

# Tervezési szabályok és tanácsok

a Mikrokontroller laboratórium c. tárgy  
önállóan megoldandó házi feladatához

Ez a segédlet a házi feladat megoldásához kíván segítséget nyújtani. A házi feladattal kapcsolatos konzultációkon felmerült, többeket is érintő problémákat, megoldási javaslatokat igyekszünk itt közzétenni. Egyes tanácsoknál dőlt betűvel a labor korábbi hallgatóinak saját szavait is idézzük.

A gyors beszerezhetőség, az elviselhető anyagárak és a gyors megépíthetőség érdekében kérünk minden hallgatót a dokumentumban részletezett szabályok betartására! A nyomtatott áramköri tervek és a rendelési fájlok leadását kénytelenek vagyunk megtagadni abban az esetben, amennyiben a lenti fejezetekben található ÖSSZES szabályt a hallgató nem tartja be!

A dokumentum figyelmes végigtanulmányozásának hiánya felesleges kérdéseket eredményez, amelyek megválaszolása a konzultációs időpontokban időt és nagy konzulensi türelmet igényel!

A tantárgy honlapján közzéteszünk több, a tervezést segítő fájlt, egy „[hallglib\\_2022\\_v2.zip](#)” nevű csomagban. Megtalálható benne egy Altium alkatrészkönyvtár gyakori alkatrészekkel, egy kiindulási terv a házi feladathoz, illetve segédanyagok az alkatrészlista és a gyártófájlok elkészítéséhez.

## 1. Alkatrészek kiválasztása

### 1.1. Szabályok

Az egyes feladatok általában tartalmazzák a nagyobb integráltságú eszközök javasolt típusait. A nem túl speciális elektronikus egységek lehetséges beszerzési forrásai – ahol érdemes különböző alkatrésztípusok után keresni – az alábbiak:

1. Lomex Kft: <http://www.lomex.hu>
2. Farnell: <http://hu.farnell.com>
3. ChipCAD Kft: <http://www.chipcad.hu>

*(Csak az ajánlott alkatrészeket lehet ChipCAD-től venni!)*

- Kérjük az alkatrészek kiválasztásánál a fenti sorrendet vegyük figyelembe, tehát a leginkább preferált beszerzési forrás a Lomex.
- Amennyiben a feladatnál meg van jelölve egy javasolt eszközre a beszerzési forrás, és esetleg a pontos rendelési kód is, akkor használjuk azt!
- A Lomextől és a Farnelltől lehet szabadon alkatrészt választani, a ChipCAD-től csak azt, amit a feladatleírásban ajánlottként felsoroltunk.
- Az említett szaküzletek raktárkészletei többnyire online lekérdezhetők internetes oldalaikon keresztül. **Okvetlenül ellenőrizzük** a házi feladat megoldásához kiválasztott **alkatrészek beszerezhetőségét** (az általunk javasolt alkatrészeknél is előfordulhat, hogy elfogy a raktárkészlet, ilyenkor helyettesítő terméket kell keresni). Kérdéses esetben konzultáló kollégáink segítenek!
- **Az alkatrészrendelési listát (BOM – Bill of Materials) egy – Altiumból generált – Excel táblázat formájában** kell elkészíteni (ld. 5. fejezet), majd megfelelően átnevezve („Név\_FELADATSORSZÁM.xlsx – például *PéldaPál\_A45.xlsx*”) és a határidőket betartva a konzulensnél leadni. Vigyázzunk az alkatrészek kiválasztásánál: csodákra nem vagyunk képesek, csak azonnal szállítható alkatrészeket tudunk ilyen rövid idő alatt beszerezni.
- A házi feladathoz segédletként a tantárgy honlapjáról letölthető egy „hallglib” csomag, amely többek között tartalmaz egy előre összeállított alkatrészkönyvtárat (hallglib.SchLib, hallglib.PcbLib). Ebben számos gyakran előforduló alkatrész megtalálható, úgymint
  - 0805-ös felületszerelt ellenállások,
  - 0805-ös felületszerelt kerámia kondenzátorok,
  - tűskesorok,
  - hüvelysorok,
  - tápcsatlakozó,
  - különböző színű LED-ek,
  - egyéb gyakori alkatrészek

- Ezeket a gyakori alkatrészeket innen válasszuk, ne **akarjuk a fenti kategóriákat más méretben beszerezni!** Amennyiben mégis szükségünk van speciális alkatrészekre (pl. extrém kis ellenállás, nagy teljesítményű ellenállás stb.), akkor azt egyeztessük konzulensünkkel! A „**Supplier**” (beszerzési forrás) és „**Reference**” (cikkszám) **paramétereiket** ne felejtsük el kitölteni a boltok készleteinek ellenőrzése után!
- Ha nincs benne az alkatrészkönyvtárban egy a használni kívánt eszköz, akkor bizony **SAJÁTKEZŐLEG** kell létrehozni. Lehet, hogy valahonnan letölthető, de gyakran gyorsabb kézzel megcsinálni. Fontos, hogy a saját alkatrészeknél is **adjunk meg „Supplier” és „Reference” paramétereiket**, és töltsük is ki ezeket tartalommal. Ennek hiányában a generált alkatrészlista nem lesz feldolgozható.
- Azokat az eszközöket, alkatrészeket, amelyek nem a nyomtatott áramkörtérvezési terv részei, de szükséges beszerezni az adott házi feladathoz (pl. külső AC/DC adapter, lengő csatlakozó, motor stb.), **az alkatrészlista generálása után, kézzel írjuk be** a táblázatba, természetesen a megfelelő beszerzési forrás és cikkszám megjelölésével.
- **A következő alkatrészeket mindenkinek beszerezzük**, így nem kell külön jelölni a rendelésben:
  - 2x20-as hüvelysorok a Nucleo kithez
  - Egysoros tűkesor (akármilyen lábszámmal). Ebből nagyobb mennyiségben beszerzünk 1x40-eseket, mindenki tördelhet magának belőle megfelelő méretűt.
  - LCD kijelzőkhöz rögzítőcsavarok és távtartók
  - Műanyag távtartók, amik az elkészült áramkör „lábaként” funkcionálnak
- Fontos, hogy akinek **LCD kijelző** van a házi feladatában, **ne felejtse el beírni** az alkatrészlistába **a hozzá való hüvelysort**. Javasolt típus: Lomex 43-00-08
- Fontos, hogy a Lomexből választott **hüvelysorok esetén ne a „PRECI” változatot rendeljük**. Ugyanis abban kisebb átmérőjű hengeres hüvelyek vannak, amelyekbe nem fér bele a standard tűkesor szögletes keresztmetszetű lába.
- Lomexből választott standard passzív alkatrészeknél, **filléres tételeknél soha ne rendeljünk 1db-ot**, mert mindenre van egy kb. 50 Ft-os csomagbontási költség. Konkrét példa: 1k-s 0805-ös ellenállás darabára 0.38Ft, de 1db rendelése esetén 51Ft-ba kerül, 10db esetén 55Ft-ba, és 1000db körül éri el a 0,38 Ft-ot. Tanulság: ilyen filléres dolgokból mindig legalább 5-10db-ot érdemes rendelni (amúgy is kicsi, ha elrepül egy, legyen tartalék). Ezeknél a tételeknél a darabszámot utólag kézzel módosítsuk a táblázatban. 10Ft alatti listaárú kis alkatrészeknél érvényes ez az ajánlás.

## 1.2. Tanácsok

- A LED-ek áramának beállítása nem kritikus, így, ha pl. 3 különböző LED-ünk van, és szeretnénk mindegyiket mondjuk 10 mA-re állítani, akkor ne rendeljünk pl. 120, 150 és 180 Ohmos ellenállásokat, hanem rendeljünk a 150 Ohmosból 3 db-ot! Egy BOM minél rövidebb, annál jobb; így pl. többféle felhúzóellenállás, vagy hidegítő kondenzátor használata fölösleges, hacsak azt az eszköz adatlapja kifejezetten nem kéri!

## 2. Kapcsolási rajz

### 2.1. Szabályok

- Tápfeszültség szűrésre integrált áramkörönként 100nF-os kerámia kondenzátort használjunk!
- Az elkészítendő eszköz tápellátásának megtervezése előtt feltétlenül **tanulmányozzuk át alaposan** a Nucleo-64 kártya [felhasználói leírásának](#) 6.3. fejezetét!
- A Nucleo-64 kártya a következő tápbemenetekkel rendelkezik:

- USB 5V (az ST-LINK debuggeren keresztül): max. 300mA áramfelvételig, amennyiben a host PC képes ezt kiszolgálni
- External 5V (E5V, az ST morpho tükessoron keresztül)
- 7–12V közötti stabilizálatlan tápfeszültség (VIN, az ST morpho tükessoron keresztül): az áramfelvétel maximuma a feszültségtől függ, pl. 9V esetén 400mA

Az USB 5V használata csak akkor javasolt, ha a teljes hardver kis áramfelvételű (< 200–250mA). Nagyobb áramok esetén, illetve ha szeretnénk az áramkörünket önállóan, PC-től függetlenül is használni, javasoljuk egy külső 5V-os AC/DC adapter használatát, ekkor a Nucleo megtáplálására az E5V tápbemenet használjuk.

A fenti lehetőségek bármelyikének használata esetén elérhető a Nucleo kit tükessorán a stabilizált +5V (CN7, 18-as láb). Ezt felhasználhatjuk a perifériakártya megtáplálására is, ha a Nucleo és a saját kártyánk áramfelvétele nem haladja meg a fent megadott értékeket.

Ökölszabályként alkalmazzuk a következőt:

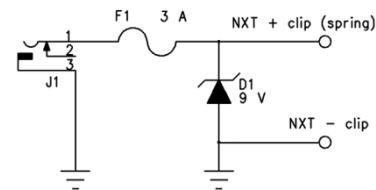
- **Ha a perifériakártya 5V-os áramfelvétele kisebb, mint 100mA**, akkor választhatjuk az USB 5V-ot elsődleges tápforrásként, a perifériakártya megtáplálására pedig használhatjuk a Nucleo +5V kimenetét.
- **Ha a perifériakártya 5V-os áramfelvétele nagyobb, mint 100mA**, vagy ha szeretnénk a hardverünket PC-től függetlenül is használni, akkor alkalmazzunk külső 5V-os AC/DC adaptert a perifériakártya és a Nucleo megtáplálására! Ekkor a Nucleo E5V tápbemenetét (CN7, 5-ös láb) használjuk.

- Ha 5V-nál magasabb feszültségre is szükség van a perifériakártyán, (pl. motormeghajtás esetén), akkor a perifériakártya és a Nucleo 5V-os feszültségét a perifériakártyán állítsuk elő egy saját tápegység kapcsolással, és a Nucleo-t az E5V lábon keresztül tápláljuk meg.
- 24V-nál nagyobb feszültséget ne használjunk az alkalmazott kapcsolásban! Szükség esetén külső tápegységet biztosítunk a hardverhez (**5V, 2A kapcsolóüzemű AC/DC tápegység, Lomex 24-02-39**). Ennek szükségességét mindenképpen **jelöljük** az alkatrészrendelési táblázatban!
- Amennyiben külső tápegység szükséges, az egyik lehetséges nyákba ültetendő csatlakozó típusa: TÁP DC ANYA 5.5/2.1 DCS-5521-5 NYÁK 90° (Lomex 43-07-67). A csatlakozó rajzeleme és footprint-je megtalálható a kiadott alkatrészkönyvtárakban.
- LCD háttérvilágítás vagy 4-6 hétszegmenses LED kijelző használata esetén könnyen elérhetjük a fent említett 100mA-es áramfelvételt. Ilyenkor lehetőség szerint használjunk külső tápot! Ha nem vagyunk biztosak a dolgunkban, egyeztessünk a konzulenssel!
- Amennyiben saját tápegység kapcsolást vagy külső 5V-os adaptert használunk, figyeljünk, hogy a **Nucleo kitet az E5V lábon keresztül tápláljuk**, és ne a ~~+5V lábon~~ keresztül!
- A mikrokontroller NRST (reset) és BOOT0 lábait nem kell bekötni, hiszen azok a Nucleo kiten definit állapotba húzottak (lásd a kit kapcsolási rajzán).
- Figyeljünk arra, hogy a mikrokontrollernek csak bizonyos portjai 5 V toleránsak. Erről az [STM32F446xx kontroller adatlapjának](#) 44. oldalától kezdődő táblázatból tájékozódhatunk (az FT jelölésű portok 5 V toleránsak).

## 2.2. Tanácsok

- A kapcsolási rajzhoz „puskaként” használható a méréseken használt [perifériakártya kapcsolási rajza](#), viszont pár dolgot érdemes lehet máshogy csinálni:
  - Az LCD kijelző kontraszt beállításához érdemes a két fix ellenállás helyett (R4, R5) egy trimmert, vagy egyéb potenciométert elhelyezni.
  - A háttérvilágítás kapcsolásában bipoláris tranzisztor helyett érdemesebb FET-et használni, és soros előtét ellenállást tenni a LED-ekhez.
  - Lehetőség szerint csináljuk állíthatóra a háttérvilágítást, tehát kössük a tranzisztor GATE-jét (egy soros ellenálláson keresztül) a kontroller PWM-ezhető kimenetére.
  - Figyeljünk az ellenállások **teljesítményére!** Ha kevés a 0805-ös ellenállások teljesítménye, tegyünk **párhuzamosan** többet!
  - LCD illesztésnél indokolt lehet a 74HCT245-ös használata (kétirányú kommunikáció), hiszen ilyenkor ki tudjuk olvasni az LCD státuszszavát, amely segít az időzítésben (nem kell mindenhova késleltetéseket beiktatni). Amennyiben a fenti IC-t használjuk, tegyük fel a kérdést magunknak, hogy mi indokolja a B portjaival sorba kötött ellenállásokat? Szükség van-e ilyenekre az A port esetén is?

- A tantárgy honlapján közzétett „hallglib” csomagban található egy *schlib* és egy *pcblib* fájl, amelyekben az előző félévi Altium méréseken megismert alkatrészeken kívül sok előre elkészített *part*-ot és *footprint*-et találunk. Ezeket felhasználhatjuk a tervezés során, miután **ellenőriztük** őket!
- Jumpereknél a jumper két végéhez kötődő vezetékeket máshogy kell elnevezni: pl. ha a jumper a TX vezetéket szakítja meg, akkor ne TX-nek hívjuk a vezetéket mindkét oldalán, mert ez nyilvánvalóan hibás összeköttetést okoz!
- A perifériák kiválasztásánál és csatlakoztatásánál figyeljünk a megfelelő jelszintillesztésre! Figyeljünk arra, hogy a választott eszköz bemeneti  $V_{IH}$  feszültség szintje ne legyen magasabb a meghajtó kimenet (pl. a kontroller I/O lába) által kiadható maximális jelszintnél (3,3V). Emlékezzünk, hogy a normál CMOS áramköröknél általában  $V_{IH} = 0,7 \cdot V_{CC}$ , ami 5V-os tápfeszültség esetén 3,5V-ot jelent. Ilyen esetben például a 74HC család helyett a TTL jelszint kompatibilis 74HCT áramkörök választása a megfelelő. Amennyiben a perifériánk 5V-os, és nem TTL jelszint kompatibilis, szintáthelyező áramkör szükséges (pl. 74HCT244). Kérdés esetén a választást minden esetben beszéljük meg a konzulenssel!
- A grafikus LCD-hez biztosan szükséges szintillesztés! A parancsokról/kommunikációról bővebben lásd az LCD-hez tartozó NYÁK-on található SBN6400G-D és SBN0064G-D eszközök adatlapjait.
- Ha meg akarjuk védeni kapcsolásunkat, helyezzünk el soros biztosítót és szupresszor diódát a tápbemenetre (Pl. Farnell 9550941). Ez megvédi az áramkörünket attól, ha nagyobb feszültséget kötünk a tápbemenetre, mint egy bizonyos feszültség (a javasolt eszköznél 6,7 V). A jobb oldali kép csak illusztráció a bekötés megértéséhez; az értékeket természetesen gondoljuk át! Kis áramok ( $< 1,1$  A) esetén választhatunk polyfuse-t (javasolt megoldás), pl. Lomex 44--04--71; nagyobb áramoknál olvadóbiztosítót (foglalatként pl. Lomex 44-01-84).
- Érdemes mindenhol használni az STP08CP05TTR shift regisztert, ahol LED-eket hajtunk meg (a tokozás kiderül a cikkszám végéből).



### 3. Nyomtatott áramkör

#### 3.1. Szabályok

- A „hazi\_kiindulas.PcbDoc” fájl egy kiindulási nyákot tartalmaz rögzítőfuratokkal, valamint egy megfelelően pozícionált Nucleo kit-tel. A kit a bottom oldalon van elhelyezve, – ahogy a valóságban is lesz – ezért a top rétegre helyezzük az alkatrészeket. Ehhez a footprinthez tartozó furatok a kit csatlakoztatásához szükséges hüvelysor lábaihoz készültek, tehát nem szükséges plusz alkatrészeket elhelyeznünk a kit csatlakoztatásához. Az elrendezést 3D módban ellenőrizhetjük (3-as gomb az Altiumban).
- A Nucleo kit „ST morpho” csatlakozóit használjuk a perifériakártyához való csatlakoztatásra. Ezek 2x19-es tűskesorok, amelyekhez a megfelelő hüvelysorok beszerzése nehézkes. Emiatt a kiindulási tervben az egyszerűbben beszerezhető 2x20-as hüvelysornak megfelelő csatlakozókkal láttuk el a Nucleo modelljét, két-két plusz NC (not connected) lábbal kibővítvé. Az áramkör építésénél különösen figyeljünk majd a Nucleo kit behelyezésénél erre! A „balesetek” elkerülése érdekében érdemes a plusz két hüvelyt eltömíteni.
- Az alap NYÁK méretét lehetőleg ne haladjuk meg. Ha mégis szükséges bővíteni, akkor azt a kit hosszirányába tegyük, és **a hossz ne haladja meg a kit hosszát!** A rögzítőfuratokat csak hosszirányban mozdítsuk el, ne kerüljenek közelebb a kithez! Mindettől eltérni csak a konzulens külön engedélyével lehet.
- Forrasztásgátló lakkal ellátott nyomtatott áramköröket tervezzünk, szitaréteg nélkül!
- **Technológiai korlátok:**
  - A minimális vonalvastagság 0.2 mm,
  - A minimális szigetelési távolság max. 20 mm-es hosszon 0.2 mm, egyébként 0.25 mm
  - Bármilyen objektum (tehát vezetékek is) távolsága rézkiöntésektől 0.5 mm
  - A minimális furatméret 0.4 mm
  - Via rézgyűrű minimális átmérője = furatméret + 0.35 mm
  - Nagyobb áramok esetén vastagabb vonalak szükségesek: durva ökölszabályként a min. 2 mm / 1A szabályt alkalmazzuk!
- Legyen egyértelmű kerete (board shape) a kártyának a Mechanical 1 rétegen! Ennek a vonalnak a vastagsága legyen min. 0.25 mm, de a vágást a vonal közepénél fogják elvégezni.
- A top és a bottom rétegen helyezzünk el olvasható nevet rézből!
- Ne legyen tükrözve egyetlen réteg sem (no mirroring)!
- A forrasztásgátló maszkon a padok „átmérőben” 0,2 mm-rel / 8 mil-lel (vagyis körbe 0,1 mm-rel / 4 mil-lel) legyenek nagyobbak, mint a top/bottom rétegen a rezezés. Ez egyébként az Altium Designerben alapértelmezésként be van állítva, de a gerberfájlok átvételénél mindenképp ellenőrizni fogjuk!

### 3.2. Tanácsok

- Nem javasolt az Altium, vagy bármely tervezőprogram alapértelmezett footprint-jeit használni, mert a pad-ek általában kisebbek, mint kellene (mivel nem kézi forrasztáshoz készítették őket), ezen kívül az alapértelmezett footprintekhez általában nincs megrajzolva minden réteg. Viszont kiindulási alapnak használhatóak, csak bizonyos paramétereket át kell állítani.
  - Érdemes jóval nagyobb pad-eket tervezni, mint amekkora az alkatrészek adatlapja alapján adódna, mivel kézi forrasztással dolgozunk, hely kell a pákának. Tehát adott alkatrész pad-je lógjon túl mind "kifelé", mind pedig az alkatrész hasa alá (+néhány tized mm).
  - Figyeljünk a furatok átmérőjére: szögletes keresztmetszetű lábaknál gondoljunk a „gyökéktőre”, így adódik a névleges átmérő ( $d$ ).
  - Vegyük figyelembe a furatfémezés hatását, valamint hogy kényelmesen beférjen a furatba az alkatrészláb:  $\text{drill\_size} = d + 0.2 \text{ mm}$ .
  - A rézgyűrű minimális átmérője a furat körül  $= \text{drill\_size} + 0.35 \text{ mm}$ .
  - Egy-egy chipnek általában több tokozása van, ezek mind rajta vannak az adatlapon. Azt rendeljük meg, amelyikkel tervezünk, és azzal tervezzük, amelyik kapható!
- „A legyártott nyákra akartam felforrasztani a flasht, amikor kiderült, hogy még annál is szélesebb a tokozása, mint amit én gondoltam (egészen pontosan négyzetes). Annak ellenére, hogy a pad-eket nagyon nagy ráhagyással terveztem, és hogy teljesen behajtottam a lábakat, alig sikerült felforrasztani a chipet.”*
- IC-k footprintjének generálásához érdemes használni az Altium beépített opcióját: *Tools->IPC Compliant Footprint Wizard*. Egyéb alkatrészekhez használható a *Tools->Component Wizard* opció. Az értékeket mindig az adatlap szerint töltsük ki!



## 4. Gerber fájlok

### 4.1. Szabályok

- Az alábbi gerber fájlok szükségesek a gyártáshoz:
  - Top Solder
  - Bottom Solder
  - Top Layer
  - Bottom Layer
  - Mechanical 1
  - NC Drill file (.TXT)
- A fájlok alapértelmezett kiterjesztése (GTS, GBS, GTL, GBL, GM1) megfelelő, viszont fontos, hogy **NE A DRL** fájl mellékeljük fúrófájlként, hanem a TXT kiterjesztésűt!
- A gyártófájlokat nevezzük át a következő alakra („Név\_FELADATSORSZÁM” – például *PéldaPál\_A45.GTL*), majd csomagoljuk őket egy ugyanilyen nevű ZIP állományba. Az alkatrészlistát ne tegyük a ZIP-be, azt külön adjuk le!

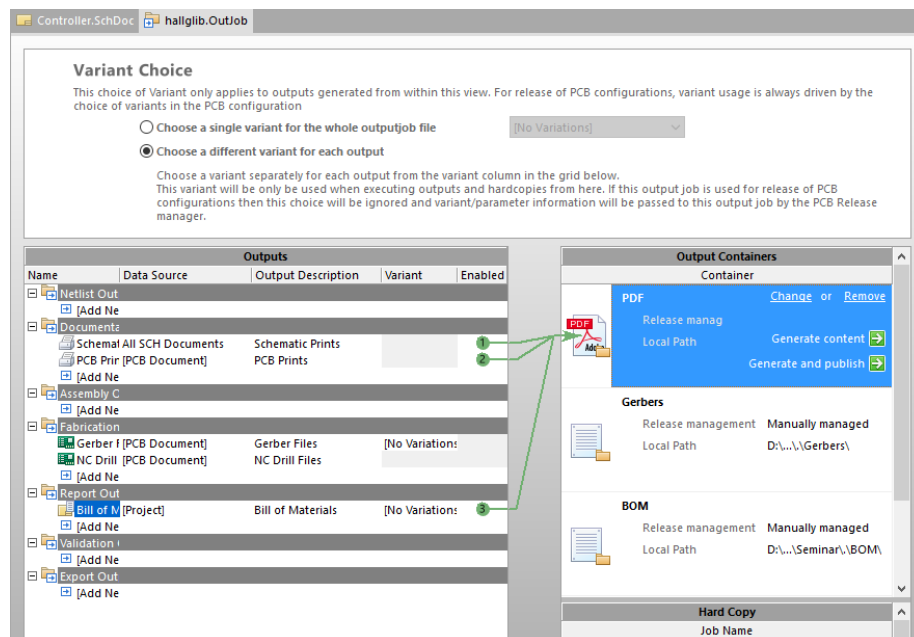
### 4.2. Tanácsok

- Leadás előtt mindenképpen ellenőrizzük külső gerbervizsgáló programmal a gerber fájljainkat. Mi is ezt fogjuk tenni, amikor az átvételkor ellenőrizzük őket. Javasolt program: GerberLogix ([http://www.easylogix.de/products\\_detail.php?prog\\_id=1](http://www.easylogix.de/products_detail.php?prog_id=1))

## 5. Kimeneti fájlok generálása

A gyártófájlok és az alkatrészrendelési táblázat létrehozásához az Altium beépített funkcióját használjuk.

Másoljuk a projekt mappájába a *hallglib.OutJob* és *hallglib.xlsx* fájlokat. Majd az Altiumban a projekthez adjuk hozzá az *Output Job* fájlunkat (*Project/Add Existing to Project...*), majd nyissuk meg a fájlt a projekt *Settings/Output Job Files* részéből.



A megnyílt ablakban a baloldalon az *Outputs* részen találhatóak a különféle kimenetek. Itt definiálhatjuk, miből szeretnénk automatikusan PDF-et generálni, milyen gyártófájlok, milyen beállításokkal szükségesek. Továbbá az alkatrészlistánkat is itt tudjuk generálni. Ezeket nekünk nem kell módosítani, a megfelelő beállítások el lettek végezve a gyártáshoz.

A jobb oldalon, az *Output Containers* részen, megadhatjuk, milyen fájlok készüljenek el. A PDF generálásához válasszuk a *PDF Container*-t, és kattintsunk a *Generate content*-re. Ha a generálás elkészült, a projektünk mappájában megjelent egy PDF mappa, melyben megtalálható generált kapcsolásunk, a beültetési rajzzal, és alkatrész listával. Ezt kinyomtatva egyszerűsíthető a forrasztás, nem szükséges az Altiumot megnyitni.

A Gerberfájlok és az (Excel) alkatrészlista (BOM – Bill of Materials) ugyan így generálható. Az utóbbi esetben figyeljünk oda, hogy a BOM generálásához az Altiumnak szüksége van a *hallglib.xlsx* fájlra, melyet a projekt mappájában keres. Az elkészült Gerber fájlok a *Gerber* mappában, az alkatrészlista a *BOM* mappában találhatóak a generálás után.

**Figyelem! A végleges generálás előtt mindig ellenőrizzük, hogy a projektünk és a PCB nem tartalmaz-e hibát, illetve, hogy minden alkatrész esetén kitöltöttük-e a paramétereket!**

Előfordul, hogy egy alkatrész éppen nem elérhető a beszállítónál, vagy cikkszámot változtatnak. Fontos, hogy minden felhasznált alkatrész elérhetőségét ellenőrizzük a beszállítók webshopjaiban, és szükség esetén módosítsuk a beszerzési adatokat, mielőtt leadjuk az alkatrészlistánkat.

## 6. Programozás, élesztés

### 6.1. Szabályok

- Amennyiben a beültetés után valamiért nem sikerül életet lehelniünk a hardverünkbe, lehetőség van bemérési időpontok foglalására, így lehetőségünk nyílik a tanszéki laboratórium teljes műszerparkjának használatára, illetve munkánkat felügyelő is segíti, ha elakadnánk. A foglalási oldalak linkjei megtalálhatóak a labor honlapján: <https://www.aut.bme.hu/Course/VIAUAC08>
- Az összes alkatrész összes lábát forrasszuk be, bármennyire is csábító a hüvelysor esetén csak a használt lábakat beforrasztani!

### 6.2. Tanácsok

- A Labor1 és Labor2 teljesítése ellenére bátran kérjünk meg valakit, hogy segítsen az oszcilloszkóp beállításában!

*„Oszcilloszkópon próbáltam megfigyelni az SPI-kommunikációt, ehhez beállítottam a trigger az órajelre, de soha nem találtam semmilyen értelmes adatot. Később kiderült, hogy nem a kommunikáció, hanem az oszcilloszkóp beállítása (Auto Trigger Mode) volt a hibás.”*

- Nem mindig a program a rossz, lehet, hogy a kontroller portlába romlott el.

*„Valamiért nem működött az LCD, látszólag semmit sem csinált. Nyilván azt gyanítottam, hogy program hiba, rosszul akarok vele kommunikálni. Napokat szenvedtem vele, az égvilágon nem csinált semmit. Konzultálni is voltam vele, 5 órán keresztül benn voltam laborban, de nem tudták megcsinálni.*

*Mi volt a hiba? Mint kiderítettem a mikrokontroller 4-es portjának egyik lába, ami az LCD egyik adatvezetéke, meg volt halva. Átdugtam az egészet a 7-es portra és ment minden egyből. Úgy vettem észre a hibát, hogy minden portra kiadtam 55-öt, majd AA-t és megnéztem, hogy mindenhol megjelenik-e a jel. Hát egy helyen nem jelent meg. Először forrasztásra gyanakodtam, de nem, megmértem és a panelomra sem érkezett át a jel. Megmértem hát a mikrokontrolleren is, ott sem jött ki a jel. Hát ez van :)”*

## 7. Utólag az alábbiakat csinálnám másképp

Ebben a pontban a labor korábbi hallgatóinak az utókornak szánt tanácsait osztjuk meg. Igen erőteljesen felhívánk a figyelmet a lista első pontjára!

- Hamarabb használnám ki a konzultációs lehetőséget.
- Nagyobb furatméreteket használnék, hogy beleférjenek a furatszerelt alkatrészek lábai
- A stabilizátor tokozására figyelnék, és megfelelő footprintet készítenék.
- Feliratoznám a gombokat és a tűskesort.
- Figyelnék a jack csatlakozók bekötésére, hogy működjenek.
- Esetleg használnék még egy LED-et a táp meglétének jelzésére.
- UART kommunikáció használatakor még kétszer leellenőrizném, hogy helyesen van-e a TX-RX vonal bekötve (null-modem).
- Még néhány funkciót implementálnék.
- A felhasználó küldhetne saját funkciókódot, ha olyan utasítást szeretne használni, amit nem implementáltam
- Footprinteket csak és kizárólag datasheet alapján készítenék, mert amit kép alapján készítettem rossz lett.
- Minden footprinten tüzetesen ellenőrizném, hogy meg van-e mindenhol a fémezés ahol kell, és meg van-e a forrasztásgátló réteg maszk is, hiszen megtapasztaltam mennyire nem lényegtelen, ha valahol ottmarad.
- Kiemelten kell figyelni új partok létrehozásakor, hogy a *footprint* lábakat jól párosítsuk a *part* lábaival: „*Sajnos figyelmetlen voltam és két alkalommal is felcseréltem kettőt, ez nagyon nehezen javítható hiba. (gyártás után vettem csak észre)*”.
- LCD háttérvilágítását érdemes minél kisebbre állítani az ellenállásokkal, mert nagyon sokat fogyaszt és gyengébb háttérvilágítással is jól látszik a kép (szép megoldás lett volna, ha PWM-el lehet állítani).

A dokumentumban felsorolt szabályok bármelyikétől való eltérést feltétlenül egyeztessék konzultáló kollégáinkkal még az áramkör terveinek leadása előtt!