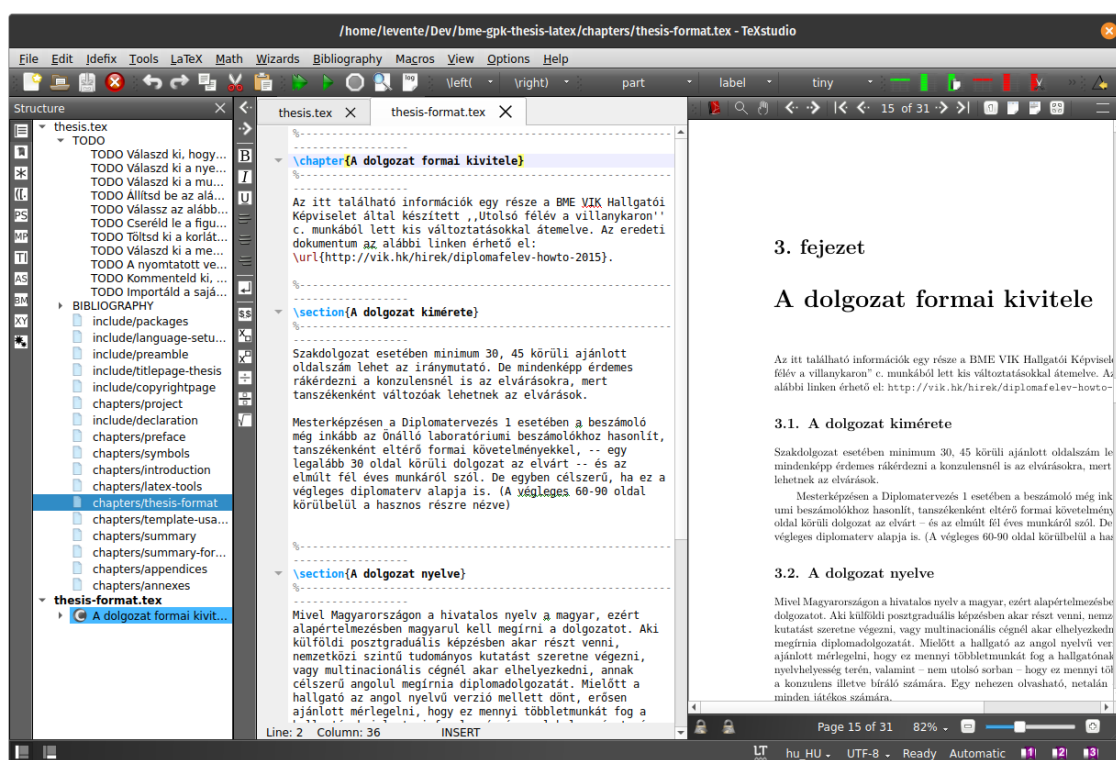
A bevezető szokás szerint a diplomaterv felépítésével záródik, azaz annak rövid leírásával, hogy melyik fejezet mivel foglalkozik.

2. fejezet

LaTeX-eszközök

2.1. A szerkesztéshez használatos eszközök

Ez a sablon TeXstudio 2.8.8 szerkesztővel készült. A TeXstudio egy platformfüggetlen, Windows, Linux és Mac OS alatt is elérhető LaTeX-szerkesztőprogram számtalan hasznos szolgáltatással (2.1. ábra). A szoftver ingyenesen letölthető¹.



2.1. ábra. A TeXstudio LaTeX-szerkesztő.

A TeXstudio telepítése után érdemes még letölteni a magyar nyelvű helyesíráseellenőrző-szótárakat hozzá. A TeXstudio az OpenOffice-hoz használatos

¹A TeXstudio hivatalos oldala: <http://texstudio.sourceforge.net/>

formátumot tudja kezelni. A TeXstudio beállításainál a General fülön a Dictionaries résznél tudjuk megadni, hogy melyik szótárt használja.

Egy másik használható Windows alapú szerkesztőprogram a LEd² (LaTeX Editor), a TeXstudio azonban stabilabb, gyorsabb, és jobban használható.

2.2. A dokumentum lefordítása Windows alatt

A TeXstudio és a LEd kizárólag szerkesztőprogram (bár az utóbbiban DVI-nézegető is van), így a dokumentum fordításához szükséges eszközöket nem tartalmazza. Windows alatt alapvetően két lehetőség közül érdemes választani: MiKTeX (<http://miktex.org/>) és TeX Live (<http://www.tug.org/texlive/>) programcsomag. Az utóbbi működik Mac OS X, GNU/Linux alatt és Unix-származékokon is. A MiKTeX egy alapsomag telepítése után mindig letölti a használt funkciókhoz szükséges, de lokálisan hiányzó T_EX-csomagokat, míg a TeX Live DVD ISO verzióban férhető hozzá. Ez a dokumentum TeX Live 2008 programcsomag segítségével fordult, amelynek DVD ISO verziója a megadott oldalról letölthető. A sablon lefordításához a disztribúcióban szereplő magyar .ldf fájlt a <http://www.math.bme.hu/latex/> változatra kell cserélni, vagy az utóbbi változatot be kell másolni a projekt-könyvtárba (ahogy ezt meg is tettük a sablonban) különben anomáliák tapasztalhatók a dokumentumban (pl. az ábra- és táblázat-aláírások formátuma nem a beállított lesz, vagy bizonyos oldalakon megjelenik alapértelmezésben egy fejléc). A TeX Live 2008-at még nem kell külön telepíteni a gépre, elegendő DVD-ről (vagy az ISO fájlból közvetlenül, pl. DaemonTools-szal) használni.

Ha a MiKTeX csomagot használjuk, akkor parancssorból a következő módon tudjuk újrafordítani a teljes dokumentumot:

```
$ texify -p thesis.tex
```

A texify parancs a MiKTeX programcsomag miktex/bin alkönyvtárában található. A parancs gondoskodik arról, hogy a szükséges lépéseket (fordítás, hivatkozások generálása stb.) a megfelelő sorrendben elvégezze. A -p kapcsoló hatására PDF-et generál. A fordítást és az ideiglenes fájlok törlését elvégezhetjük a sablonhoz mellékelt manual_build.bat szkript segítségével is.

A T_EX-eszközöket tartalmazó programcsomag binárisainak elérési útját gyakran be kell állítani a szerkesztőprogramban, például TeXstudio esetén legegyszerűbben az Options / Configure TeXstudio... / Commands menüponttal előhívott dialógusablakban tehetjük ezt meg.

²A LEd hivatalos oldala: <http://www.latexeditor.org/>

A PDF- \LaTeX használata esetén a generált dokumentum közvetlenül PDF-formátumban áll rendelkezésre. Amennyiben a PDF-fájl egy PDF-nézőben (pl. Adobe Acrobat Reader vagy Foxit PDF Reader) meg van nyitva, akkor a fájlleíró a PDF-néző program tipikusan lefoglalja. Ilyen esetben a dokumentum újrafordítása hibaüzenettel kilép. Ha bezárjuk és újra megnyitjuk a PDF dokumentumot, akkor pedig a PDF-nézők többsége az első oldalon nyitja meg a dokumentumot, nem a legutóbb olvasott oldalon. Ezzel szemben például az egyszerű és ingyenes [Sumatra PDF](#) nevű program képes arra, hogy a megnyitott dokumentum megváltozását detektálja, és frissítse a nézetet az aktuális oldal megtartásával.

2.3. Eszközök Linuxhoz

Linux operációs rendszer alatt is rengeteg szerkesztőprogram van, pl. a KDE alapú Kile jól használható. Ez ingyenesen letölthető, vagy éppenséggel az adott Linux-disztribúció eleve tartalmazza, ahogyan a dokumentum fordításához szükséges csomagokat is. Az Ubuntu Linux disztribúciók alatt például legtöbbször a `texlive-*` csomagok telepítésével használhatók a \LaTeX -eszközök. A jelen sablon fordításához szükséges csomagok (kb. 0,5 GB) az alábbi paranccsal telepíthetők:

```
$ sudo apt-get install texlive-latex-extra texlive-fonts-extra texlive-fonts-recommended texlive-xetex  
texlive-science texlive-lang-european
```

Amennyiben egy újabb csomag hozzáadása után hiányzó fájlra utaló hibát kapunk a fordítótól, telepítenünk kell az azt tartalmazó TeX Live csomagot. Ha pl. a `bibentry` csomagot szeretnénk használni, futtassuk az alábbi parancsot:

```
$ apt-cache search bibentry  
texlive-luatex - TeX Live: LuaTeX packages
```

Majd telepítsük fel a megfelelő TeX Live csomagot, jelen esetben a `texlive-lualatex-et`. (Egy LaTeX csomag több TeX Live csomagban is szerepelhet.)

Ha gyakran szerkesztünk más \LaTeX dokumentumokat is, kényelmes és biztos megoldás a teljes TeX Live disztribúció telepítése, ez azonban kb. 4 GB helyet igényel.

```
sudo apt-get install texlive-full
```

3. fejezet

A dolgozat formai kivitele

Az itt található információk egy része a BME VIK Hallgatói Képviselőlet által készített „Utolsó félév a villanykaron” c. munkából lett kis változtatásokkal átemelve. Az eredeti dokumentum az alábbi linken érhető el: <http://vik.hk/hirek/diplomafelev-howto-2015>.

3.1. A dolgozat kimérete

Szakdolgozat esetében minimum 30, 45 körüli ajánlott oldalszám lehet az iránymutató. De mindenképp érdemes rákérdezni a konzulensnél is az elvárásokra, mert tanszékenként változóak lehetnek az elvárások.

Mesterképzésen a Diplomatervezés 1 esetében a beszámoló még inkább az Önálló laboratóriumi beszámolókhöz hasonlít, tanszékenként eltérő formai követelményekkel, – egy legalább 30 oldal körüli dolgozat az elvárt – és az elmúlt fél éves munkáról szól. De egyben célszerű, ha ez a végleges diplomaterv alapja is. (A végleges 60-90 oldal körülbelül a hasznos részre nézve)

3.2. A dolgozat nyelve

Mivel Magyarországon a hivatalos nyelv a magyar, ezért alapértelmezésben magyarul kell megírni a dolgozatot. Aki külföldi posztgraduális képzésben akar részt venni, nemzetközi szintű tudományos kutatást szeretne végezni, vagy multinacionális cégnél akar elhelyezkedni, annak célszerű angolul megírnia diplomadolgozatát. Mielőtt a hallgató az angol nyelvű verzió mellett dönt, erősen ajánlott mérlegelni, hogy ez mennyi többletmunkát fog a hallgatónak jelenteni fogalmazás és nyelvhelyesség terén, valamint – nem utolsósorban – hogy ez mennyi többletmunkát fog jelenteni a konzulens illetve

bíráló számára. Egy nehezen olvasható, netalán érthetetlen szöveg teher minden játékos számára.

3.3. A dokumentum nyomdatechnikai kivitele

A dolgozatot A4-es fehér lapra nyomtatva, 2,5 centiméteres margóval (+1 cm kötésbeni), 11–12 pontos betűmérettel, talpas betűtípussal és másfeles sorközzel célszerű elkészíteni.

Annak érdekében, hogy a dolgozat külsőleg is igényes munka benyomását keltse, érdemes figyelni az alapvető tipográfiai szabályok betartására [3].

4. fejezet

A \LaTeX -sablon használata

Ebben a fejezetben röviden, implicit módon bemutatjuk a sablon használatának módját, ami azt jelenti, hogy sablon használata ennek a dokumentumnak a forráskódját tanulmányozva válik teljesen világossá. Amennyiben a szoftver-keretrendszer telepítve van, a sablon alkalmazása és a dolgozat szerkesztése \LaTeX -ben a sablon segítségével tapasztalataink szerint jóval hatékonyabb, mint egy WYSWYG (*What You See is What You Get*) típusú szövegszerkesztő esetén (pl. Microsoft Word, OpenOffice).

4.1. Címkék és hivatkozások

A \LaTeX dokumentumban címkéket (`\label`) rendelhetünk ábrákhoz, táblázatokhoz, fejezetekhez, listákhoz, képletekhez stb. Ezekre a dokumentum bármely részében hivatkozhatunk, a hivatkozások automatikusan feloldásra kerülnek.

A sablonban makrókat definiáltunk a hivatkozások megkönnyítéséhez. Ennek megfelelően minden ábra (*figure*) címkéje `fig:` kulcsszóval kezdődik, míg minden táblázat (*table*), képlet (*equation*), fejezet (*section*) és lista (*listing*) rendre a `tab:`, `eq:`, `sec:` és `lst:` kulcsszóval kezdődik, és a kulcsszavak után tetszőlegesen választott címke használható. Ha ezt a konvenciót betartjuk, akkor az előbbi objektumok számára rendre a `\figref`, `\tabref`, `\eqref`, `\sectref` és `\listref` makrókkal hivatkozhatunk. A makrók paramétere a címke, amelyre hivatkozunk (a kulcsszó nélkül). Az összes említett hivatkozástípus, beleértve az `\url` kulcsszóval bevezetett web-hivatkozásokat is a `hyperref`¹ csomagnak köszönhetően aktívak a legtöbb PDF-nézegetőben, rájuk kattintva a dokumentum megfelelő oldalára ugrik a PDF-néző vagy a megfelelő linket megnyitja az alapértelmezett böngészővel. A `hyperref` csomag a kimeneti PDF-dokumentumba könyvjelzőket is

¹Segítségével a dokumentumban megjelenő hivatkozások nem csak dinamikussá válnak, de színeztethők is, bővebbet erről a csomag dokumentációjában találunk. Ez egyúttal egy példa lábjegyzet írására.

készít a tartalomjegyzékből. Ez egy szintén aktív tartalomjegyzék, amelynek elemeire kattintva a nézegető behozza a kiválasztott fejezetet.

4.2. Ábrák és táblázatok

Használjunk vektorgrafikus ábrákat, ha van rá módunk. PDFLaTeX használata esetén PDF formátumú ábrákat lehet beilleszteni könnyen, az EPS (PostScript) vektorgrafikus képformátum beillesztését a PDFLaTeX közvetlenül nem támogatja (de lehet konvertálni, lásd később). Ha vektorgrafikus formában nem áll rendelkezésünkre az ábra, akkor a veszteségmentes PNG, valamint a veszteséges JPEG formátumban érdemes elmenteni. Figyeljünk arra, hogy ilyenkor a képek felbontása elég nagy legyen ahhoz, hogy nyomtatásban is megfelelő minőséget nyújtson (legalább 300 dpi javasolt). A dokumentumban felhasznált képfájlokat a dokumentum forrása mellett érdemes tartani, archiválni, mivel ezek hiányában a dokumentum nem fordul újra. Ha lehet, a vektorgrafikus képeket vektorgrafikus formátumban is érdemes elmenteni az újrafelhasználhatóság (az átszerkeszthetőség) érdekében.

Kapcsolási rajzok legtöbbször kimásolhatók egy vektorgrafikus programba (pl. CorelDraw) és onnan nagyobb felbontással raszterizálva kimenthetők PNG formátumban. Ugyanakkor kiváló ábrák készíthetők Microsoft Visio vagy hasonló program használatával is: Visio-ból az ábrák közvetlenül PDF-be is menthetők.

Lehetőségeink Matlab ábrák esetén:

- Képernyőlopás (*screenshot*) is elfogadható minőségű lehet a dokumentumban, de általában jobb felbontást is el lehet érni más módszerrel.
- A Matlab ábrát a File/Save As opcióval lementhetjük PNG formátumban (ugyanaz itt is érvényes, mint korábban, ezért nem javasoljuk).
- A Matlab ábrát az Edit/Copy figure opcióval kimásolhatjuk egy vektorgrafikus programba is és onnan nagyobb felbontással raszterizálva kimenthetjük PNG formátumban (nem javasolt).
- Javasolt megoldás: az ábrát a File/Save As opcióval EPS *vektorgrafikus* formátumban elmentjük, PDF-be konvertálva beillesztjük a dolgozatba.

Az EPS kép az epstopdf programmal² konvertálható PDF formátumba. Célszerű egy batch-fájlt készíteni az összes EPS ábra lefordítására az alábbi módon (ez Windows alatt működik).

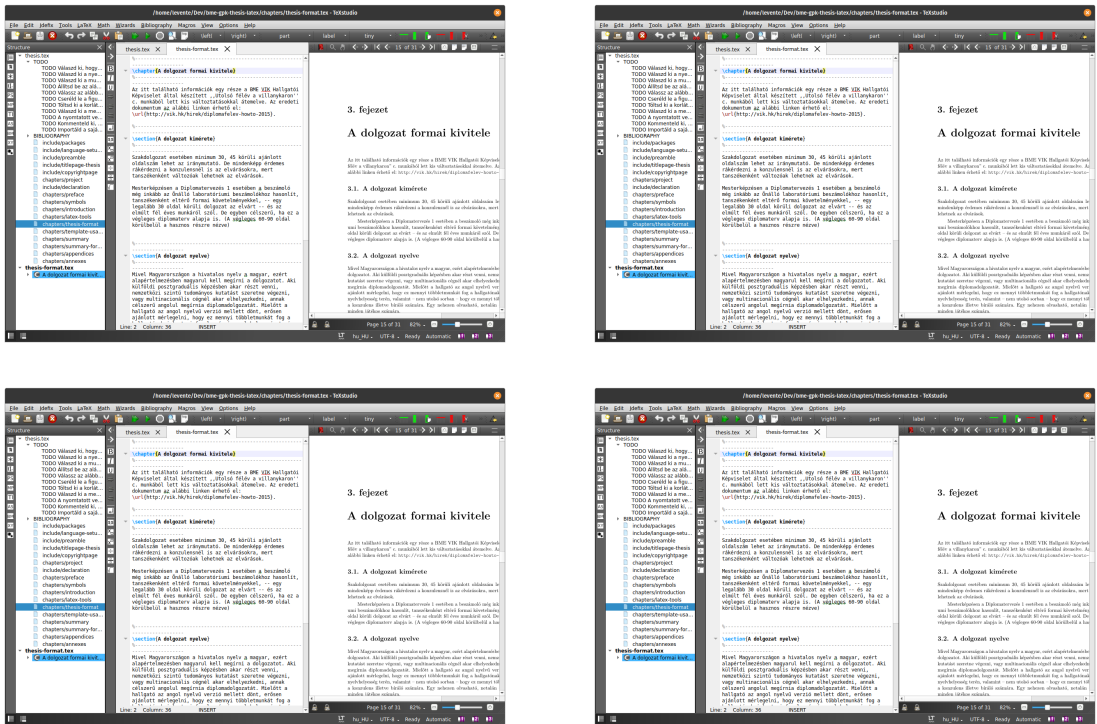
²a korábban említett L^AT_EX-disztribúciókban megtalálható

```
@echo off
for %%j in (*.eps) do (
    echo converting file "%%j"
    epstopdf "%%j"
)
echo done .
```

Egy ilyen parancsfájlt (convert.cmd) elhelyeztük a sablon figures\eps könyvtárba, így a felhasználónak csak annyi a dolga, hogy a figures\eps könyvtárba kimentí az EPS formátumú vektorgrafikus képet, majd lefuttatja a convert.cmd parancsfájlt, ami PDF-be konvertálja az EPS fájlt.

Ezek után a PDF-ábrát ugyanúgy lehet a dokumentumba beilleszteni, mint a PNG-t vagy a JPEG-et. A megoldás előnye, hogy a lefordított dokumentumban is vektorgrafikusan tárolódik az ábra, így a mérete jóval kisebb, mintha raszterizáltuk volna beillesztés előtt. Ez a módszer minden – az EPS formátumot ismerő – vektorgrafikus program (pl. CorelDraw) esetén is használható.

A képek beillesztésére a 2. fejezetben mutattunk be példát (2.1. ábra). Az előző mondatban egyúttal az automatikusan feloldódó ábrahivatkozásra is láthatunk példát. Több képfájl is beilleszthetünk egyetlen ábrába. Az egyes képek közötti horizontális és vertikális margót metrikusan szabályozhatjuk (4.1. ábra). Az ábrák elhelyezését számtalan tipográfiai szabály egyidejű teljesítésével a fordító maga végzi, a dokumentum írója csak preferenciáit jelezheti a fordító felé (olykor ez bosszúságot is okozhat, ilyenkor pl. a kép méretével lehet játszani).



4.1. ábra. Több képfájl beillesztése esetén térközöket is érdemes használni.

A táblázatok használatára a 4.1 táblázat mutat példát. A táblázatok formázásához hasznos tanácsokat találunk a booktabs csomag dokumentációjában.

| Órajel | Frekvencia | Cél pin |
|--------|------------|---------------|
| CLKA | 100 MHz | FPGA CLK0 |
| CLKB | 48 MHz | FPGA CLK1 |
| CLKC | 20 MHz | Processzor |
| CLKD | 25 MHz | Ethernet chip |
| CLKE | 72 MHz | FPGA CLK2 |
| XBUF | 20 MHz | FPGA CLK3 |

4.1. táblázat. Az órajel-generátor chip órajel-kimenetei.

4.3. Felsorolások és listák

Számozatlan felsorolásra mutat példát a jelenlegi bekezdés:

- *első bajusz*: ide lehetne írni az első elem kifejtését,
- *második bajusz*: ide lehetne írni a második elem kifejtését,
- *ez meg egy szakáll*: ide lehetne írni a harmadik elem kifejtését.

Számozott felsorolást is készíthetünk az alábbi módon:

1. *első bajusz*: ide lehetne írni az első elem kifejtését, és ez a kifejtés így néz ki, ha több sorosra sikeredik,
2. *második bajusz*: ide lehetne írni a második elem kifejtését,
3. *ez meg egy szakáll*: ide lehetne írni a harmadik elem kifejtését.

A felsorolásokban sorok végén vessző, az utolsó sor végén pedig pont a szokásos írásjel. Ez alól kivételt képezhet, ha az egyes elemek több teljes mondatot tartalmaznak.

Listákban a dolgozat szövegétől elkülönítendő kódrészleteket, programsorokat, pszeudo-kódokat jeleníthetünk meg (4.1. kódrészlet).

```
\begin{enumerate}
  \item \emph{első bajusz:} ide lehetne írni az első elem kifejtését,
    és ez a kifejtés így néz ki, ha több sorosra sikeredik,
  \item \emph{második bajusz:} ide lehetne írni a második elem kifejtését,
  \item \emph{ez meg egy szakáll:} ide lehetne írni a harmadik elem kifejtését.
\end{enumerate}
```

4.1. lista. A fenti számozott felsorolás \LaTeX -forráskódja

A lista keretét, háttérszínét, egész stílusát megválaszthatjuk. Ráadásul különféle programnyelveket és a nyelveken belül kulcsszavakat is definiálhatunk, ha szükséges. Erről bővebbet a listings csomag hivatalos leírásában találhatunk.

4.4. Képletek

Ha egy formula nem túlságosan hosszú, és nem akarjuk hivatkozni a szövegből, mint például a $e^{i\pi} + 1 = 0$ képlet, *szövegekőzi képletként* szokás leírni. Csak, hogy másik példát is lássunk, az $U_i = -d\Phi/dt$ Faraday-törvény a $\text{rot } E = -\frac{dB}{dt}$ differenciális alakban adott Maxwell-egyenlet felületre vett integráljából vezethető le. Látható, hogy a \LaTeX -fordító a sorközöket betartja, így a szöveg szedése esztétikus marad szövegekőzi képletek használata esetén is.

Képletek esetén az általános konvenció, hogy a kisbetűk skalárt, a kis félkövér betűk (\mathbf{v}) oszlopvektort – és ennek megfelelően \mathbf{v}^T sorvektort – a kapitális félkövér betűk (\mathbf{V}) mátrixot jelölnek. Ha ettől el szeretnénk térni, akkor az alkalmazni kívánt jelölésmódot célszerű külön alfejezetben definiálni. Ennek megfelelően, amennyiben \mathbf{y} jelöli a mérések vektorát, $\boldsymbol{\vartheta}$ a paraméterek vektorát és $\hat{\mathbf{y}} = \mathbf{X}\boldsymbol{\vartheta}$ a paraméterekben lineáris modellt, akkor a *Least-Squares* értelemben optimális paraméterbecslő $\hat{\boldsymbol{\vartheta}}_{LS} = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{y}$ lesz.

Emellett kiemelt, sorszámozott képleteket is megadhatunk, ennél az `equation` és a `eqnarray` környezetek helyett a korszerűbb `align` környezet alkalmazását javasoljuk (több okból, különféle problémák elkerülése végett, amelyekre most nem térünk ki). Tehát

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{B}\mathbf{u}, \quad (4.1)$$

$$\mathbf{y} = \mathbf{C}\mathbf{x}, \quad (4.2)$$

ahol \mathbf{x} az állapotvektor, \mathbf{y} a mérések vektora és \mathbf{A} , \mathbf{B} és \mathbf{C} a rendszert leíró paramétermátrixok. Figyeljük meg, hogy a két egyenletben az egyenlőségjelek egymáshoz igazítva jelennek meg, mivel a mindkettőt az `&` karakter előzi meg a kódban. Lehetőség van számozatlan kiemelt képlet használatára is, például

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{B}\mathbf{u},$$

$$\mathbf{y} = \mathbf{C}\mathbf{x}.$$

Mátrixok felírására az $\mathbf{Ax} = \mathbf{b}$ inhomogén lineáris egyenlet részletes kifejtésével mutatunk példát:

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_m \end{pmatrix}. \quad (4.3)$$

A $\frac{}{}$ utasítás hatékonyságát egy általános másodfokú tag átviteli függvényén keresztül mutatjuk be, azaz

$$W(s) = \frac{A}{1 + 2T\xi s + s^2T^2}. \quad (4.4)$$

A matematikai mód minden szimbólumának és képességének a bemutatására természetesen itt nincs lehetőség, de gyors referenciaként hatékonyan használhatók a következő linkek:

http://www.artofproblemsolving.com/LaTeX/AoPS_L_GuideSym.php,

<http://www.ctan.org/tex-archive/info/symbols/comprehensive/symbols-a4.pdf>,

<ftp://ftp.ams.org/pub/tex/doc/amsmath/short-math-guide.pdf>.

Ez pedig itt egy magyarázat, hogy miért érdemes align környezetet használni:

<http://texblog.net/latex-archive/math/eqnarray-align-environment/>.

4.5. Irodalmi hivatkozások

Egy \LaTeX dokumentumban az irodalmi hivatkozások definíciójának két módja van. Az egyik a `\thebibliography` környezet használata a dokumentum végén, az `\end{document}` lezárás előtt.

```
\begin{thebibliography}{9}

\bibitem{Lamport94} Leslie Lamport, \emph{\LaTeX: A Document Preparation System}.
Addison Wesley, Massachusetts, 2nd Edition, 1994.

\end{thebibliography}
```

Ezek után a dokumentumban a `\cite{Lamport94}` utasítással hivatkozhatunk a forrásra. A fenti megadás viszonylag kötetlen, a szerző maga formázza az irodalomjegyzéket (ami gyakran inkonzisztens eredményhez vezet).

Egy sokkal professzionálisabb módszer a BiBTeX használata, ezért ez a sablon is ezt támogatja. Ebben az esetben egy külön szöveges adatbázisban definiáljuk a forrásmunkákat, és egy külön stílusfájl határozza meg az irodalomjegyzék kinézetét. Ez, összhangban azzal, hogy külön formátumkonvenció határozza meg a folyóirat-, a könyv-, a konferenciakik- stb. hivatkozások kinézetét az irodalomjegyzékben (a sablon használata esetén ezzel nem is kell foglalkoznia a hallgatónak, de az eredményt célszerű ellenőrizni). felhasznált hivatkozások adatbázisa egy `.bib` kiterjesztésű szöveges fájl, amelynek szerkezetét a A 4.2 kódrészlet demonstrálja. A forrásmunkák bevitelkor a sor végi vesszők külön figyelmet igényelnek, mert hiányuk a BiBTeX -fordító hibaüzenetét eredményezi. A forrásmunkákat típus szerinti kulcsszó vezeti be (`@book`

könyv, @inproceedings konferenciakiadványban megjelent cikk, @article folyóiratban megjelent cikk, @techreport valamelyik egyetem gondozásában megjelent műszaki tanulmány, @manual műszaki dokumentáció esetén stb.). Nemcsak a megjelenés stílusa, de a kötelezően megadandó mezők is típusról-típusra változnak. Egy jól használható referencia a <http://en.wikipedia.org/wiki/BibTeX> oldalon található.

```
@book{Wettl04,
  author    = {Ferenc Wettl and Gyula Mayer and Péter Szabó},
  publisher = {Panem Könyvkiadó},
  title     = {\LaTeX-kézikönyv},
  year      = {2004},
}

@article{Candy86,
  author      = {James C. Candy},
  journaltitle = {{IEEE} Trans.\ on Communications},
  month       = {01},
  note        = {\doi{10.1109/TCOM.1986.1096432}},
  number      = {1},
  pages       = {72--76},
  title       = {Decimation for Sigma Delta Modulation},
  volume      = {34},
  year        = {1986},
}

@inproceedings{Lee87,
  author      = {Wai L. Lee and Charles G. Sodini},
  booktitle   = {Proc.\ of the IEEE International Symposium on Circuits and Systems},
  location    = {Philadelphia, PA, USA},
  month       = {05-4--7},
  pages       = {459--462},
  title       = {A Topology for Higher Order Interpolative Coders},
  vol         = {2},
  year        = {1987},
}

@thesis{KissPhD,
  author      = {Peter Kiss},
  institution = {Technical University of Timi\c{s}oara, Romania},
  month       = {04},
  title       = {Adaptive Digital Compensation of Analog Circuit Imperfections for Cascaded Delta-Sigma
    Analog-to-Digital Converters},
  type        = {phdthesis},
  year        = {2000},
}

@manual{Schreier00,
  author      = {Richard Schreier},
  month       = {01},
  note        = {\url{http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/}},
  organization = {Oregon State University},
  title       = {The Delta-Sigma Toolbox v5.2},
  year        = {2000},
}

@misc{DipPortal,
  author      = {{Budapesti ŰMszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Villamosmérnöki és Informatikai Kar}},
  howpublished = {\url{http://diplomaterv.vik.bme.hu/}},
}
```

```

title      = {Diplomaterv portál (2011. február 26.)},
}

@incollection{Mkrtychev:1997,
  author    = {Mkrtychev, Alexey},
  booktitle = {Logical Foundations of Computer Science},
  doi       = {10.1007/3-540-63045-7_27},
  editor    = {Adian, Sergei and Nerode, Anil},
  isbn      = {978-3-540-63045-6},
  pages     = {266-275},
  publisher = {Springer Berlin Heidelberg},
  series    = {Lecture Notes in Computer Science},
  title     = {Models for the logic of proofs},
  url       = {http://dx.doi.org/10.1007/3-540-63045-7_27},
  volume    = {1234},
  year      = {1997},
}

```

4.2. lista. Példa szöveges irodalomjegyzék-adatbázisra BibT_EX használata esetén.

A stílusfájl egy .sty kiterjesztésű fájl, de ezzel lényegében nem kell foglalkozni, mert vannak beépített stílusok, amelyek jól használhatók. Ez a sablon a BiB_T_EX-et használja, a hozzá tartozó adatbázisfájl a mybib.bib fájl. Megfigyelhető, hogy az irodalomjegyzéket a dokumentum végére (a \end{document} utasítás elé) beillesztett \bibliography{mybib} utasítással hozhatjuk létre, a stílusát pedig ugyanitt a \bibliographystyle{plain} utasítással adhatjuk meg. Ebben az esetben a plain előre definiált stílust használjuk (a sablonban is ezt állítottuk be). A plain stíluson kívül természetesen számtalan más előre definiált stílus is létezik. Mivel a .bib adatbázisban ezeket megadtuk, a BiB_T_EX-fordító is meg tudja különböztetni a szerzőt a címtől és a kiadótól, és ez alapján automatikusan generálódik az irodalomjegyzék a stílusfájl által meghatározott stílusban.

Az egyes forrásmunkákra a szövegből továbbra is a \cite paranccsal tudunk hivatkozni, így a 4.2. kódrészlet esetén a hivatkozások rendre \cite{Wettl04}, \cite{Candy86}, \cite{Lee87}, \cite{KissPhD}, \cite{Schreirer00}, \cite{Mkrtychev:1997} és \cite{DipPortal}. Az egyes forrásmunkák sorszáma az irodalomjegyzék bővítésekor változhat. Amennyiben az aktuális számhoz illeszkedő névelőt szeretnénk használni, használjuk az \acite{} parancsot.

Az irodalomjegyzékben alapértelmezésben csak azok a forrásmunkák jelennek meg, amelyekre található hivatkozás a szövegben, és ez így alapvetően helyes is, hiszen olyan forrásmunkákat nem illik az irodalomjegyzékbe írni, amelyekre nincs hivatkozás.

Mivel a fordítási folyamat során több lépésben oldódnak fel a szimbólumok, ezért gyakran többször is le kell fordítani a dokumentumot. Ilyenkor ez első 1-2 fordítás esetleg szimbólum-feloldásra vonatkozó figyelmeztető üzenettel zárul. Ha hibaüzenettel zárul bármelyik fordítás, akkor nincs értelme megismételni, hanem a hibát kell megkeresni. A .bib fájl megváltoztatáskor sokszor nincs hatása a változtatásnak azonnal, mivel nem

mindig fut újra a BibTeX fordító. Ezért célszerű a változtatás után azt manuálisan is lefuttatni (TeXstudio esetén Tools/Bibliography).

Hogy a szövegbe ágyazott hivatkozások kinézetét demonstráljuk, itt most sorban meghivatkozzuk a [8], [2], [5], [4], [7] és a [6]³ forrásmunkát, valamint az [1] weboldalt.

Megjegyzendő, hogy az ékezetes magyar betűket is tartalmazó .bib fájl az inputenc csomaggal betöltött latin2 betűkészlet miatt fordítható. Ugyanez a .bib fájl hibaüzenettel fordul egy olyan dokumentumban, ami nem tartalmazza a \usepackage[latin2]{inputenc} sort. Speciális igény esetén az irodalmi adatbázis általánosabb érvényűvé tehető, ha az ékezetes betűket speciális latex karakterekkel helyettesítjük a .bib fájlban, pl. á helyett \'{a}-t vagy ő helyett \H{o}-t írunk.

Irodalomhivatkozásokat célszerű először olyan szolgáltatásokban keresni, ahol jó minőségű bejegyzések találhatók (pl. ACM Digital Library,⁴ DBLP,⁵ IEEE Xplore,⁶ SpringerLink⁷) és csak ezek után használni kevésbé válogatott forrásokat (pl. Google Scholar⁸). A jó minőségű bejegyzéseket is érdemes megfelelően tisztítani.⁹ A sablon angol nyelvű változatában használt plainnat beállítás egyik sajátossága, hogy a cikkhez generált hivatkozás a cikk DOI-ját és URL-jét is tartalmazza, ami gyakran duplikátumhoz vezet – érdemes tehát a DOI-kat tartalmazó URL mezőket törölni.

4.6. A dolgozat szerkezete és a forrásfájlok

A diplomatervsablonban a TeX fájlok két alkönyvtárban helyezkednek el. Az include könyvtárban azok szerepelnek, amiket tipikusan nem kell szerkesztenünk, ezek a sablon részei (pl. címloldal). A content alkönyvtárban pedig a saját munkánkat helyezhetjük el. Itt érdemes az egyes fejezeteket külön TeX állományokba rakni.

A diplomatervsablon (a kari irányelvek szerint) az alábbi fő fejezetekből áll:

1. *szennycímloldal, sorozatcímloldal és címloldal* (include/titlepage.tex),
2. *copyrightoldal* (include/copyrightpage.tex),
3. *feladatkiírás* (include/project.tex) a dolgozat nyomtatott verziójában ennek a helyére kerül a tanszék által kiadott, a tanszékvezető által aláírt feladatkiírás, a

³Informatikai témában gyakran hivatkozunk cikkeket a Springer LNCS valamely kötetéből, ez a hivatkozás erre mutat egy helyes példát.

⁴<https://dl.acm.org/>

⁵<http://dblp.uni-trier.de/>

⁶<http://ieeexplore.ieee.org/>

⁷<https://link.springer.com/>

⁸<http://scholar.google.com/>

⁹<https://github.com/FTSRG/cheat-sheets/wiki/BibTeX-Fixing-entries-from-common-sources>

dolgozat elektronikus verziójába pedig a feladatkiírás egyáltalán ne kerüljön bele, azt külön tölti fel a tanszék a diplomaterv-honlapra,

4. *nyilatkozatok* (`include/declaration.tex`),
5. *tartalomjegyzék* (`thesis.tex`),
6. *illusztrációk és táblázatok jegyzéke* (`thesis.tex`) `\listoffigures` és `\listoftables` utasításokkal generálható. Csak szükség esetén használandó, nem ajánlott.
7. *előszó* (`chapters/preface.tex`),
8. *jelölések jegyzéke* (`chapters/symbols.tex`),
9. *bevezetés* (`chapters/introduction.tex`) a feladat értelmezése, a tervezés célja, a feladat indokoltsága, a diplomaterv felépítésének rövid összefoglalása,
10. sorszámmal ellátott *fejezetek* (`chapters/chapter#.tex`) a feladatkiírás pontosítása és részletes elemzése, előzmények (irodalomkutatás, hasonló alkotások), az ezekből levonható következtetések, a tervezés részletes leírása, a döntési lehetőségek értékelése és a választott megoldások indoklása, a megtervezett műszaki alkotás értékelése, kritikai elemzése, továbbfejlesztési lehetőségek,
11. részletes és pontos *irodalomjegyzék* (ez a sablon esetében automatikusan generálódik a `thesis.tex` fájlban elhelyezett `\bibliography` utasítás hatására, a 4.5. szakaszban leírtak szerint),
12. *summary* (`chapters/summary-foreign.tex`) idegen nyelvű összefoglaló,
13. *függelékek* (`chapters/appendices.tex`),
14. *mellékletek* (`chapters/annexes.tex`).

4.7. Alapadatok megadása

A diplomaterv alapadatait (cím, szerző, konzulens, konzulens titulusa) a `thesis.tex` fájlban lehet megadni.

4.8. Új fejezet írása

A főfejezetek külön content könyvtárban foglalnak helyet. A sablonhoz 3 fejezet készült. További főfejezeteket úgy hozhatunk létre, ha új \TeX fájlt készítünk a fejezet számára, és a

thesis.tex fájlban, a \include és \includeonly utasítások argumentumába felvesszük az új .tex fájl nevét.

4.9. Definíciók, tételek, példák

Definíció 1 (Fluxuskondenzátor térerőssége). Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. ■

Példa 1. *Példa egy példára. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.*

Tétel 1 (Kovács tétele). Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum. ■

5. fejezet

Összefoglalás

5.1. Eredmények

Az összefoglaló értékelés a három oldalt lehetőleg ne haladja meg! Az elvégzett munka és eredményeinek bemutatása egyes szám első személyben fogalmazva.

5.2. Javaslatok/Következtetések/Tanulságok

A feladat elkészítése során levont tanulságok összefoglalása. Javaslattétel, továbbfejlesztési lehetősége bemutatása, előretekintés a jövőbe stb.

Budapest, 2021. november 15.

Mogi Róbert

Irodalomjegyzék

- [1] Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Villamosmérnöki és Informatikai Kar: Diplomaterv portál (2011. február 26.). <http://diplomaterv.vik.bme.hu/>, 2011.
- [2] James C. Candy: Decimation for sigma delta modulation. *IEEE Trans. on Communications*, 34. évf. (1986. 01) 1. sz., 72–76. p. DOI: 10.1109/TCOM.1986.1096432.
- [3] Gábor Jeney: Hogyan néz ki egy igényes dokumentum? Néhány szóban az alapvető tipográfiai szabályokról. Jelentés, 2014, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Híradástechnikai Tanszék. <http://www.mcl.hu/~jeneyg/kinezet.pdf>.
- [4] Peter Kiss: *Adaptive Digital Compensation of Analog Circuit Imperfections for Cascaded Delta-Sigma Analog-to-Digital Converters*. PhD értekezés (XY School of Electrical Engineering). 2000. 04.
- [5] Wai L. Lee–Charles G. Sodini: A topology for higher order interpolative coders. In *Proc. of the IEEE International Symposium on Circuits and Systems* (konferenciaanyag). 1987. 4-7 05., 459–462. p.
- [6] Alexey Mkrtychev: Models for the logic of proofs. In Sergei Adian–Anil Nerode (szerk.): *Logical Foundations of Computer Science*. Lecture Notes in Computer Science sorozat, 1234. köt. 1997, Springer Berlin Heidelberg, 266–275. p. ISBN 978-3-540-63045-6.
URL http://dx.doi.org/10.1007/3-540-63045-7_27.
- [7] Richard Schreier: *The Delta-Sigma Toolbox v5.2*. Oregon State University, 2000. 01. <http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/>.
- [8] Ferenc Wettl–Gyula Mayer–Péter Szabó: *L^AT_EX kézikönyv*. 2004, Panem Könyvkiadó.

Summary

Az elvégzett munka rövid, másfél oldalt meg nem haladó, de legalább 2/3 oldalnyi terjedelmű angol nyelvű összefoglalása.

Angol nyelven készített dolgozat esetén magyar nyelvű összefoglaló kell, ha a készítő magyar anyanyelvű. Nem angol vagy nem magyar nyelven készített dolgozat esetén kötelező az angol nyelvű összefoglaló, és ha a készítő magyar anyanyelvű, akkor a magyar nyelvű is.

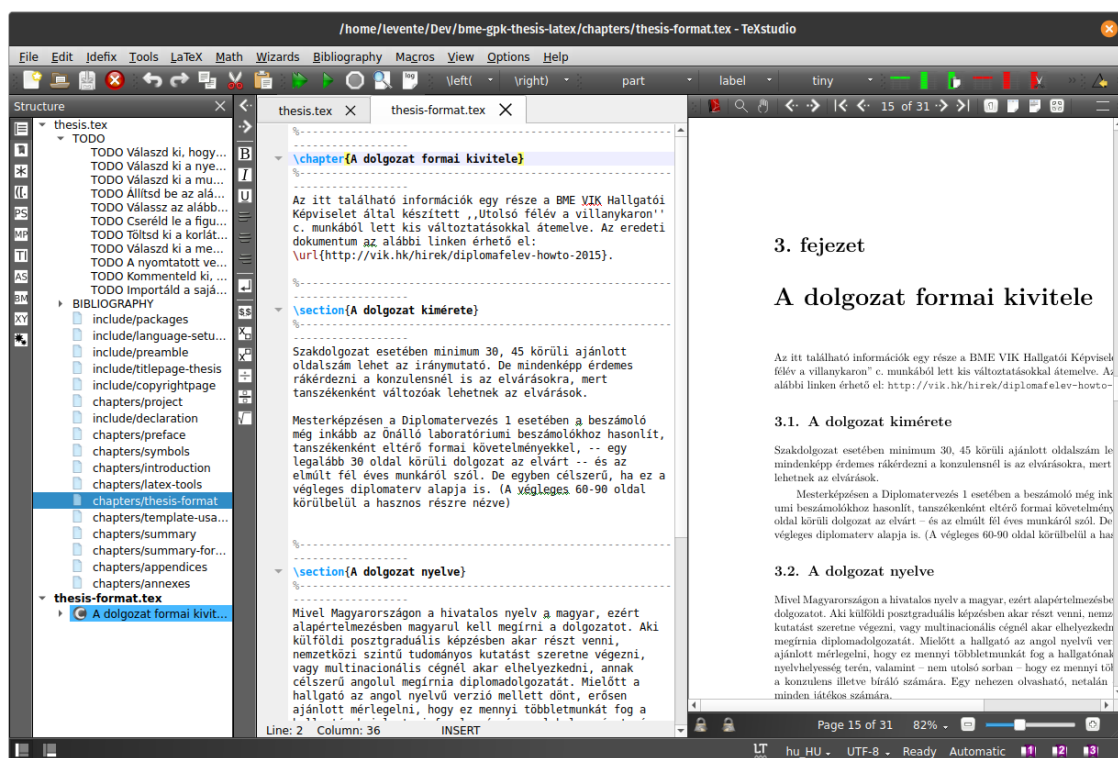
Keywords *mechatronika, szabályozástechnika, etorobotika, ipar 4.0*

Függelék

A függelék a főszöveget kiegészíti további részletezéssel. Ide kerül minden kiegészítő információ, ami nem tartozik szorosan a feladat témájához. A függelék rendszerint nem önálló dokumentum. A főszöveg általában nem hivatkozik rá. Általában saját munka.

A dolgozat opcionális eleme, csak igény esetén kell használni.

F.1. A TeXstudio felülete



F.1.1. ábra. A TeXstudio L^AT_EX-szerkesztő.

F.2. Válasz az „Élet, a világmindenség, meg minden” kérdésére

A Pitagorasz-tételből levezetve

$$c^2 = a^2 + b^2 = 42. \quad (\text{F.2.1})$$

A Faraday-indukciós törvényből levezetve

$$\text{rot } E = -\frac{dB}{dt} \quad \longrightarrow \quad U_i = \oint_L \mathbf{E} d\mathbf{l} = -\frac{d}{dt} \int_A \mathbf{B} d\mathbf{a} = 42. \quad (\text{F.2.2})$$

Mellékletek

M.1. Első melléklet

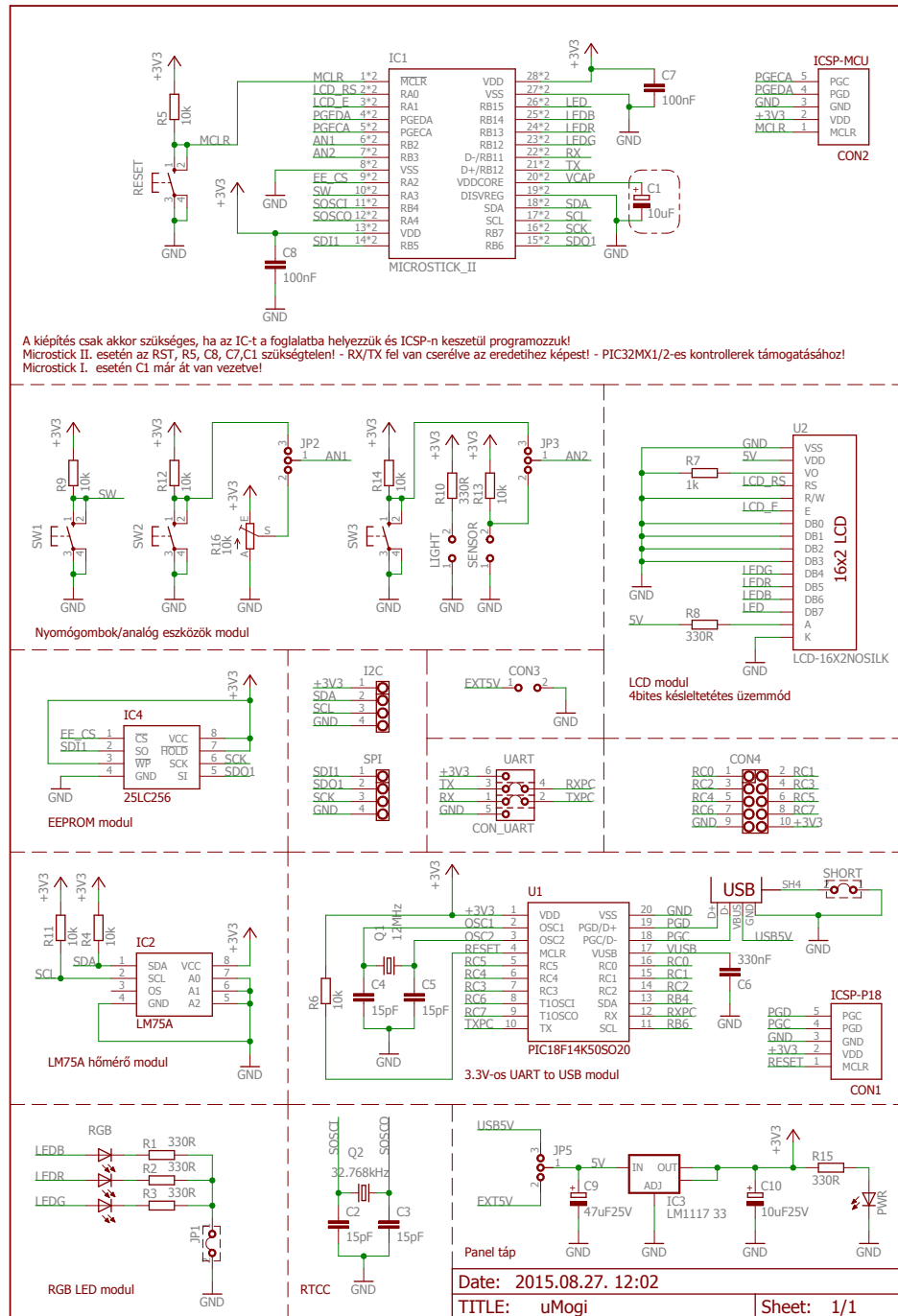
A melléklet(ek)ben olyan információkat célszerű elhelyezni, melyek nélkül a főszövegben közöltek nem értelmezhetők, de az ott történő elhelyezésük jelentősen megnövelné a főszöveg terjedelmét. A melléklet rendszerint önállóan is értelmezhető dokumentum. Gyakran nem az író saját munkája.

A mellékletbe kerülnek például a

- terjedelmes, sok adatot tartalmazó táblázatok,
- mérési és egyéb jegyzőkönyvek,
- levél és faxmásolatok,
- szerződésmásolatok,
- műszaki rajzok és műszaki leírások,
- nagyméretű, ill. összetett kapcsolási vázlatok,
- térképek,
- fényképek.

A mellékletbe kerülő információ mennyisége esetenként szükségessé teheti több melléklet kialakítását. Ebben az esetben célszerű lehet azt például a fenti csoportosításban kialakítani, és az egyes melléketeket folyószámmal ellátni (1. Melléklet, 2. Melléklet stb.). A melléklet tipográfiai kialakítására ugyanazok a szabályok vonatkoznak mint a függelékére. Minden, a mellékletben található információhordozót (táblázat, ábra, fénykép stb.) egyedi számmal és címmel kell ellátni. Ezt az azonosítót kell használni a főszövegben az ezekre való hivatkozások során.

M.2. Kapcsolási rajzok



M.2.1. ábra. A uMogi kapcsolási rajza.