

Áramkörtervezés Altium Designer 6 rendszerben I.

Írta: Molnár Zsolt

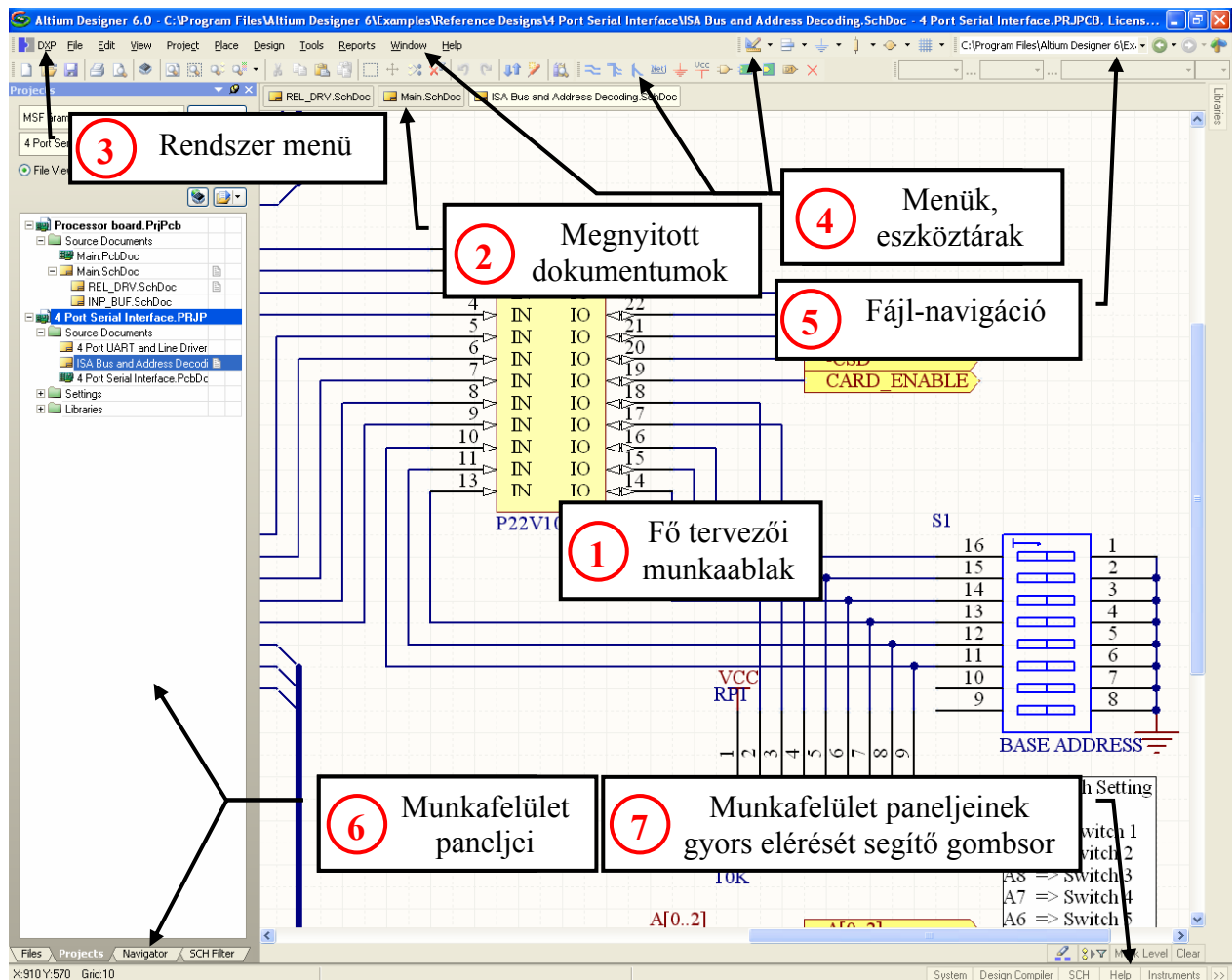
Tartalomjegyzék

1. Az Altium Designer 6 általános ismertetése	3
2. Mintafeladat megoldása: csúcs-egyenirányító tervezése	9

1. Az Altium Designer 6 általános ismertetése

Az **Altium Designer 6** az Altium cég **komplex, egységesített elektronikai gyártmányfejlesztő rendszere**. A komplexitását mutatja, hogy a **kapcsolási rajz tervezést**, a **nyomtatott áramkör tervezést**, az **FPGA tervezést**, a kevert módú **szimulációt**, **jelintegritás analízátort** és a **gyártásba vitelt** támogató szoftver eszközöket is tartalmazza. Ezen felül lehetőséget nyújt – megfelelő hardver fejlesztőeszköz csatlakoztatása esetén – az **FPGA működésének vizsgálatára és hibakeresésére** (debugging). Az egységesítés azt jelenti, hogy a különféle elemek integráltnan, **egy felhasználói felületről** (Altium Designer's Design Explorer - DXP) érhetőek el, és az átmenet a fejlesztés különböző fázisaiban az egyik szoftvereszközből a másikba automatikusan, vagy egyetlen kattintásra megtörténik (nem szükséges köztes adatállomány létrehozása, vagy másik fejlesztőrendszer elindítása). Jelen leírásban – terjedelmi korlátok és a mérések szűkös időbeosztása miatt – csak a kapcsolási rajz és nyomtatott áramkör tervezésének lépéseit ismertetjük. Ez az ismertetés is csak részleges, **a mérés elvégzését nagyban segíti a mérést támogató előadás meghallgatása**. A fejlesztőrendszer további részleteivel **önálló munka** során, a beépített **Tudásközpont** (Knowledge Center, F1), illetve az **Interneten** található anyagok segítségével ismerkedhet meg.

A következőkben az **Altium Designer kezelői felületét** mutatjuk be.



A felület hét **fontos részre** osztható:

1. **Fő tervezői ablak:** itt látható a megnyitott dokumentumok közül az aktív, amelyet a típusától függően megtekinthetünk, vagy szerkeszthetjük.
2. **Megnyitott dokumentumok választó listája (fülek):** a megnyitott dokumentumok választófülei, amelyekkel válthatjuk az aktív dokumentumot, illetve felette jobb gombbal kattintva beállíthatjuk a megjelenítési tulajdonságait.
3. **Rendszer menü:** almenüpontjai segítségével a fejlesztői környezet megjelenését és alapértelmezett beállításait szabhatjuk át igényeink szerint, de itt tájékozódhatunk a felinstallált részprogramokról (szoftver szerverek) is.
4. **Menük, eszköztárak, gyorsparancsok:** kisebb részben állandó, nagyobb részben az aktív dokumentumhoz igazodó szöveges és ikonos parancsok, menüpontok csoportja.

5. **Fájl-navigációs mező:** a megnyitott dokumentumok listáját tartalmazza, amelyhez hozzáadhatóak saját dokumentumok. A listából egy kattintással előre-hátra irányban gyors dokumentum-váltást tesz lehetővé.
6. **Munkafelület paneljei:** az aktív dokumentum típusa szerint változó panelkészlet, amely gyorsabbá teszi a különféle műveletek elvégzését (pl. navigáció, alkotóelemek listája, jellemzők szerinti szűrés).
7. **Munkafelület paneljeinek gyors elérését biztosító gombsor:** a panelek közötti gyors váltást segíti.

Mivel az Altium Designer **menürendszere igen összetett**, ráadásul az aktív dokumentum típusától függően **dinamikusan változik**, ezért a **részletes menüismertetéstől eltekintünk**. A következőkben csak a fejlesztői környezet aktív dokumentum nélküli **alap menüjéről adunk áttekintést**. A menürendszer azon pontjait, amelyeket a példák során használunk, ott ismertetjük.

File (Fájl) menü:

- *New:* Itt hozhatunk létre új tervdokumentumot, könyvtárat, projektet vagy munkafelületet. (A projekt egy olyan dokumentumköteget jelent, amely egy-egy terv létrehozásához szükséges.) A létrehozható dokumentum-típusok között megtaláljuk a kapcsolási rajz (Schematic), nyomtatott áramkör (PCB) és különféle programfájl-típusokat (VHDL, Verilog, C, ASM). A következő könyvtárakat (Library) hozhatjuk létre: kapcsolási rajz elemek könyvtára (Schematic library), nyomtatott áramköri elemek (lennyomat, (Footprint)) könyvtára (PCB library), VHDL elemek gyűjteménye (VHDL library), nyomtatott áramköri 3D modellek könyvtára (PCB3D library), adatbázisok (Database library). A létrehozható projektek közül a fontosabbak: nyomtatott áramkör tervezési projekt (PCB Project), FPGA tervezési projekt (FPGA Project), funkcionális FPGA mag projekt (Core Project), integrált könyvtár (Integrated Library), beágyazott vezérlő szoftverének projektje (Embedded Project). A felsoroltakon kívül még számos fájl-típus létrehozása történhet innen.
- *Open (Ctrl+O), Open Project, Open Design Workspace:* a fenti típusok megnyitását végezhetjük el.
- *Close (Ctrl+F4):* az aktív fájl bezárása.

- *Save Projec, Save Project As, Save Design Workspac, Save Design Workspace As, Save All*: a fenti típusok egyszerű, vagy más néven történő mentését végezhetjük el.
- *Smart Pdf*: egy párbeszédablakos beállítás után olyan interaktív PDF fájlt hozhatunk létre, amelyben az objektumok elhelyezkedése könyvjelzőként el van tárolva, és így azok kereshetőek.
- *Import Wizard*: a varázsló segítségével több más elektronikai tervezőprogram fájljait tudjuk átkonvertálni az Altium Designer formátumára.
- *Recent Documents, Recent Projects, Recent Workspaces*: az adott csoporton belül a legutóbb megnyitott fájlok listája található, amely gyors elérést tesz lehetővé.
- *Exit (Alt+F4)*: kilépés a programból.

View (Nézet) menü:

- *Toolbars*: Megjeleníthetjük a fájl-navigációs (Navigation) eszközöket, és eltüntethetjük a dokumentum-kezelő ikonokat (No Document Tools), valamint testre szabhatjuk a beállításokat (Customize).
- *Workspace Panels*: több kategóriára bontva – Design Compiler (Terv-értelmező), Help (Súgó), Instruments (Műszerek), System (Rendszer) – be- illetve kikapcsolhatjuk a munkafelületi paneleket. Ezek a panelek lebegő, vagy rögzített (dokkolt) állapotúra is állíthatóak.
- *Desktop Layouts*:: a program által tartalmazott, vagy eltárolt munkaasztali elrendezéseket tölthetünk be, vagy az aktuális elrendezést eltárolhatjuk.
- *Devices View*: megjeleníti az FPGA fejlesztéshez használt eszközöket.
- *Home*: megnyitja az Altium Designer honlapját.
- *Status Bar*: be- illetve kikapcsolja a program működési állapotát megjelenítő mezőt.
- *Command Status*: be- illetve kikapcsolja a parancsállapot kijelzőt.

Project (Projekt) menü:

- *Compile*: elindítja az Altium Designer elemző és fordító üzemmódját.
- *Show Differences*: összehasonlít két fájlt, vagy két projektet, és megmutatja közöttük a különbségeket.
- *Add Existing To Project*: létező dokumentumot adhatunk hozzá a projektünkhöz. A hozzáadott fájl a projektben a neki megfelelő kategóriába kerül (pl. forrásdokumentum, könyvtárdokumentum, generált fájl). Ha a kategória még nem létezik, az automatikusan létrehozásra kerül.
- *Remove from Project*: a kijelölt dokumentumot eltávolítja a projektből. Ha a fájl utolsó volt a kategóriájában, az adott kategória törlődik.
- *Add Existing Project*: a munkafelülethez létező projektet ad hozzá. (Egyszerre több projekt is lehet megnyitva.)
- *Add New Project*: a munkafelülethez új projektet ad hozzá.
- *Project Documents (Ctrl+Alt+O)*: megnyit egy fájlkezelő ablakot, amelyben a projektet tartalmazó könyvtár, és a benne lévő dokumentumok láthatóak.
- *Version Control*: az esetlegesen telepített verziókövető program szolgáltatásai érhetőek el ebből a menüből. (Ha nincs telepítve, hiányoznak az almenük.)
- *Archive*: egy párbeszédablakot nyit meg, amelyen keresztül az aktív projekt archiválása végezhető el. Az archivált fájl tömörített formában tartalmazza a projekt forrásdokumentumait és egyéb fájljait.
- *Project Options*: egy párbeszédablakon keresztül kategóriákba rendezett szempontok szerint elvégezhetjük a projekt beállításait.

Window (Ablak) menü:

A megnyitott Project Explorer ablakokat elrendezhetjük (Arrange) vízszintes vagy függőleges rendben (így nem fedik el egymást), illetve bezárhatjuk (Close) azokat. Bezáráskor dönthetünk a projekt és fájljai mentéséről.

Help (Súgó) menü:

- *Knowledge Center (F1)*: Megnyitja a Tudásközpontot, amely egy két fő mezőből álló ablak. Ennek felső része az egérmutató helyzetétől függően változó információt tartalmaz (pl. súgó az egérmutató alatti menüpontról). Az alsó része egy kereső, amely egyben meg is jeleníti a találatokat a súgó adatbázisából. (A Tudásközpont létrehozásában a „Learn As You Work” (munka közbeni tanulás) elvet követték a fejlesztőrendszer létrehozói.)
- *User Forums, Knowledge Base*: Interneten elérhető, a tervezőrendszer használatát segítő anyagok (fórumok és kereshető tudásbázis), amelyek közvetlenül az Altium Designer ablakaiban kerülnek megjelenítésre.
- *Help On*: különféle dokumentumok gyűjteménye, amely a kiválasztott téma használatát segíti.
- *Getting Started*: különféle témákban egy-egy összefoglalót találhatunk PDF formátumban, amely az adott témában gyors munkakezdést tesz lehetővé.
- *About*: névjegy, liszensz-információ és fejlesztőrendszerben felinstallált programok (szerverek) megjelenítése.

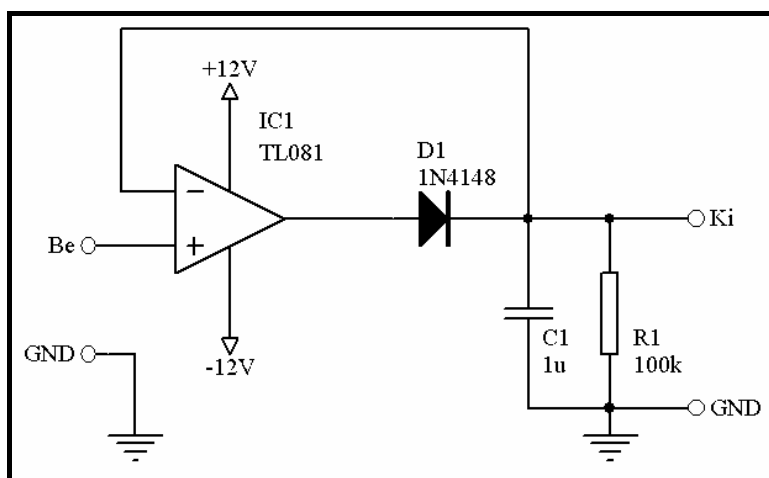
2. Mintafeladat megoldása: csúcs-egyenirányító tervezése

Zárjunk be minden, esetleg megnyitott **projektet** (*Project*→*Close Project*, vagy a projekt panelen a projekt nevére mutatva jobb gombbal kattintunk, a felugró menüben: *Close Project*)! Hozzunk létre **új projektet** (*File*→*New Project*→*PCB Project*)! Az üres projekt „PCB_Project1.prjPCB” néven jön létre, ha addig ilyen néven más projekt nem volt. **Mentsük el** a projektet tetszőleges néven (*File*→*Save Project As*)!

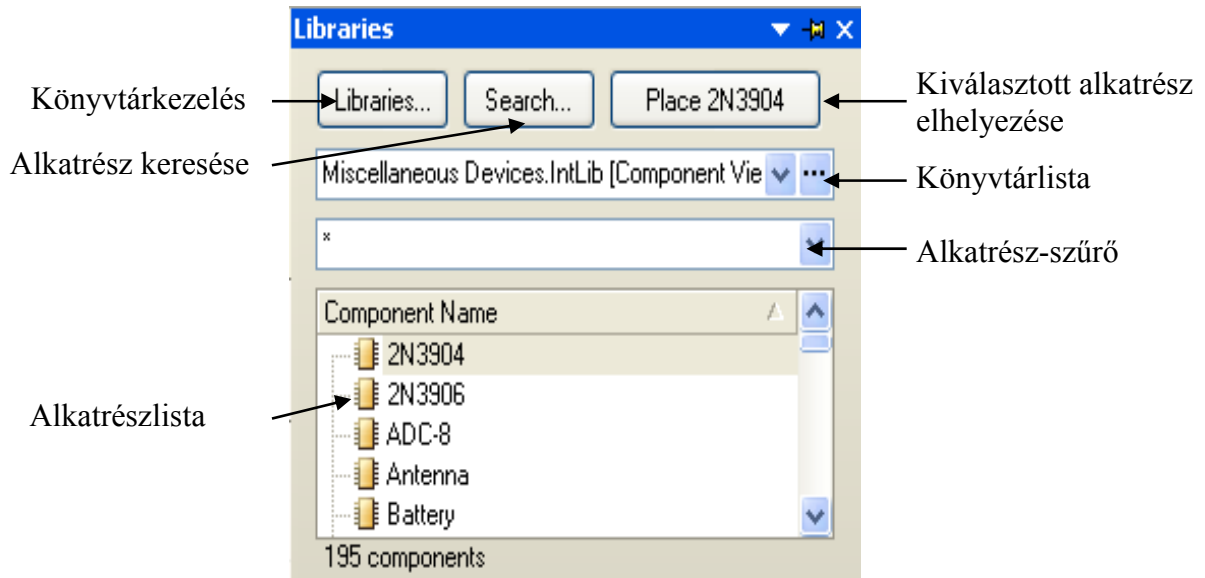
A projekt egyelőre nem tartalmaz forrásdokumentumokat, **adjunk hozzá egy kapcsolási rajz** (schematic) **dokumentumot** (*Projects* panelen jobb kattintás, majd a felugró menüben: *Add New To Project*→*Schematic*). A létrejövő üres dokumentum neve „Sheet1.SchDoc”, ha előtte nem volt ilyen nevű fájl. **Mentsük el** a kapcsolási rajzot tetszőleges néven (*File*→*Save As*).

Ellenőrizzük, illetve igényeink szerint **módosítsuk a rajzfelület beállításait!** Ehhez a rajzfelület feletti jobb kattintás után megjelenő menüből válasszuk ki az *Options*→*Document Options* pontot! A lényegesebb beállítási lehetőségek: lapméret (Standard Style vagy Custom Style), lap tájolása (Landscape vagy Portrait), raszterháló (Snap Grid, Visible Grid) elektromos csatlakozópontok megengedett maximális eltérése (Electrical Grid). A **beállítások után zárjuk be** az ablakot!

Rajzoljuk meg az alábbi kapcsolást!



Az egyes alkatrészek kiválasztása a könyvtárak (Libraries) paneljéről történhet. Ha a rajzfelület jobb szélén felül nem látszik a Libraries fül, akkor a *View*→*Workspace Panels*→*System*→*Libraries* útvonalon bekapcsolhatjuk azt. Ha a fül fölé visszük az egérmutatót, akkor megjelenik a **teljes panel**, amelynek **felső részét** az alábbi ábrán láthatjuk.

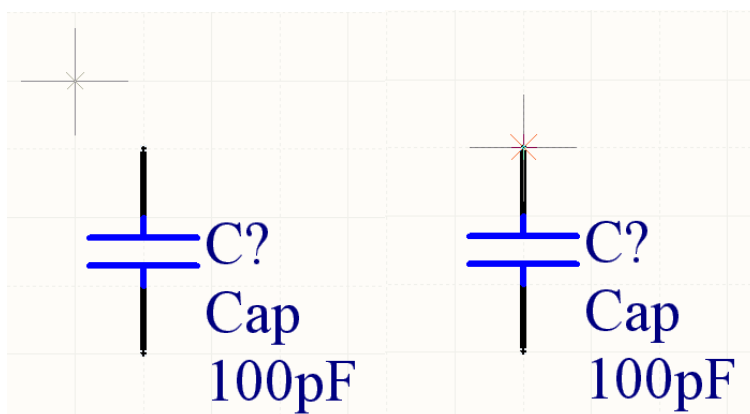


A *Libraries...* gombra kattintva megnyílik egy párbeszédablak, amelyben **könyvtárakat adhatunk hozzá** a könyvtárlistához, illetve a könyvtárak sorrendjét megváltozathatjuk a listán belül. (A könyvtárakat az *X:\Program Files\Altium Designer 6\Library* helyen találjuk, ahol X az Altium Designer meghajtója.) A *Search...* gombbal név vagy névrészlet alapján **kereshetünk** ki egy adott **alkatrészt**, illetve az azt tartalmazó könyvtárat. A *Place...* gombbal a kijelölt **alkatrészt helyezhetjük el** a rajzfelületen. (Ezt a műveletet a listából a rajzfelületre való alkatrész-**áthúzással is** elvégezhetjük.) A könyvtárlista tartalmazza a felinstallált könyvtárakat, kiválaszthatjuk, hogy melyiknek a tartalma jelenjen meg a panel alján látható listában. Az **alkatrész-szűrővel** az alkatrészlistából csak a szűrési feltételnek megfelelő alkatrészek jelennek meg.

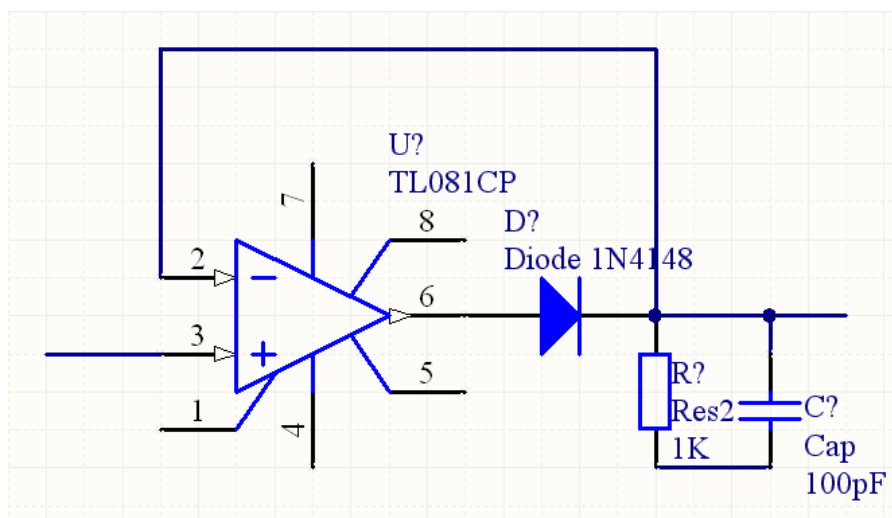
Válasszuk ki a listából a **szükséges alkatrészeket**, és **helyezzük el azokat!** Ellenállás: Res2, kondenzátor: Cap, dióda: Diode 1N4148. Bár a listában találunk műveleti erősítőt (Op Amp), de mivel ez egy általános szimbólum, láb kiosztása nem felel meg a TL081 típusnak. **Keressük meg** a TL081 szimbólumát! **Írjuk be** a projekt panel *Search...* parancsának kiadása után felugró ablakban: „*TL081*”, **keresési helyként** pedig adjuk meg az „*X:\Program Files\Altium Designer 6\Library\National Semiconductor*” könyvtárat! (A TL081 egyik

gyártója a National Semiconductor. A keresési hely megadása lerövidíti a keresési időt, mivel leszűkítjük a vizsgálandó fájlok körét.) Miután a keresés lezárult, **helyezzük el** a rajzfelületen a TL081-et! Szükség lehet az alkatrészek **forgatására**. Ehhez az alkatrész felett lenyomva kell tartani a bal egérgombot, majd a SPACE billentyűvel lehet pozitív irányban 90°-ot forgatni az alkatrészen. (SHIFT+SPACE: negatív irány.) Ugyanez a forgatás megtehető még a listából kiválasztott, de el nem helyezett alkatrész esetében is.

Végezzük el a huzalozást! Huzal **lehelyezése** a *Place*→*Wire* paranccsal lehetséges. Ha a huzalozásban **töréspontot** szeretnénk elhelyezni, egy kattintással tehetjük meg. A huzal akkor van az alkatrész egy **kivezetésén**, ha **a kurzor alakja megváltozik**: megjelenik egy piros „x”. Ezt mutatja az alábbi ábra.



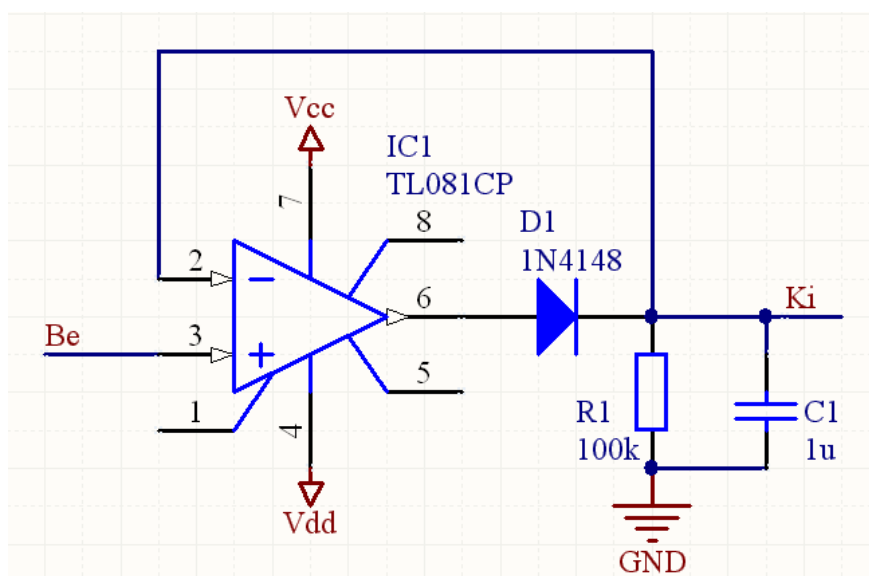
Az **elhelyezés és a huzalozás után** az alábbihoz hasonlóan néz ki a kapcsolásunk:




A következőkben **változtassuk meg** a kiindulási kapcsolási rajz szerint az alkatrészek **pozíciószámát és értékét!** A módosítani kívánt szövegen kettős kattintás után végezzük el a módosítást! Az alapértelmezésben megjelenő megjegyzések (pl. Res2) zavarják a rajz olvashatóságát. Ezek láthatatlanná tétele a kettős kattintás után megjelenő ablakban a *Visible* melletti négyzetből kivett pipa segítségével történhet. A szövegeket tetszőleges helyre húzhatjuk. (Másik, **automatikus megoldás** a pozíciószámok kiosztására az annotálás: *Tools*→*Annotate*...)

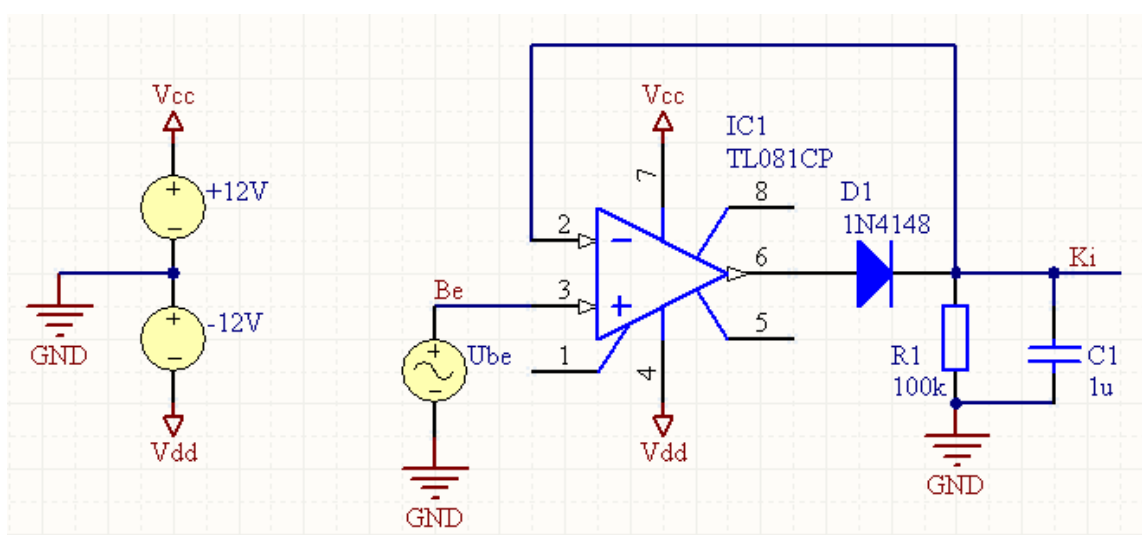
Helyezzük el a tápcsatlakozások pontjait! A Power Port szimbólum a *Place*→*Power Port* paranccsal tehető le. Lehelyezés után átnevezhetjük, illetve megváltoztathatjuk az alakját. Itt a Vcc és a Vdd jelölésére nyilat, a földpont jelölésére a hagyományos föld jelölést alkalmazzuk. A Power Port szimbólumok **jellemzői kettős kattintással állíthatók be.** (Amennyiben a későbbiekben szimulálni akarjuk az áramkört, akkor a tápcsatlakozások nevében nem szerepelhet feszültségérték, például Vcc helyett nem használhatjuk a +12V elnevezést!)

A be- és a kimeneti csomópontokat nevezzük el! A csomópontok elnevezésére a Net Label szimbólum szolgál (*Place*→*Net Label*). A Net Label is hasonlóan viselkedik, mint egy alkatrész-szimbólum, itt is ügyeljünk a pontos elhelyezésre (kurzor megváltozik, megjelenik egy piros „x”). **Kettős kattintás után beállíthatjuk a „Be” és „Ki”** nevet. Rajzunk most az alábbihoz hasonlóan néz ki.



Innen **két út** áll előttünk. Vagy – ha szükséges – elvégezzük az áramkör **szimulációját**, vagy pedig ezt a lépést kihagyva, alkalmassá tesszük kapcsolási rajzunkat a **nyomatott áramkör tervezőbe való áttérésre**. Példánkban **elvégezzünk egy egyszerű szimulációt**, azután lépünk tovább.

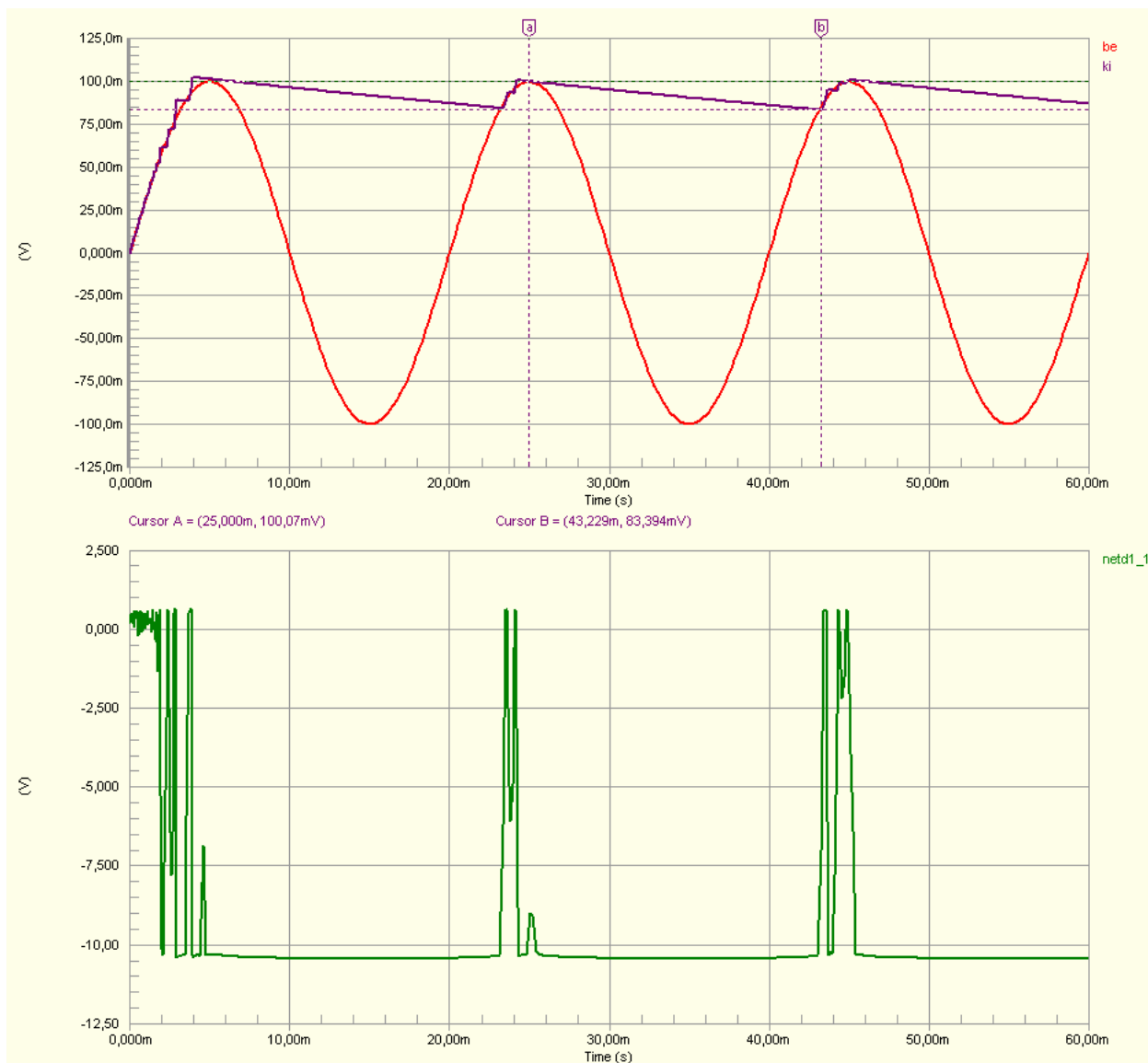
A **szimulációhoz táp- és jelforrásokat** kell **elhelyezni** a rajzon. A **generátorokat** a Utilities eszköztár *Simulation Sources* () ikonja alól választhatunk. (Ha a Utilities eszköztár nincs bekapcsolva, bekapcsolhatjuk a *View→Toolbars→Utilities* parancs kiadásával.) Két +12V-os generátorból alakítsunk ki **kettős táplálást**, a +12V-ra helyezzünk el egy Vcc, a -12V-ra pedig egy Vdd nevű tápcsatlakozást. A generátorok közös pontját kössük földre! A **bemenetre** helyezzünk el egy tetszőleges frekvenciájú **szinuszos jelforrást**! A jelgenerátor **frekvenciáját állítsuk be** 50Hz-re, **amplitúdóját** pedig 100mV-ra! A beállításokat a jelgenerátoron való kettős kattintás után felugró ablakban végezhetjük el. (Jobb alsó keretben VSIN modell kiválasztása, majd *Edit. Model Sub-Kind: Sinusoidal, Parameters* fül alatt: *Amplitude: 1E-1V, Frequency: 50Hz*. Mindkét megnyitott ablakot *OK*-val kell bezárni.) Ezek után a **kapcsolásunk az alábbi ábrán látható**. (A generátorok *Comment* mezőinek megjelenítését kikapcsoltuk, azonosítóinak (*Designator*) ésszerű, beszédes nevet adtunk.)



Végezzük el az áramkör tranziens analízisét! Vizsgáljuk a bemenethez képest a kimenetet és a műveleti erősítő kimenetét! **Indítsuk el** a szimulációs üzemmódot (*Design→Simulate→Mixed Sim*)! A megjeleníteni kívánt **jelek listájához** (*Active Signals*) **adjuk hozzá** a Be, Ki és NetD1_1 csomóponti feszültségeket! (NetD1_1 – a műveleti erősítő

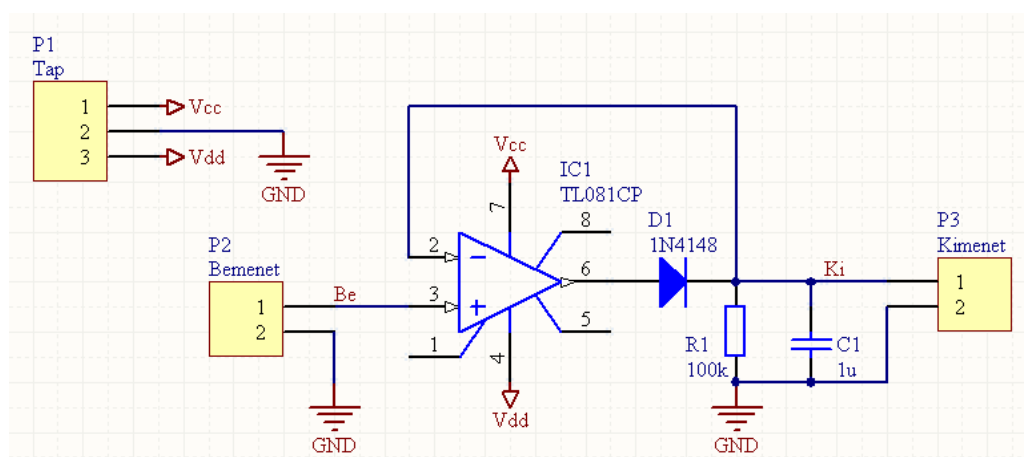
kimeneti pontja és D1 anódja által alkotott – csomópont neve az automatikus csomópont- elnevezés miatt lehet, hogy más nevet kap.) A jelek hozzáadását többek között a baloldali listában (*Available Signals*) a jeleken való kettős kattintással végezhetjük. A **szimulációs beállításokat** az *Analyses/Options* lista *Transient/Fourier Analysis* sorának kijelölése után jobboldalon, a *Transient/Fourier Analysis Setup* ablakban végezhetjük el. Állítsuk be a megjeleníteni kívánt **ciklusok számát** (*Default Cycles Displayed*) 3-ra, az egy cikluson belül **kiszámolt pontok számát** (*Default Points/Cycles*) pedig 100-ra! Az *OK* gombra kattintva elindul a szimuláció. A **szimuláció eredményét** a megnyíló ablakban láthatjuk.

Ahhoz, hogy könnyen össze tudjunk hasonlítani több jelet, **egy grafikonon** kell **megjeleníteni** azokat. A **bemeneti jel mellett** ábrázoljuk a **kimeneti jelet!** A bemeneti jelet tartalmazó **grafikon felett jobb gombbal kattintva** adjuk ki az *Add Wave To Plot* parancsot, és a felugró listából válasszuk ki a *Ki* jelet, majd fejezzük be a műveletsort a *Create* gombra való kattintással! A *Ki* csomópont feszültségének megjelenítése külön grafikonban ezek után szükségtelen, töröljük a grafikon feletti jobb kattintás után a *Delete Plot* paranccsal! **Mérjük meg** a kimeneti jel **hullámosságát!** A méréshez **kurzorok** használata szükséges. A *Ki* jelre kurzort a grafikon jobb felső sarkában a jel nevének való **jobb gombos kattintással** előugró menüből lehet elhelyezni (*Cursor A*, *Cursor B*). Mindkettőt **kapcsoljuk be!** Az *A* kurzort vigyük a bemeneti jel egyik **csúcsértékének** helyére (pl. 25ms-hoz), a *B* kurzort pedig állítsuk a kimeneti jelnek az időben **következő legkisebb feszültségű pontjára!** Ha baloldalt a panelek közül nem a *Sim Data* panel látható, aktiváljuk a megfelelő fülre kattintva. A szimuláció **grafikus eredményeit** és a **szimulációs adatokat**, valamint a program által **kiszámított értékeket** az **alábbi ábrán** láthatjuk. A táblázatból kiolvasható, hogy a **kimeneti jel hullámossága** kb. 16,7mV. (A megjelenítéssel kapcsolatos egyéb beállításokat nem részletezzük, azokat menüből, vagy a szimulációs grafikonok feletti jobb kattintás után végezhetjük el.)



Measurement Cursors		
Wave Name	X	Y
A ki	25,000m	100,07m
B ki	43,229m	83,394m
Measurement	X	Y
B - A	18,229m	-16,675m
Minimum A . . B	83,394m	
Maximum A . . B	100,07m	
Average A . . B	91,477m	
AC RMS A . . B	4,8132m	
RMS A . . B	91,603m	
Frequency A . . B	54,858 Hz	
Waveform - ki		
Measurement	Value	X
Rise Time	-	
Fall Time	-	
Min	10,15uV	0,000 s
Max	102,5mV	3,915ms
Base Line	20,30mV	
Top Line	99,16mV	

Tegyük alkalmassá kapcsolásunkat a nyomtatott áramkör tervezésére! Ehhez el kell helyeznünk a **táp- és jelcsatlakozókat**, valamint meg kell adnunk, hogy a nyomtatott áramkörön az egyes alkatrészeknek milyen **lenyomat** (footprint) feleljen meg. **Módosítsuk az áramkörünket!** Helyezzünk el egy hárompontos csatlakozót a tápfeszültség számára, és két darab kétpontosat a be- és a kimenetek számára! (A csatlakozókat megtaláljuk a *Miscellaneous Connectors.IntLib* könyvtárban *Header 2* és *Header 3* néven.) A szimulációhoz szükséges **generátorokat** természetesen **törölni kell**. Kapcsolási rajzunk a **csatlakozók átnevezése és pozíciószámmal való ellátása** után az alábbiak szerint alakul. (A forgatást – az előzőekben leírtakon kívül – valamint a tükrözést az alkatrészekre való kettős kattintás után előugró *Component Properties* ablakban tehetjük meg.)



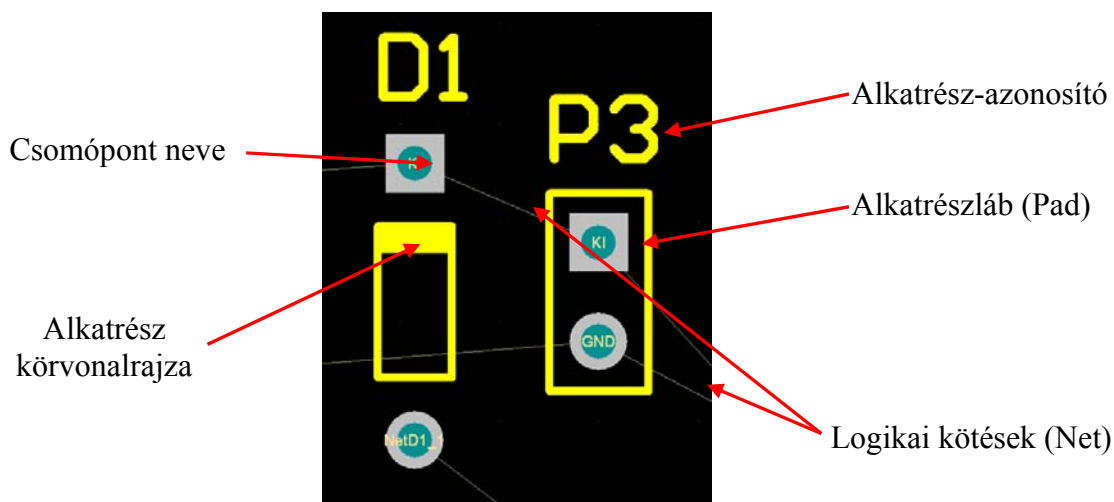
Most következhet az **alkatrészlenyomatok kiválasztása**. **El kell dönteni**, hogy SMD vagy hagyományos, esetleg kevert technológiájú panelt szeretnénk-e tervezni, és a lenyomatokat eszerint megadni. A programmal szállított alkatrészkönyvtárak általában tartalmazzak a kapcsolási rajz **szimbólumokhoz rendelt lenyomatot** is, ezek alapértelmezett értéke azonban **nem mindig megfelelő**. Példánkban a korábbi laboratóriumi foglalkozásokról jól ismert hagyományos (**furatba ültethető**) **alkatrészekkel** tervezzük meg az áramkörünket. Az alkatrészekhez a *Component Properties* – az alkatrészen végzett kettős kattintással előhívható – ablak jobb alsó részében (*Models...*) **rendelhetünk lenyomatot**. Az alkatrészhöz rendelt alapértelmezett lenyomatot az *Edit...* gomb megnyomásával tekinthetjük meg, és ugyanitt **módosíthatjuk is**. Példaként nézzük meg, hogyan módosíthatjuk C1 alapértelmezett RAD-0.3 (három rasztteres lábtávolságú) lenyomatát RAD-0.2 (két rasztteres lábtávolságú) modellre! A *Component Properties* ablakban válasszuk ki a *Footprint* típusú modellt, és kattintsunk az *Edit...* parancsra! **Másik lenyomatot** a *PCB Library* mező *Any* (bármelyik könyvtár használata) beállítás mellett végezhetjük el. A *Footprint Model* mezőben kattintsunk a

Browse... gombra, majd a **listából válasszuk ki** a RAD-0.2 lenyomatot! Mindhárom megnyitott ablakból *OK*-val lépünk ki! **Ellenőrizzük az összes alkatrész beállításait!** Ezzel **kész a kapcsolási rajz a nyomtatott áramkör tervezőbe való átvitelre.**

Hozzunk létre a projektben egy üres nyomtatott áramköri dokumentumot (*Project→Add New To Project→PCB*)! **Mentsük el** a kapcsolási rajzzal azonos néven! (Tetszőleges néven elvégezhető a mentés, de célszerűen azonos névvel érdemes az összetartozó dokumentumokat elmenteni.) Ha a nyomtatott áramkör alakja és mérete előre eldöntött, akkor kezdhetjük a panel körvonalának megrajzolásával. Ha nem, akkor **először elvégezhetjük a tervezést, és a végén jelöljük ki a nyomtatott áramkör körvonalát.** Mi ez utóbbi szerint fogunk eljárni.

A **kapcsolási rajzot aktívvá téve** adjuk ki a *Design→Update PCB Document* parancsot. Ennek hatására megnyílik az *Engineering Change Order* ablak, ahol **tájékoztatást** találunk a nyomtatott áramköri dokumentumon **végrehajtani kívánt módosításokról.** (*Add Components* - alkatrészek hozzáadása, *Add Pins To Nets* – csomópontok kialakítása, *Add Component Class Members* - alkatrészosztályok kialakítása, *Add Rooms* – alkatrészcsoportok helyének kialakítása). **Kiadhatjuk** az *Execute Changes* parancsot. Ha minden rendben van, akkor a *Check* és a *Done* oszlopban is csak **zöld pipákat** láthatunk. Ha valahol **piros x** jelenik meg, az **hibát jelez**, amiről üzenetet kapunk. Ha minden rendben van, zárjuk be *Close* paranccsal az ablakot! Automatikusan a nyomtatott áramköri dokumentum lesz aktív.

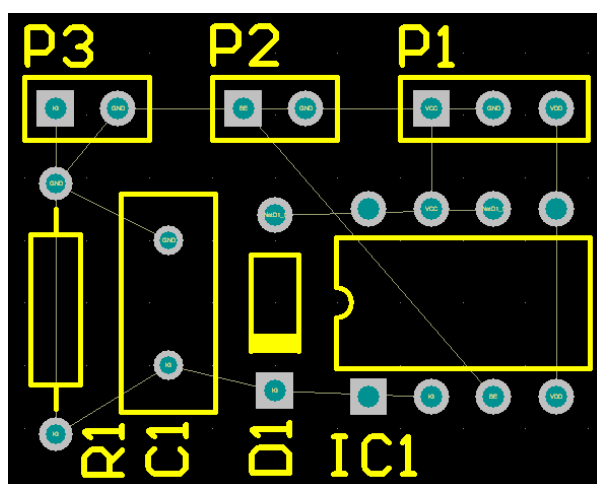
Keressük meg a nyomtatott áramköri felületre betöltött objektumokat! (Jobb alsó sarok, a tervezési felületen kívül.) A lila színű kereten belül (de nem alkatrész felett) nyomva tartott egérgomb mellett **húzzuk be az összes objektumot a tervezési terület közepére!** (A lila keret egy úgynevezett Room Definition, amely az adott alkatrészcsoportba sorolt alkatrészeket tartalmazza.) Jelöljük ki a keretet, majd töröljük (Del), jelen példánál nincs jelentősége. A következő ábrán a tervezési felület egy részletén bemutatjuk a **betöltött objektumokat.**



Amennyiben egymáshoz túl közel kerülnek az alkatrészek, vagy átfedés van közöttük, akkor a háttérben futó **folyamatos ellenőrzés** (online DRC, DRC: Design Rule Check) konfliktust jelez (Component Clearance violation). Ez a konfliktus egyfajta figyelmeztetés, okát meg kell szüntetni (hacsak nem szándékosan idéztük elő). A **konfliktust** világoszöld szín jelöl, ahogyan azt a következő ábra mutatja.

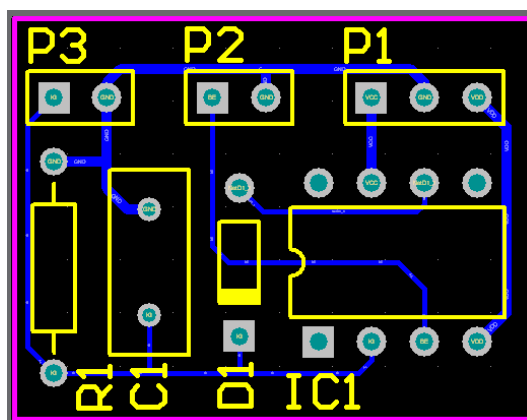


Következő lépésként az **alkatrészek elhelyezése** történik. Az alkatrészek mozgatása a felettük nyomva tartott egérgomb mellett húzással történhet, forgatásuk pedig ugyanekkor a SPACE (vagy SHIFT+SPACE) billentyűvel. **Igyekezünk optimális elrendezést kialakítani** (méret, kötések hossza)! Egy **lehetséges elrendezést** mutat az alábbi ábra.



Ezek után **elkezdhetjük a huzalozást**. Mivel hagyományos technológiájú alkatrészekről van szó, ezért **célszerű a munkát az alsó rétegen (Bottom Layer) kezdeni**, és ha ott nem tervezhető meg a nyomtatott áramkör, akkor áttérni a felső rétegre (Top Layer). Az alsó rétegen való tervezés aktiválásához a tervezési ablak alsó szélén található fülek közül kattintsunk a *Bottom Layer* nevűre! A huzalozás megvalósítását az **interaktív tervezés (Interactive Routing)** funkció használatával fogjuk bemutatni. Ezt az üzemmódot a *Place→Interactive Routing* paranccsal indíthatjuk el. **Válaszuk ki az elsőként megtervezni kívánt kötést!** **Álljunk rá** a kötés kezdőpontjára, majd kattintás után **induljunk el** a tervezéssel! Tervezés közben a TAB billentyűvel hívhatjuk elő azt az ablakot, amelyben az éppen tervezett kötés jellemzői (pl. vezetékvastagság – *Trace Width*, használt réteg – *Layer*, két réteg közti átvezetés tulajdonságai – *Via Hole Size*, *Via Diameter*) állíthatók. A vezetékben **töréspontot kattintással tudunk elhelyezni**. Érdemes **először a tápvezetékeket megtervezni**, azután az **egymáshoz legközelebbi pontok összekötésétől**, az egymástól **egyre távolabbi pontok** összekötése felé haladni. Az interaktív tervezési móddal kapcsolatos egyéb tudnivalókat (tippeket, trükköket) a mérést támogató előadáson ismertetjük. A logikus alkatrész-elrendezésnek és a kapcsolat egyszerűségének köszönhetően a nyomtatott áramkör egy rétegen megtervezhető.

Végezetül a **panel fizikai méreteit kell beállítani**. Ehhez a Keep-out Layer-en a *Place→Line* parancs kiadása után „bekereteztük” az áramkört. Ügyeljünk arra, hogy a **keret zárt legyen!** **Állítsuk be a viszonyítási pontot a panel bal alsó sarkára** (*Edit→Origin→Set*, majd kattintás a keret bal alsó sarkán)! **Válasszuk ki az összes elhelyezett objektumot** az *Edit→Select→All* paranccsal! A *Design→Board Shape→Define From Selected Objects* paranccsal kialakíthatjuk a panel végleges formáját. (Nem kötelező lépés.) A megtervezett áramkör az alábbi ábrán látható. (Az **alkatrész-azonosítókat** a könnyű olvashatóságot figyelembe véve helyeztük el.)



Amennyiben **gyártásba kell vinni** egy megtervezett panelt, létre kell hozni a **gyártáshoz szükséges fájlokat**. Ezek közül a legfontosabbak:

- **alkatrészlista**
- **Gerber fájlok** (a gyártási filmeket előállító plotter számára)
- **fúrási adatokat tartalmazó fájlok** (NC fúrógép számára).

Az **alkatrészlista** elkészítése a *Reports* → *Bill Of Materials* paranccsal végezhető el. **Kimeneti formátumként** az alapértelmezett Excel formátumot érdemes meghagyni. Az előállított fájl tartalmazza a panel alkatrészeinek kiválasztott adatait. Ezekből az adatokból saját igényeinknek megfelelően **összeszerkeszthető az alkatrészlista**. Példaként közöljük a fenti panel átszerkesztett alkatrészlistáját.

Típus/Érték	Azonosító(k)	Mennyiség	Lenyomat	Megjegyzés
TL081CP	IC1	1	N08E	DIP tok
1N4148	D1	1	DO-35	
1u	C1	1	RAD-0.2	2 raszteres
100k	R1	1	AXIAL-0.4	
Tap	P1	1	HDR1X3	Közvetlen bekötés, alkatrész nincs beültetve
Bemenet	P2	1	HDR1X2	
Kimenet	P3	1	HDR1X2	

A **Gerber fájlok** és az **NC fúrófájl** a *File* → *Fabrications Output* menüpont alatt érhetőek el (*Gerber Files*, *NC Drill Files*). A **beállítások gyártótól függhetnek**, de a legtöbb gyártó képes fogadni az alapértelmezett beállításokkal készült gyártófájlokat. A Gerber fájlok előállításánál egyetlen dolgot kell beállítani, mégpedig azt, hogy **mely rétegekről készüljön** nyomtatási fájl. Ezt a felugró *Gerber Setup* ablak *Layers* fülén tudjuk beállítani: a nyomtatandó **rétegek neve mellé** a *Plot* oszlopban **pipát kell tenni**. (Itt mindenképpen nyomtatandó az alsó réteg (Bottom Layer), esetleg a Bottom Solder Mask ha forrasztás-gátló lakkbevonatot is szeretnénk rá.) A **furatfájlok generálása** alapértelmezett beállítások mellett végezhető el.