

Az OrCAD használata nyomtatott áramkörök tervezésére

Az OrCAD nevű programcsomag elektronikus áramkörök elvi tervezéséhez, szimulációjához és nyomtatott huzalozású lemezek gyártásának támogatásához használható. Ez utóbbi azt jelenti, hogy a kimeneti (ún. Gerber-) fájljait a korszerű, számítógép-vezérelt nyomtatott áramkör gyártó berendezések többsége közvetlenül fel tudja használni – legyen szó akár mechanikai megmunkálásról (rajzolatkialakítás maróberendezéssel, kontúrmegmunkálás vagy fúrás), akár egyéb kémiai (pl. fotolitográfiai elvű) mintázatkialakításról.

Elvi kapcsolási rajz készítésére a **Capture CIS** nevű programrész alkalmas, szimulációs mérésekre a **Pspice** képes, nyomtatott huzalozási mintázat pedig a **Layout Plus**-ban készíthető. Mindhárom szoftverrész közös jellemzője, hogy ún. alkatrészkönyvtárak (*library*) alapján dolgoznak. Egy ilyen *library* a Windows szempontjából nézve nem könyvtár, hanem egy megfelelő kiterjesztésű fájl, amely akár több száz (időnként akár több ezer) alkatrészt is tartalmazhat. Egy alkatrész a számítógépen mindig egy modellt jelent, mely bizonyos – a megvalósítani kívánt feladat szempontjából lényeges – tulajdonságokkal rendelkezik: kapcsolási rajznál a szabványos elektronikai rajzjeleknek megfelelő formával és kivezetésszámmal, huzalozástervezésnél fizikai „kinézettel”, működési szimulációnál pedig matematikai összefüggésekkel (alkatrész karakterisztikák, átviteli függvények, stb.).

Az elkövetkezendőkben szó lesz a Capture CIS és a Layout Plus működéséről. (A Pspice nem képezi a tananyag részét.) Felsorolom, és elmagyarázom az egyes eszközök (*tools*) működését. Felhívnam a figyelmet, hogy minden egyes menüpontra nem tér ki a jegyzet, csak azokra, amelyekkel a projektmunkák feladatai megoldhatóak. Különösen a Windows-kompatibilitást szolgálókkal nem óhajtok foglalkozni, ezek ismeretét feltételezem (pl. kivágás, másolás, beillesztés, mentés stb.). Az OrCAD-nek egyébként igen részletes, könnyen használható súgója van, ahol a legapróbb beállításig minden egyes információ megtalálható – természetesen angolul.

A Capture CIS

A Capture-nek elvi alkatrészekre van szüksége, vagyis egy-egy áramköri elem kinézete csak annak felismerhetőségét szolgálja. Éppen ezért elvi kapcsolási rajz szerkesztésekor az alkatrész-kivezetések *száma*, és azok *sorrendje* a két leglényegesebb tulajdonság, melyeknek mindenképpen meg kell egyezniük a valódi alkatrészek ugyanezen paramétereivel.

Itt említeném meg azt a nagyon fontos alapelvet, miszerint csak akkor állunk neki panelt tervezni, ha már számítással és szimulációval meggyőződünk róla (már amikor ez lehetséges), hogy a kapcsolási rajz helyes, illetve csak akkor, ha az alkatrészeink már úgymond a „fiókban vannak”. Nagyon kellemetlen ugyanis, ha beterveztünk egy bizonyos fajta alkatrészt, amelyet addig a megszokott kivitelben be tudtunk szerezni, azonban most éppen csak egy kicsit más kinézetben hozzáférhető. Pont annyira más, hogy nem fér el a panelon, nem megy bele a furatba, más a lábsorrendje, stb. (Természetesen nem az ellenállásokra gondolok, hanem a különlegesebb alkatrészekre, mint pl. az elektrolit-kondenzátorok, kapcsolók, csatlakozók, kijelzők és ehhez hasonlók.)

A Capture programrész x.olb formátumú fájlokban tárolja az elvi alkatrészeket, melyek az OrCAD/Capture/Library könyvtárban találhatóak meg.

Kapcsolási rajz készítése:

Mielőtt egyáltalán elindítanánk az OrCAD-et, hozzunk létre egy saját könyvtárat olyan néven, amilyenén később felismerjük a munkánkat. **(Fontos: csak az angol ABC betűit és a számokat használjuk! Ez a teljes OrCAD-re érvényes!)** Ebben a könyvtárban lesz az összes fájl, ami az áramkörünkhöz tartozik. (Ez egyébként általános számítógépes gyakorlat, alapvető intelligencia kérdése, mely leendő műszaki szakemberektől elvárt. Ne tegyünk olyat, hogy „teleszemeteljük” például a C meghajtó gyökérkönyvtárát az OrCAD fájljaival!)

Ha ezzel megvagyunk, indítsuk el a Capture CIS-t. Egy üres lap kerül elénk, a szokásos Windows-os menürendszerrel. Válasszuk ki a *File* menü *New* pontjából a *Project*-et. A megnyíló dialógusablakban adjuk meg leendő projektünk nevét és elérési útvonalát (a korábban készített könyvtárba mutasson). A felsorolt három projekttypus közül válasszuk ki az *Analog or Mixed A/D*-t! Az így elkészülő kapcsolási rajz alkalmas lesz szimulációra (melyet mi most nem fogunk elvégezni), és nyomtatott huzalozás készítésére egyaránt. (A *Schematic* csak kapcsolási rajz szerkesztésére való, a *PC Board Wizard* pedig egyfajta „nyomtatott áramkör tervező varázsló”.)

Ha OK-t nyomunk a dialógusablakban, egy újabb kérdést kapunk, nevezetesen, hogy egy már létező projekt logikája alapján szeretnénk-e tervezni, vagy egy teljesen új, üres (*blank*) projektet készítünk. Válasszuk ez utóbbit!

Egy üres lapot kapunk ezután, melyre már felhelyezhetők az egyes alkatrészek (a továbbiakban: *tervező nézet*).

Az első dolog, amit érdemes beállítani, az az *Options* menü *Schematic Page Properties* (lap tulajdonságok) pontjában a lap mérete. Itt célszerű a metrikus egységrendszert választani, azon belül pedig pl. az A4-es vagy A3-as méretet, így jól kinyomtatható lesz később a kapcsolási rajz, és nagy valószínűséggel el is férünk ekkora lapon.

Mikor ezzel készen vagyunk, lépünk át a Projekt Manager nézetbe (a *Help* ikonja melletti kis „ágrajz”), és az *x.dsn* fájlunkat mentsük el! Innentől fogva bármikor egy CTRL+S már elvégzi a teljes projekt aktualizálását. Az így kezelt projekt bármikor elindítható az *x.opj* fájlra történő dupla kattintásra, vagy a Capture megnyitása után a File-Open-Projekt menüpontok segítségével.

A jobb oldalsó Toolbar legfontosabb elemei:

A legfelső nyíl a szokásos kijelölő eszköz.

A második (egy ÉS kapu formájú gomb) neve *Place Part*, vagyis ezzel lehet alkatrészt helyezni. Ha megnyomjuk, bejön egy ablak, amiben alkatrészeket kereshetünk. Hogy ezt megtehesük, hozzá kell, hogy adjunk alkatrész-könyvtárakat (*Add Library*). Keressük meg az OrCAD/Capture/Library könyvtárat, és adjuk hozzá az összes benne található fájlt. Ekkor már elkezdhetjük beírni a felső szövegmezőbe a kívánt alkatrész nevét. A dolog ezen a ponton megkíván bizonyos rutint (vagy legalább némi angol tudást), miután az alkatrészek nevei általában az angol nevükön, vagy azok kezdőbetűin találhatóak meg (pl. az ellenállás R, vagy Resistor, a kondenzátor C, Cap vagy Capacitor, a csatlakozó általában Con kezdetű, stb.). Természetesen konkrét típusszám alapján is megtalálható sok alkatrész, például BC182 néven egy NPN tranzisztor.

Ha elkezdünk gépelni a szövegmezőbe, egy automatikus kereső az addig beírt szakasszal kezdődő legelső listaelemhez görgeti a listát, így megkönnyíti a kutatást. Eközben a jobb alsó sarokban egy kis ablak kirajzolja az aktuális alkatrészt. A középső ablakban mi magunk is scrollozhatjuk az alkatrészlistát. Az alsó ablakban késsel kijelölt alkatrész-könyvtárak elemei szerepelnek a keresőlistában. Ha tehát nem találunk valamit a neve alapján, célszerű megnézni, hogy minden könyvtár hozzá van-e adva a listához, illetve ki van-e jelölve késsel.

Ha megvan a kívánt elem, OK-t nyomunk, és már le is rakhatjuk a tervezőlapunkra akárhányszor (miközben a sorszáma automatikusan növekszik, pl. R1, R2, R3 ...)

A művelet a *jobb klikk – End Mode* paranccsal fejezhető be (vagy az ESC billentyűvel, mely egyébként minden eszközből visszatér az alapesethez, a kijelölő kurzorhoz).

Ha egy alkatrészt már letettünk egyszer, akkor nem kell újból a *Place Part*-tal megkeresni, mivel az a lap fölött található szövegmezőben is megvan. Ez az ún. *Design Cache*, egy átmeneti alkatrész-könyvtár; mely azokat az alkatrészeket tartalmazza, amelyek már szerepelnek.

Az alkatrészek összeköthetők a vékony vonalas Z betű formájú gomb (*Place Wire – huzal elhelyezése*) segítségével. A dolog egyszerűnek tűnik, de néhány tipikus hibára ezért felhívnam a figyelmet. Az OrCAD ugyanis csak akkor tekint biztosan összekötöttnek két alkatrészlábat, ha az összeköttetésekre az alábbiak teljesülnek:

- nincs csomópont közvetlenül az alkatrész lábán, csak vezetéken
- nincs összetéve két alkatrészláb közvetlenül, csak vezeték közbeiktatásával
- egy alkatrészlábról a láb irányában indul el a vezeték, és nem arra merőlegesen (vagyis nem a kivezetésnél törjük meg a vezetéket, hanem odébb)

Csomópont lehető a piros pötty kinézetű *Place Junction* segítségével is, de a huzalkeresztvezetéseknel is felajánlja a program ennek lehetőségét. Ha nem kívánunk élni vele, egyszerűen húzzuk tovább a vezetéket, és eltűnik a csomópont.

Az N1 jelű eszköz (*Net Alias*) vezetékszakaszok (angolul *Net*) elnevezésére szolgál. Ha nem használjuk, akkor is lesz neve minden vezetéknek, mégpedig egy OrCAD által generált kódszám, pl. N00159. Mivel egy ilyen kód nem túl „beszédese”, célszerű a felismerhető, és értelmesen elkeresztelhető vonalakat névvel ellátni: pl. Enable, Kimentet, +12V stb.

A vastag vonalas **Z** betűre emlékeztető rajzjel a buszos huzalozást aktiválja. A busz leginkább párhuzamosan egymás mellett futó vezetékek kötegéhez, vagy szalagkábelhez hasonlítható. Processzoros rendszerekben gyakori, a cím és adatforgalom lebonyolítására használják. Például A0-A15-ig a cím 16 bitje található, D0-D7-ig pedig az adat 8 bitje helyezkedik el. Ilyenkor csak kettő darab buszvezetéket húzzunk ki a 16+8=24 vezeték helyett,

mely utóbbtól áttekinthetlenné válna a kapcsolási rajzunk, és erősen megnőne a hibás bekötés valószínűsége. Felmerül a kérdés: honnan tudja vajon a program, hogy a busz egyik végén szereplő vezetékek közül melyiket hova kösse be a túlsó végén? A válasz az, hogy mi mondjuk meg neki. Ehhez nyújt segítséget a csomópont alatt eggyel található *Place Bus Entry* (buszcsatlakozás) nevű eszköz. A kis ferde vonal egyik végét a buszra illesztjük, a másik végétől pedig a kívánt alkatrészlábra csatlakozunk egy rövid vezetékdarabon keresztül. Erre a vezetékdarabra tudjuk majd a már említett *Net Alias* eszköz segítségével az adott buszvonalt nevével ráírni. Ugyanígy módon kell elkészíteni a busz másik végét is. A két vég vezetékének szigorú összhangban kell lennie egymással, az elnevezéseknek pedig egyértelműnek kell lenniük!

A *Place Power* és a *Place Ground* (PWR és GND) nyomógombok ugyanazt a hatást váltják ki: behoznak egy ablakot, ahol kiválaszthatjuk, milyen típusú táp- és földjelölést kívánunk letenni. Célszerű ezeket használni minél több tápfeszültséget illetve földpontot igénylő helyen. Az OrCad az azonos név alapján logikailag össze fogja kötni őket, így tehát megint sok zavaró vezeték spórolható meg. Jó tanács: ha az ablakban szereplő fájlokhoz a már ismert módon hozzáadjuk a CAPSYM nevű alkatrészkönyvtárat, abban találunk elég sokféle betáplálási csatlakozótípust.

A zöld X (*Place No Connect*) a nem használt alkatrészlábak lezárására szolgál.

A felső Toolbar legfontosabb elemei:

A tervező nézetben a felső Toolbar ikonjai közül (a klasszikus Windows ikonokon túlmenően) a négyféle zoom és az ún. *Project Manager* aktív.

A négyféle zoom jelentése balról jobbra haladva:

- nagyítás
- kicsinyítés
- egy bizonyos terület nagyítása
- az egész oldal igazítása a képernyő méretéhez

A *Project Manager* a munkánk egy olyan nézete, amelyben megtekinthető a projekt szerkezeti felépítése (erőforrások, hierarchia, kimeneti fájlok, szimulációs tulajdonságok, stb.) Maga az *x.opj* fájl lényegében csak egy hivatkozás, egy mutató, mely a teljes projekt egyes építőelemeit hivatott összeszedni és egymáshoz rendelni. (Egyébként nem csak az OrCAD, hanem nagyon sok más program – magas szintű programnyelvek, és például a PIC mikrokontrollerek MPLAB nevű fejlesztőkörnyezete is – ezt a szemléletet követi.) A tulajdonképpeni áramkörünket az *x.dsn* fájl rejti, mely *Schematic*-okra (kb. a *kapcsolási rajz* megfelelője) és a *Schematic*-on belül *Page*-ekre (lapokra) tagolódik. Ez utóbbi ténylegesen is úgy képzelhető el, mintha nem férne ki egy papírra a kapcsolási rajz, ezért feldarabolnánk több részre, majd a lapok szélein megjelölnénk, hogy azok hol köthetők össze.

Az alkatrész tulajdonságai:

Ha bal gombbal kijelölünk egy alkatrészt, majd jobb gombot nyomunk, az ott szereplő listából választhatunk műveletet, például forgatás, tükrözés, nagyítás, stb.

Dupla klikkre (vagy *jobb gomb – Edit Properties*) egy táblázatot kapunk az adott áramköri elem tulajdonságairól. A CTRL billentyű segítségével több dolog is kijelölhető egyszerre, így meg tudjuk nézni azok tulajdonságait egymás mellé rendezve. A CTRL+A kombináció hatására minden kijelölődik. Ez esetben a táblázatok alatti fülekkel választhatjuk ki, hogy pl. az alkatrészekre vagyunk-e kíváncsiak, vagy mondjuk a vezetékekre. A *jobb gomb – Pivot* kombinációval ízlés szerint átrendezhető a táblázat sorból oszlopba, és vissza. Nézzük most meg, mit is tartalmaz egy alkatrész paraméterlistája! Öt olyan mező van, amely számunkra hasznos információval bír: a *Part Reference*, a *PCB Footprint*, a *Power Pins Visible*, a *Reference* és a *Value*.

A *Part Reference* és a *Reference* együtt változnak, ha egyiket szerkesztjük, majd *Apply*-t nyomunk (azaz aktivizáljuk), akkor a másik is megváltozik. A jelentésük referencianév, amiből az következik, hogy az OrCAD a továbbiakban így fog az adott elemre hivatkozni. Ennek egyértelműnek (vagyis a többi alkatrész nevével különbözőnek) kell lennie.

A *Footprint* szó szerinti jelentése lábnyom, lenyomat. A footprint tulajdonképpen nem más, mint az alkatrész tokozásának rajzolata. Előtte a *PCB* a Printed Circuit Board, vagyis a nyomtatott áramköri lemez (NYÁK lemez) angol rövidítése. A Layout Plus programrész Library könyvtárában található x.llb (layout library) formátumú fájlok tartalmazzak footprinteket. Ebbe a mezőbe egy létező footprint nevét kell beírni, természetesen azért, amelyik az adott alkatrész fizikai kinézetének leginkább megfelel. Hogy ezt hogyan döntjük el, arra még visszatérünk a Layout Plus tárgyalásánál. (Lásd: *A Library Manager* és a *Tokszerkesztés menete* c. fejezeteket.)

A *Power Pins Visible* azt jelenti, hogy a betáplálási pontok (általában GND, VCC és/vagy VDD) láthatóak-e az alkatrészen, vagy sem. Természetesen ez csak olyan alkatrészekre érvényes, amelyeknek van ilyen kivezetésük, például az IC-kre, műveleti erősítőkre. Ha ezt nem pipáljuk ki, azzal azt mondjuk az OrCAD-nek, hogy nem óhajtjuk mi magunk bekötni ezeket, hanem rábízunk a szoftverre a csatlakoztatást. Ez azonban nem mindig célravezető, ezért biztos ami biztos, tegyük láthatóvá a táp- és földcsatlakozásokat, és kössük be mi magunk. Ekkor biztosan nem maradnak el! (Egyébként más esetekben sem ajánlatos rábízni egy szoftverre azt, amit mi magunk is ilyen könnyen elvégezhetünk...)

A *Value* jelentése: érték. A program alapesetben azzal a névvel tölti fel, amelyen az alkatrészt a listában megtaláltuk, mi azonban ezt átírhatjuk ízlés szerint. Ellenállásoknál, kondenzátoroknál, potenciométereknél, diódáknál és ehhez hasonlóknál ténylegesen az érték szokott ide kerülni (pl. 4k7, 22pF, 5V1, 10k), ahol pedig ilyen nincs (mint például egy nyomógombnál), ott tetszőleges lehet; célszerű meghagyni az eredeti bejegyzést.

(Megjegyzés: a referencianév és az érték szerkeszthető a paramétertáblázat megnyitása nélkül is, ha az alkatrész mellett duplán kattintunk a megfelelő szövegrészre.)

Általánosságban néhány hasznos információ a kapcsolási rajzhoz:

- Minden olyan csomópont, amibe 3-nál kevesebb vezeték fut be, hibásnak tekinthető és törlendő.
- Ha egy kivezetésen ott marad a kis négyzet, az azt jelenti, hogy nincs bekötve – akár van ott vezeték, akár nincs!
- Lehetőleg ne huzalozzunk az alkatrészek „alatt”. Ha ilyenkor sikerül egy hibás kapcsolatot csinálnunk, nem valószínű, hogy a szokásos módon törölhető lesz, mivel ki sem tudjuk jelölni (folyton az alkatrész választódik ki helyette). A teendő ilyenkor

az, hogy kivágjuk, és átmenetileg egy üres területre másoljuk az alkatrészt (vagy egyszerűen a vágólapon hagyjuk), a helyén maradt „szemetet” kitöröljük, majd visszatesszük az alkatrészt.

- Némely alkatrésznél előfordul, hogy látszanak ugyan a betáplálás feliratai (VCC, VDD, GND vagy VSS), ám kivezetés nem tartozik hozzájuk! Ilyenkor nyugodtan kössük hozzá a vezetéket a felirat mellett az alkatrész körvonalához.

Nyomatott áramkör tervezés szempontjából nem mindegy, hogy melyik library-ból választunk alkatrészt! Csak olyan áramköri elemből tervezhető később megfelelő kötéslista (*Netlist* – lásd később), amelynek a kivezetése rendelkezik *Number* nevű paraméterrel. Erről legegyszerűbben úgy győződhetünk meg, hogy duplán rákattintunk az alkatrészlábra, és megnézzük, hogy nem üres-e az említett Number mező. (Megjegyezném, hogy pl. a DISCRETE.OLB-ben lévő elemek rendelkeznek ilyen paraméterrel, tehát jók, míg mondjuk a DEVICE.OLB alkatrészeiről ugyanez nem mondható el.)

A kötéslista elkészítése:

Ha megrajzoltuk (szabályosan) a teljes kapcsolási rajzot, és felparamétreztük az összes alkatrészt, elkészíthetjük a kötéslistát, vagy idegen szóval *netlistát*. Ez egy olyan fájl, ami a kapcsolási rajzunkat szöveges formában tartalmazza. Más szavakkal kifejezve: fel van benne jegyezve minden az egyes alkatrészekről, azok kapcsolatáról, a vezetésekről és sok minden egyéb tervezési körülményről, beállításról, amiket az áramköri rajz elkészítéséhez felhasználunk. A netlista teremti meg a kapcsolatot az elvi rajz, és a nyomtatott huzalozási mintázat közt. Ebből fogja majd tudni a Layout Plus, hogy mit mivel kell összekötnie.

Elkészítésének lépései a következők:

- A Projekt Manager nézetben mentsük el az x.dsn fájlunkat.
- Kattintsunk újra az x.dsn-re, hogy aktív legyen, azaz legyen min végrehajtanunk a kiadott parancsot.
- A Tools menüből válaszuk ki a Create Netlist menüelemet.
- A bejövő ablakban válasszuk ki a Layout fület, mivel most hozzá készítünk netlistát. (Láthatjuk, hogy még sok mindenhez tud az OrCAD ilyet készíteni.)
- Állítsuk be a tulajdonságokat angolszász mértékegységrendszerbe (*User Properties are in inches*).

Ha mindent jól csináltunk, az OK hatására generálódik egy mnl kiterjesztésű fájl, melyet rögtön ki is tesz a program a kimenetek közé (*Outputs*). Ilyenkor be is fejeztük a munkát a Capture CIS-ben! Ha valami nincs rendben, úgy egy kérdést kapunk, miszerint meg kívánjuk-e tekinteni a hiba okát a *Session Log* ablakban (mely egyébként egy szöveges naplózás az eddigi tevékenységünkről). Ha igennel válaszolunk, megnézhetjük, hogy az OrCAD szerint mivel van probléma. (Megjegyzem, nem mindig egyszerű kitalálni a szűkszavú hibaüzenetekből, hogy mi is a baj...)

Gyakori hibák:

- ékezetes betű bárhol az elérési útban
- nem megfelelő könyvtárból választott alkatrész
- többször felhasznált referencianév (pl. két R1 ellenállás van a rajzon)
- valamilyen alkatrészparaméter elmaradása

Ha végképp semmi sem oldja meg a problémát, mintegy utolsó lehetőségként ki lehet próbálni azt, hogy vágólapra másoljuk a kapcsolási rajzunkat, készítünk egy könyvtárat szabályosan, abban egy új projektet, majd ide bemásoljuk a kapcsolási rajzot, és megpróbáljuk helyesen felparamétrezni a megfelelő alkatrészeket. Ez a módszer a

tapasztalataim szerint eddig mindig segített, és jóval kevesebb időt vesz igénybe, mint a projekt „foltozgatása”.

Ha elkészült a netlista, örülünk! 😊

A Layout Plus

Ahogy arra a bevezetőben már utaltam, a Layout Plus nyomtatott huzalozási mintázat kialakítására alkalmas. Ehhez most már nem csak elvi szinten kell ismernünk az egyes alkatrészeket és vezetékeket, hanem tényleges, fizikai valóságukban is. Tekinthejtük ezt úgy is, hogy sokkal kiterjedtebb, több odafigyelést igénylő munka a nyomtatott áramkör megtervezése, mint egy kapcsolási rajz helyes berajzolása és felparaméterezése. (Szándékosan használtam a „berajzolás” szót, hiszen egy áramkör működőképessége elsősorban a kapcsolási rajz helyességén áll, vagy bukik. A NYÁK-terv lehet akármilyen jó, ha a kapcsolási rajz elvi hibás! Az viszont előfordul, hogy egy jó elvi rajz alapján is – így, vagy úgy, de – működik egy egyébként rosszul megtervezett panel.)

A Library Manager:

Ha elindítjuk a Layout Plus-t, egy hasonló, üres ablak nyílik meg, mint a Capture esetében – a szokásos, Windows-os menüpontokkal. Elsőként válasszuk a *Tools* menü *Library Manager* pontját! (Megjegyezném, hogy ha már valami meg van nyitva a Layout-on belül, akkor a *Library Manager* a *File* menüből érhető el. Hogy ennek mi az értelme, azt inkább ne kérdezze senki, vagy ha valaki mégis kiderítette, szóljon nekem is! – a szerk.) Egy alkatrészkönyvtár-szerkesztő felület nyílik meg, mely igen hasonlít a Capture alkatrész-kiválasztó ablakához – legalábbis funkcióit tekintve. A különbség mindössze annyi, hogy itt most az OrCAD Layout Plus részéből kell hozzáadni a teljes elemkönyvtár-állományt. Ezek szintén fájlok, csak most llb (Layout Library) kiterjesztéssel. Miután hozzáadtuk, jelöljük ki az összeset, hogy a beírt alkatrészt minden könyvtárban keresse a program. Csakúgy, mint az elvi rajznál, természetesen most is szükség van némi gyakorlatra, és angol nyelvtudásra, hogy rájövünk, egyáltalán merrefelé is induljunk el, mikor egy alkatrész tokozását szeretnénk megadni. A „tokozás” szó az alkatrész-adatlapok szakkifejezése (angolul *package*), mely gyakran szabványosított névvel kerül megadásra, mint pl. a tranzistorok TO-92, TO-220, stb. tokozásai. Ha elkezdjük beírni a szövegmezőbe a megfelelő tok nevét, a program az addig beírtakkal kezdődőhöz görget, és a felső ablakban megjelöli, hogy az adott alkatrész melyik könyvtárban (llb-ben) van. Figyelem: ebbe a felső ablakba kattintva csak a megjelölt llb tartalmát listázza ki alul, ezért nem célszerű belekattintani, ha nem tudjuk, hol van az alkatrész!

Felmerül a kérdés, honnan tudjuk vajon, hogy úgy néz-e ki az alkatrészünk valójában, mint ahogy a választott *footprint* (az OrCAD így nevezi a tokozási rajzolatot). Nos, vagy megnézzük (megmérjük a fizikai méreteit), vagy ha még nincs meg az alkatrész, utánanézzünk annak katalógus-adatlapján (datasheet). Hogy honnan szerezzünk ilyet? Az Internet tele van velük, csak keresni kell! Beírjuk bármilyen keresőprogramba az *alkatrésznev.pdf* szöveget (pl. BC182.pdf), és szinte biztosan fog találni valami használhatót. Az ilyen adatlapokon az alkatrész valamennyi lényeges fizikai és elektronikus paramétere megtalálható. Mellesleg a már többször emlegetett alkatrész-ismereti rutin is megszerezhető az ilyen keresgélés révén. És akkor már az Internetet is használtuk valami értelmes dologra...

Ha végre sikerült megtalálni a megfelelő footprintet, ellenőrizzük, hogy a kivezetések számozási sorrendje egyezik-e a Capture-ben megadott alkatrészével, illetve a valódiéval! Ha minden stimmel, írjuk be a footprint nevét a Capture-ben a megfelelő elem paraméterlistájának PCB footprint mezőjébe. Célszerű copy-paste módszerrel megadni a tokozást, mivel így nem tévesztünk karaktert. Mikor minden alkatrész rendelkezik footprinttel, akkor lehet csak netlistát generálni! (Lásd: *A kötéslista elkészítése* c. fejezetet.)

Tokozások átszerkesztése és új footprint létrehozása

Gyakran előfordul, hogy nem találunk olyan footprintet, amely minden tekintetben megfelel a használni kívánt alkatrésznek. Ilyenkor megtehetjük, hogy az Interneten utánanézzünk az alkatrész gyártójánál a megfelelő lib fájlak. Ez azonban nem biztos, hogy eredményre vezet, mivel a nagy gyártó cégek nem feltétlenül az OrCAD-et tartják a legfontosabb ipari tervező szoftvernek, ezért gyakran nem készül hozzájuk ilyen tokozási fájl. Sokkal egyszerűbb (és univerzálisabb is), ha mi magunk készítünk footprintet az adott áramköri elemhez! Ehhez az OrCAD megad minden segítséget, rajzoló programhoz hasonló funkciók formájában. Természetesen egy eléggé primitív, ám a célnak tökéletesen megfelelő rajzolóval van szó.

Mértékegység-rendszer:

Talán meglepő lehet, de az alkatrészek többségének méretei nem a világon általánosan elterjedt, metrikus mértékegységrendszerben vannak definiálva, hanem az Amerikában és Nagy-Britanniában használatos angolszász változatban. Ez nem azt jelenti, hogy mm-ben nem adják meg például egy furatszerelt IC lábtávolságát, hanem azt, hogy az ott feltüntetett 2,54 mm nem pontos. Ez a számérték a két rendszer közti átváltás eredményeképpen egy végtelen tizedes tört kerekítése. A pontos érték 100 mil. Nem tilos tehát metrikus egységekben számolni és szerkeszteni, csak soha nem lesz precíz a rajz! Ennek megfelelően az OrCAD-ben mindenhol ajánlatos **angolszász mértékrendszert beállítani!** Mennyi is 1 mil? Az angolszász rendszer alapmértékegységének, azaz az inch-nek (magyarul *hüvelyk*, németül *col*) az ezredrésze.

1 inch = 25,4 mm (közelítőleg)

1 mil = 1/1000 inch = kb. 0,0254 mm

Néhány tipikus, könnyen megjegyezhető sarokszám:

- 20 mil = kb. fél mm
- 40 mil = kb. 1 mm
- 400 mil = kb. 1 cm
- 300 mil = kb. 7,62 mm (standard cigaretta vastagság...)
- 12 mil = kb. 0,3 mm (huzalozásnál lesz majd jelentősége)
- 16 mil = kb. 0,4 mm (huzalozásnál lesz majd jelentősége)

A tokszerkesztés szempontjai:

Először is, nézzük meg azt, mi lényeges egy alkatrész tokozása szempontjából! A legfontosabb a következő három dolog összeegyeztetése:

- a kapcsolási rajzban használt **elvi szimbólum**, de főként annak lábsorrendje
- a **valóságos alkatrész** tényleges fizikai méretei, paraméterei
- és végül a megszerkeszteni kívánt **tokrajz**.

A háromnak tökéletes összhangban kell lennie, különben nem fogjuk tudni később helyesen (szélsőséges esetben sehogyan sem) beültetni az alkatrészt a helyére. Közülük talán a legfontosabb a középső, azaz a valódi alkatrész, hiszen miatta történik minden. Hogy honnan tudjuk, milyen ő valójában? Hát onnan, hogy megszerezzük a már említett datasheet-et, vagy megvesszük az alkatrészt, és egész egyszerűen megmérjük a fontos paramétereket, például egy tolómérővel. Ha adatlapot használunk, figyeljünk oda, hogy milyen nézetben ábrázolja a dokumentum az adott tokot. Egy tranzistor footprintje például tökéletesen

elrontható, ha nem tudjuk eldönteni, alul- vagy felülnézeti rajzot látunk-e – már amennyiben nem áll rendelkezésre háromdimenziós ábra. Ezen a ponton szükség van némi műszaki rajzos szemléletre.

Tekintsük most át azokat a tényezőket, amelyek meghatározzák egy alkatrész footprintjének milyenségét!

Az első teendő, hogy átgondoljuk, milyen technológiával akarjuk legyártani majd a panelt. Egy szakközépiskolában alapvetően három lehetséges módszer jöhet szóba:

- a.) pozitív lakkal készülő, fotózásos-maratásos, úgynevezett „kisüzemi fotótechnika
- b.) mechanikai maráson alapuló prototípus-gyártó berendezés használata
- c.) külső cégtől történő megrendelésen alapuló ipari panelgyártás

Az **a.) eset** köti meg leginkább a kezünket toktervezés terén, mivel ezen technológia felbontása a legrosszabb. Tapasztalataim szerint, ha pl. Positiv 20 típusú fotólakkot, egyszerű, különösebb hőprofilal nem rendelkező szárítókemencét, UV-csőves, leszorítós fotóberendezést, pausz papíros kontaktmaszkot, Nátrium-hidroxidos előhívó folyadékot és Hidrogén-peroxidból illetve sósavból álló maratószerrel használunk, akkor fél milliméteres (20 mil) csíkszélesség, illetőleg ugyanilyen méretű szigetelési távolság alá nem tanácsos lemenni. Ha ezt mégis megteszük (azaz túl vékony vezetősávokat húzunk egymáshoz túl közel), akkor fennáll a veszélye, hogy vagy alámaródik a réz, és néhol megszakad a vezeték, vagy két párhuzamos huzal nem válik szét teljesen. Mindkét esetben csak olyan lépésekkel „javítható” a panel, amelyek a legnagyobb jóindulattal sem nevezhetők technológiának: utólagos ónozással, és szikés kaparással. Megkérdezhetnénk, hogy jön a huzalozás a tokszerkeztéshez? Hát úgy, hogy a fenti problémák az alkatrész-kivezetéseknél is jelentkeznek! Gondoljunk csak bele, milyen kellemetlen, ha két egymás melletti alkatrészláb forrszemei rézzel össze vannak kötve, vagy ha mondjuk alig nagyobb a forrszem a fúrószer számnál. Miután általában kézi működtetésű oszlopos fúrógéppel történik a fúrás, ez utóbbi esetben egyszerűen „lefúrjuk” az egész forrszemet a hordozóról.

Összegezve az elmondottakat, olyan forrszemeket kell tehát rajzolni, melyeknél legalább fél milliméteres gyűrű marad fúrás után. Ez általában 2 mm-es (80 mil) átmérőt jelent, 1 mm-es (40 mil) lyukkal. Két forrszem legalább fél mm-re legyen egymástól (20 mil). Amennyiben kör alakú ez nem biztosítható, úgy valamilyen elnyújtott alakot, például oválist vagy téglalapot kell alkalmazni. (Például, ha az alkatrész két szomszédos kivezetésének középpontja 50 mil-re van egymástól, nyilván nem fog elférni két 80 mil-es kör egymás mellett, ugyanakkor a forrasztóanyag miatt részfelületre is szükség van.) Hogy erről még mit kell tudni, arról a *Tokszerkeztés menete* c. fejezetben még lesz szó. A fúratméret definiálása nem túl lényeges a már említett kézi fúrás miatt.

A **b.) esetben** egy kicsit jobb a helyzet. Egy mai mechanikai NYÁK-maró berendezés pontossága μm -es nagyságrendbe esik – már amennyiben helyesen állítottuk be a marószer szám fogásmélységét, illetve ha stabilan és egyenesen felfekszik a NYÁK lap a marógép asztalára. Az ilyen eszközök a kémiai maráshoz hasonló logikával dolgoznak, azaz kimarják a rezet arról a felületről, ahol nincs vezeték, vagy forrszem. Ebből több dolog is következik.

Először is: egy marófej vége hasonlít valamelyest egy fúrófej végéhez, azaz valamilyen szögű V alakot formál oldalnézetben. Ennek megfelelően a kimart csík szélessége (és természetesen a V alakú árok mélysége is) nagyban függ a fogásmélységtől, azaz attól, hogy mennyire engedjük le a szer számot. Ha betartjuk az adott gépre előírt szabályokat, igen pontosan készíthető pl. 0,2 mm-es (8 mil) marási szélesség. Azt gondolhatnánk, innentől kezdve „mindent szabad”, hiszen most már nyugodtan lemehetünk 8 mil-es csíkszélességig, és ilyen szigetelési távolságig, a gép úgymint képes rá. Csakhogy nem ez az egyetlen szempont!

Ha ugyanis nem használunk ún. *forrasztásgátló maszkot* (egy olyan réteg, amely megakadályozza, hogy a forrasz nem kívánt helyre folyjon; ez az a bizonyos zöld réteg az ipari áramkörökön, pl. a PC kártyáin), egyetlen pákaérintéssel összecinezünk egymással két közeli alkatrészlábat, és igen nehezen fogjuk tudni újra szétválasztani őket.

Másodszor: mivel a mechanikai marófej gyorsan kopik, nem tanácsos a teljes nem használt részfelületet lemarni. (Mellesleg ez akár órákba is telhet, szerszámtól és panelmérettől függően.) Elegendő csupán körbemarni a vezetékvezést, mintegy „réz-szigeteket” hagyva a panel különböző, fölösleges részein. A szigetelési távolságra itt is figyelni kell, ellenkező esetben csúnya zárlatokat hozhatunk létre forrasztáskor eme „sziget” és a huzalozás közt.

Harmadszor: ennél a technológiánál már számít a furat mérete, hiszen nem mi fúrjuk ki a panelt, hanem egy CNC elvű gép, az előzőleg elkészített és betöltött fűrófájl alapján. Ezen fájl adatai természetesen az általunk készített footprint megfelelő adatmezőjéből származnak. (Lásd a *Tokszerkesztés menete* c. fejezetben.)

Összegezve az eddigieket, a b.) esetben a következőket javaslom: 16 (esetleg 12) mil-es csíkszélességgel, legalább 20 mil-es szigetelési távolsággal és az adott alkatrész lábvastagságánál egy-két tized mm-rel (5-10 mil) nagyobb furatátmérővel dolgozzunk, mely utóbbi körül fúrás után maradjon legalább 12-16 mil-es gyűrű.

A tervezés szemszögéből a c.) eset a legkényelmesebb. Ha egy ipari nyomtatott áramkör tervező cégtől rendeljük a panelokat, akkor a leglényegesebb szempont a gyártási felbontásuk, azaz a legkisebb csíkszélesség (illetve szigetelési távolság), amelyet számunkra még megfelelő áron biztosítani tudnak. Általánosságban elmondható, hogy manapság a legolcsóbb technológiák is képesek 0,2-0,3 mm-es (10-12 mil) felbontásra. A méreteket tekintve nem kell tehát igazából másra ügyelni, mint hogy ne menjünk 12 mil alá. Ha ezt akár csak egyetlen helyen is megtesszük, már átkerül a panel egy olyan kategóriába, amelyben bonyolultabb berendezéseket igényel a gyártás, vagyis drágább. Ipari gyártás esetén érdemes a fentebb már említett forrasztásgátló réteggel kérni a NYÁK-ot. Annyival nem kerül többbe, mint amennyire hasznos. A hibás beültetést leszámítva gyakorlatilag el sem lehet rontani a forrasztást!

Huzalozás és tokszerkesztés szempontjából a következőket érdemes megjegyezni: ha egyéb oka nincs (pl. feszültségesés, vagy áramterhelhetőségi korlát és az ezzel kapcsolatos melegedés), nyugodtan huzalozhatunk 12-16 mil-es vezetékkel és ugyanilyen szigetelési távolsággal. A forrszem furata 5-10 mil-lel legyen nagyobb az alkatrész lábvastagságánál, és forrasztási célra maradjon legalább 10-12 mil szélességű körgyűrű a furat körül.

A tokszerkesztés menete:

A footprintek szerkesztése a **Layout** programrészt *Library Manager*-ében történik. Működéséről a fejezet elején már volt szó. Ott azt mondtuk, a már meglévő tokozások közt kutathatunk a segítségével. Most azt mondjuk, át is lehet szerkeszteni egy már meglévő footprintet, sőt, egészen új könyvtárelemet is módunkban áll létrehozni. Ez utóbbi a következőképpen történik:

- Kattintsunk a *Create New Footprint*-re! Egy ablak jelenik meg, benne egy név mezővel, és egy mértékrendszer-választási lehetőséggel. Természetesen az English, azaz angolszász verziót kell választani.
- Megjelenik egy alap footprint, mely egyelőre mindössze egy *pin*-ből, vagyis forrszemből áll; minden egyéb (pl. keret, áramköri rajzra utaló jel, stb.) hiányzik róla, hiszen a program még nem tudhatja, mit akarunk készíteni belőle. A lapon található zöld feliratokat a netlista betöltésekor az OrCAD kitölti az adott alkatrész bizonyos paramétereivel. Nem érdemes velük túl sokat foglalkozni, mivel a huzalozás megkönnyítése érdekében később úgyis láthatatlanná fogjuk tenni őket.

- A *Tool* menüből nyissuk meg a *Padstack*-et, és válasszuk ki a *Spreadsheet*-et (azaz a táblázatot). Amikor a program felajánlja, hogy a neve alapján megkeressünk egy adott *pad*-et, akkor nyomjunk *Cancel*-t. Látunk egy táblázatot, mely sokféle *pad* típust tartalmaz, azonban nem tudjuk, melyik az, amelyiket a program felajánlotta nekünk kezdésképpen.
- Kattintsunk vissza a tervező nézetbe (a fekete képernyőre) úgy, hogy **közben nem zárjuk be a táblázatot**, hanem a háttérben nyitva hagyjuk.
- Ha most *CTRL*-lal megfogjuk az adott forrszemet, majd *CTRL+TAB*-bal a háttérből előkeressük a *Padstack Spreadsheet*-et, feketével kijelölődik az a forrszemtípus, amelyiket szerkeszteni szeretnénk, például a *T1* jelű. (A *CTRL+TAB* egyébként hasonló az *ALT+TAB*-hoz, csak nem a futó alkalmazások közt válthatunk vele, hanem egy adott program egyes ablakai közt.)
- Az *OrCAD* úgynevezett rétegekben (*layer*) gondolkodik. Külön rétegre tervezi az egyes vezetékmintázatokat (alkatrész-oldal, forrasztási oldal, belső rétegek, föld- és tápfeszültség-rétegek) a feliratokat, a forrasztásgátló maszkot, és így tovább. Ezek aztán különféle technológiai lépések során – ténylegesen is rétegenként – kerülnek rá az áramkörü hordozóra: először a belső rétegek (többretegű *NYÁK*-nál az *INNER* rétegek), utánuk a furatok (*DRILL*), aztán a vezetékmintázat (*TOP*, *BOT*), később a különféle maszkok (*SM* rétegek) és paszták (*SP*), míg végül a szitanyomatott feliratok (*ASY layer*-ek). Ezen rétegek nevei találhatóak a táblázat bal szélső oszlopában. Minden réteghez tartozik öt adat: *shape* – a forrszem alakja, *width* – a forrszem *X* irányú mérete, *height* – *Y* irányú méret és az origótól való eltérés két koordinátája. Az adatok megmutatják, mekkora és milyen jellegű az adott rétegen a szerkesztendő forrszem. Értelemszerűen egy forrszemnek nem kell feltétlenül jelen lennie az összes *layer*-en. Például, ha a panelunkon nem lesz szitanyomatott felirat (*ASYTOP*), a réteget *undefined*-ra, vagyis határozatlanra lehet állítani. Az adott mező a szokásos *Jobb gomb* – *Properties* módszerrel szerkeszthető. A *CTRL* segítségével egyszerre több mezőt is ki lehet jelölni. Hogy melyik rétegen mekkora, és milyen alakú a forrszem, azt főként a fentebb már megtárgyalt technológiai alapelvek határozzák meg. Egy javaslatot azért tennék: amennyiben közel van egymáshoz két alkatrészláb, és mégis biztosítani szeretném, hogy később át lehessen húzni köztük egy vezetékét, a kör (*round*) forma helyett válasszunk alkalmas irányban álló hosszúkás alakzatot (*oval*, *oblong*, *rectangle*).
- A következő sorokat mindig töltsük ki:
 - *TOP* – alkatrész oldali huzalozási réteg
 - *BOTTOM* – forrasztás oldali huzalozási réteg
 - *SMTOP* – alkatrész oldali forrasztásgátló maszk (*Solder Mask*)
 - *SMBOT* – forrasztás oldali forrasztásgátló maszk
 - *DRLDWG* – furatpozíció (*Drill Drawing*)
 - *DRILL* – furat
- A *TOP* és a *BOT* akkora legyen, amekkorának szeretnénk látni a forrszemet.
- Az *SMTOP* és *SMBOT* legyen 5 mil-lel nagyobb a *TOP* és *BOT* rétegekhez tartozó értékeknél. Ennek oka az, hogy a valóságban a forrasztásgátló maszk ragacsos anyag formájában kerül felvitelre, így egy kicsit megfolyik, szétterül. Megkérdezhetnénk, ha úgyis szétterül, miért nagyobbra, és nem kisebbre kell állítani. Könnyen rájövünk, ha megvizsgáljuk a *maszk* szó jelentését. A forrasztásgátló maszk a rajzjelével ellentétben egy negatív jellegű réteg, vagyis ott **nem lesz** zöld bevonat, ahol az *OrCAD* egy teli körrel jelzi nekünk, vagyis a forrszem helyén – nyilván azért, hogy csak ott tudjunk majd forrasztani. Minden egyéb területet takarni fog a forrasztóónt rendkívül jól taszító (de egyébként mindenféle mechanikai és hőhatásoknak is jól ellenálló) polimer bevonat.

Hogy ezt miért ilyen negatív formában jelölik? Gondoljunk csak bele, hogy nézne ki a panel, ha a forrszemeket kivéve mindenhol zöld lenne!

- Megjegyzem, az SMTOP és SMBOT kitöltése nem lenne minden esetben kötelező, ám ha belegondolunk, beláthatjuk, hogy egy mindhárom technológiához (lásd korábban A tokszerkesztés szempontjai c. fejezetben) univerzálisan használható megoldást kapunk, ha a hat réteg beállítása gyakorlattá válik számunkra.
- A furatrétegeknél a legfőbb szempont, hogy beleférjen az alkatrészláb a lyukba. Ezen túlmenően kétoldalas, furatfémezett nyomtatott áramköröknél figyelembe kell venni, hogy a furatfémzés kb. 0,1 mm-rel csökkenti a hatásos lyukátmérőt, ennél fogva legalább ennyivel nagyobbra kell tervezni a furatot az alkatrészlábnál.
- A következő lépésben lemásoljuk a már elkészített pin-t annyiszor, ahány kell belőle (CTRL+C), majd elrendezzük őket a **valódi alkatrésznek**, és a Capture-ben alkalmazott **elvi szimbólumnak** megfelelően (lábtávolság, lábsorrend!).
- Szokásos dolog egy alkatrész-körvonal rajzolása is. Ez sem lenne kötelező, ám hiányában elég nehéz megmondani, hogy az alkatrész-elrendezés során milyen közel tehetünk egymáshoz két alkatrészt. A körvonalrajzot a következőképpen kell elkészíteni:
- Kiválasztjuk a Tool menü *Obstacle Tool*-ját.
- Jobb gombot, majd New-t nyomunk.
- Megint Jobb gomb következik, és a Properties menüpont.
- Előugrik egy tulajdonság mező, amelyben beállítható a megrajzolni kívánt objektum 4 fontos tulajdonsága. Az első a név, ami lehet pl. *Outline* (körvonal). A második a típus, ami legyen *Free Track*, azaz mindentől független, szabad huzal. A harmadik a csíkszélesség, mely általában 8-10 mil. A negyedik pedig a célréteg neve, vagyis azé, ahova majd kerül a körvonalrajz. Ez legyen az SSTOP, hiszen ő éppen ilyenekre van kitalálva.
- Nem maradt más, mint az imént beállított Obstacle-lel olyan körvonal rajzolása, mely megfelel az adott áramköri elem fizikai méreteinek. A műveletet néhány mértani alakzat segíti, úgymint körvonal (*arc*), kihúzható téglalap, stb. Szintén az Obstacle-lel rajzolhatunk például elvi áramköri szimbólumra utaló jeleket, hűtőbordák, felfogató furatok, csavarok, kivágások helyét attól függően, hogy milyen az alkatrész. Sajnos megvan az a rossz tulajdonsága az OrCAD-nek, hogy nem jegyzi meg az Obstacle beállítását, így ha egyszer kilépünk az eszközből (End Command vagy ESC), újra be kell állítani a tulajdonságokat, ha ismételten szükség van az eszközre.
- Ha ily módon elkészült az új footprint, el kell menteni. Nem meglepő módon a *Save As* gomb teszi ezt lehetővé. Ha rákattintunk, előugrik egy kissé szokatlan mentési ablak. Azért szokatlan, mert most egy footprintet (ami a Windows szempontjából megfoghatatlan objektum) mentünk el egy Library-be, azaz könyvtárba, ami viszont a Windows-nak fájl. Körültekintő műszaki szakember ezt a műveletet úgy végzi el, hogy készít magának (vagy az aktuális áramkör számára) egy valami.llb fájlt, és abba menti bele az adott munkához tartozó összes tokozást. Ezt az llb fájlt a későbbiekben a munkához tartozó egyéb OrCAD-es fájlok közt javasolt tárolni.

Az előbbiekben láttuk, hogyan szerkeszthetünk magunknak saját tokozást, ha épp nem találunk olyat, ami precízen megfelelne a választott áramköri elemnek. Van azonban olyan eset is, amikor nem kell az elejétől kezdve egy teljesen új footprintet kreálni, mert létezik olyan, amelyik alig tér el valamiben a valódi alkatrésztől (pl. lábsorrend, furatméret, lábtávolság, stb.). Ilyenkor természetesen átszerkeszthetjük a már meglévő tokot, és más – a változásra utaló – néven elmentve rengeteg munkát megspórolhatunk magunknak.

A kötéslista betöltése:

Most már gyakorlatilag bármilyen tokozást el tudunk készíteni, így tehát semmi sem akadályozhatja meg, hogy a korábban tárgyaltaknak megfelelően felparaméterezzük a kapcsolási rajzunk összes alkatrészét, és elkészítsük a netlistát. Ha elkészült, be kell töltenünk a Layout Plus-ba. Ennek lépései a következők:

- File – New
- Az OrCAD egy *tch* (Technology Template) kiterjesztésű fájl kér. Ez lényegében egy sablonfájl. Bizonyos beállításokat eleve tartalmaz. Olyankor lehet ilyet megadni, ha valami speciális panelt akarunk tervezni, például egy PCI-csatlakozós kártyát. Általános esetben a *default.tch* betöltése megfelelő. Ez alapbeállításokat tartalmaz, nincs benne semmi különleges megkötés a panel kinézetét illetően.
- Ezután keressük meg az *mnl* kiterjesztésű netlista fájlunkat, és nyomjunk *Megnyitás-t!*
- Az OrCAD feltesz egy kérdést: Kívánja-e menteni a készülő huzalozási tervet *x.max* néven? Válaszoljunk igennel!
- A most következő lépésben a program elkezd egyesével hozzáadni az alkatrészekhez az általunk megadott footprinteket, melyet egy kis háromszög futtatásával, és szöveggel jelez is nekünk. Ha minden helyes, ez a lépés másodpercek alatt lefut, és megnyílik a tervező nézetünk (*design* ablak), benne egy pókhálószerű ábrával. A „pókháló” sárga szálai jelölik a kötéslistát – ezúttal grafikusán. Más szavakkal: amelyik két kivezetés közt van ilyen sárga vonal, azok össze vannak kötve egymással.

Ezen a ponton álljunk is meg egy pillanatra! A fenti lépés ritkán fut le ilyen simán, hiba nélkül. Általában valahol elakad a tokok hozzáadásának folyamata, és egy tájékoztató ablakot kapunk arról, hogy az egyik alkatészhez valamilyen okból nem sikerült footprintet hozzárendelni. A program ilyenkor felajánl három lehetőséget a hiba azonnali kijavítására. Miután azonban a hiba jellegéről nem ad kellő felvilágosítást, nem ajánlatos ezek közül választani. Én ilyenkor azt szoktam tenni, hogy addig nyomogatom a *Cancel-t*, míg végig nem érek az összes alkatrészen. Ennek eredményeképpen keletkezik egy listafájl (*lst* kiterjesztéssel) az elvégzett műveletekről, és egy hibafájl (*x.err*). Ez utóbbiból kiolvasható a hiba jellege szöveges hibaüzenet formájában. Ilyenkor a netlista nem töltődik be, és érvénytelen *max* fájl keletkezik. Nézzük hát meg a legtipikusabb hibákat, illetőleg azok kijavítási módjait!

- A leggyakoribb hibaüzenet: *No footprint found for comp X*, vagyis: *Nem találtam tokozást az X alkatrészhez*. Ilyenkor a legelső teendő megnézni a kapcsolási rajzunkat, hogy tényleg nem üres-e a kérdéses elem PCB Footprint paramétermezője. Ha látszólag jól van kitöltve (karakterhiba sincs!), akkor nézzük meg, hogy a Library Manager-ben hozzáadtunk-e minden *lib*-fájlt a listához, és azt is, hogy ezen fájlok mindegyike az OrCAD/Layout Plus/Library-ban található-e.
- Tipikus üzenet lehet még a következő: *Electrical package Y for comp X has at least one pin (2) which has no corresponding pin on footprint Z*. Ami annyit tesz: *Az X nevű, Y típusú elemnek van legalább egy olyan lába (nevezetesen a 2 nevű láb), amelyhez nincs megfelelő forrszem a Z nevű token*. A teendő ilyenkor az adott tok átszerkesztése. Ez azt jelenti, hogy a Library Manger-ben új nevet adunk valamely footprint kivezetésének: kijelöljük, majd jobb klikk – Properties. Ha CTRL-lal jelöljük ki, akkor nem mozdul el a helyéből a forrszem. (Az OrCAD-ben egyébként általánosan is érvényes, hogy amit így jelölünk ki, az nem mozdul el.) Ne felejtsük el az átszerkesztett tokot valamilyen más, felismerhető néven elmenteni (*Save As* az alkatrészlista alatt). Ügyeljünk rá, nehogy felülírjuk a kiindulási footprintet, mert

akkor az elvész! Az így „kijavított” tokozást adjuk meg a hibás elemnek, mint PCB Footprint, és játsszuk le a folyamatot újra a netlista-generálástól kezdve!

Ha már gyakorlottabbak vagyunk, és van némi sejtésünk a hiba okát illetően, megtehetjük azt is, hogy a felajánlott lehetőségek közül pl. a *Link existing footprint*-et választjuk. Ez esetben egy Library Manager-szerű ablak nyílik meg, amelyben kiválaszthatunk az aktuális alkatrészhez egy tetszőleges footprintet.

Ha egy alkatrészt a fentiek ellenére is hibásnak vél a program, utolsó lehetőségként megtehetjük, hogy a kapcsolási rajzban átnevezzük, vagy kicseréljük az alkatrészt, esetleg megpróbálunk egy teljesen más tokozást adni neki.

Kezdeti beállítások:

A Layout Plus alapbeállításai az *Options* menüben találhatóak. Az itt felsoroltak közül a *System Settings*, a *Colors*, az *Auto Backup*, a *Global Spacing* és a *Post Process Settings* érdekel minket. Vegyük hát őket sorra!

A *System Settings*-ben találhatóak a tervezést segítő rács (*grid*) beállításai. Ez egy raszteres pöttyhálózatot jelent, melyben a pöttyök egymástól való távolságát lehet befolyásolni. Alap esetben mil-ben számol a program. (Lásd korábban a *Mértékegységrendszer* c. fejezetet!) A számértékek legyenek a következők:

- Visible Grid (látható rács): 50
- Detail Grid (részlet-rács, pl. feliratokhoz, stb.): 25
- Place Grid (rács az alkatrész-elhelyezéshez): 25
- Routing Grid (rács a huzalozáshoz): 25
- Via Grid (rács az átmenő furatokhoz): 25

Ez a rács azt jelenti, hogy csak a beírt számérték egész számú többszörösével lehet odébb mozdítani a vonatkozó alakzatot. Az origó (0,0) a *Drill Chart* nevű furattáblázat bal felső sarka. A kurzor aktuális pozícióját a képernyő bal alsó sarkában követhetjük nyomon.

A *Colors* menüben állíthatjuk be a tervező nézet színinformációit, vagyis az egyes rétegek színeit. (A Toolbar-on egy kis színes négyzet is ugyanezt éri el.) Természetesen nem mindig használjuk az összes réteget. Ilyen esetekben a számunkra lényegtelen rétegeket a „-„ jellel átlátszóvá lehet tenni. Fontos, hogy **ne töröljük ki** az adott réteget, csak tegyük láthatatlanná! Jobb gombbal az adott rétegre kattintva átállítható annak színe, azonban ebbe nem tanácsos belenyúlni. A következő rétegeket hagyjuk láthatónak:

- Background – háttér
- Default (Global Layer) – logikai réteg
- TOP – alkatrész oldali huzalozási réteg
- BOTTOM – forrasztás oldali huzalozási réteg
- SMTOP – alkatrész oldali forrasztásgátló maszk (*Solder Mask*)
- SMBOT – forrasztás oldali forrasztásgátló maszk
- SSTOP – alkatrész oldali körvonalrajz (*Silk Screen*)
- SSBOT – forrasztás oldali körvonalrajz
- DRLDWG – furatpozíció (*Drill Drawing*)
- DRILL – furat
- Place outline (Global, TOP, BOTTOM) – alkatrész helyfoglalás
- Pin name – kivezetésnév (forrszemnév)
- Highlight – kijelölés
- DRC box – tervezési szabályokat ellenőrző ablak (*Design Rule Check*)

Mivel a színek fontosak (főleg kétoldalas paneleknél, a többrétegűekről nem is beszélve...), elmondanék róluk néhány dolgot. Középtájt, egy legördülő listában kiválaszthatjuk, melyik réteg legyen a legfelső. A legközelebbi képernyőfrissítésig (az F5, vagy a felső Toolbar „!” gombjának megnyomásáig) az itt kiválasztott réteg kitakarja az alatta lévőket. Frissítés után lesz némi színkeverés (mintha félig átlátszóak lennének egyes rajzelemek), de a domináns szín a kiválasztott marad. Az alapból beállított sorrendben a TOP és a BOTTOM réteg az első kettő – leszámítva persze a GLOBAL nevű, szintelen, logikai réteget. A számbillentyűkkel is válogathatunk a rétegek közt a sorrendnek megfelelően. Ha valamely objektumon dolgozunk, a neki megfelelő réteg lesz a legfelső. Ha ez valami ritkán használt réteg, akkor képernyőfrissítés után szokatlan színekkel találhatjuk magunkat szemben. Nem kell megijedni, nem ment tönkre a munkánk! Váltunk vissza pl. a TOP rétegre, és már vissza is kaptuk az ismerős színeket.

Az *Auto Backup* menüpont az automatikus biztonsági másolatok számát és mentési sűrűségét hivatott állítani. Szerintem 2 percnkénti mentés és az utolsó 2 db fájl megtartása megfelelő, azonkívül a *Backup after each sweep*-et le lehet tiltani.

A *Global Spacing*-ben lehet megadni, hogy minek mitől mekkora lehet a legkisebb távolsága. A 12 mil (kb. 3 tized mm) itt megfelelő, de 10 alá semmiképpen ne menjünk, mert olyan finom rajzolat általában csak speciális berendezésekkel (és emiatt többletköltséggel) gyártható le hibamentesen. Ha be van kapcsolva az ún. *Online DRC* (folyamatos szabályellenőrzés), az nem fog engedni nekünk olyan lépést, ami ennek a táblázatnak ellentmondana. A DRC-t a felső Toolbar-on lehet bekapcsolni (DRC). Ilyenkor egy szaggatott vonalas ablak jelenik meg (*DRC box*). A szabályok az ablakon belül érvényesek. A DRC ablak mindig a képernyő közepén van, így a mi feladatunk az áramkört is ide pozícionálni, ha használni kívánjuk az automatikus ellenőrzést. (Megjegyezném, hogy jól tesszük, ha használjuk! Ha valamit nem enged végrehajtani, legfeljebb egy kis időre „befogjuk a szemét”: kikapcsoljuk egy pillanatra, majd a művelet után visszakapcsoljuk.) A DRC ablak átméretezhető: a „B” betű lenyomása után rajzoljunk téglalapot (bal gomb lenyomva). Az ablak a téglalap méretére változik, és a képernyő közepére igazodik, csaknem „full screen”-ben.

A *Post Process Settings*-re a nyomtatott áramköri rajzolat elkészülte után lesz szükség. Ahhoz, hogy egy gyártósor valóságos áramköri hordozókat tudjon előállítani, szüksége van bemeneti információra. Esetünkben ilyen bemenetként fognak szolgálni az ebben a menüpontban elkészülő ún. *Gerber-fájlok*. Akár minden réteghez készíthetünk egy ilyen fájlt. A Gerber-fájl szabványosított típus, mely igen elterjedt az ipari világban. A CNC alapú gépek többsége képes közvetlenül ezek alapján dolgozni. Az ilyen típusú fájl szöveges és számjegyes formában tartalmazza a rajzunkat. A kétdimenziós alakzatot pozíciókoordinátákkal, elmozdulás-vektorokkal, és bizonyos rajzos alapobjektumokkal (különbéle méretű körök, négyzetek, ellipszisek) ábrázolja. A menüpontra kattintva egy táblázat jelenik meg az egyes rétegekről. Amelyiknél *Yes*-re állítjuk a *Batch Enabled* mezőt (*jobb klikk – Properties – Enable for Post Processing*), ahhoz készül majd Gerber fájl, ahol is az adott réteg neve lesz a fájl kiterjesztése. Általában a TOP, a BOTTOM, az SMT, az SMB és a DRD rétegekre van szükség. Maga a fájlkészítés az *Auto* menü *Run Post Processor* menüpontjával végezhető el. (Lásd még a *Gyártófájlok generálása* c. fejezetet!)

Alkatrész-elrendezés:

Az előző pont beállításai után a rajzunk a következőképpen néz ki: az egyes alkatrészek sárga vonalakkal össze vannak kötve (a kapcsolási rajznak megfelelően), mellettük ott a nevük, a kivezetésekbe pedig bele van írva a számuk. (**Figyelem!** Ha véletlenül olyan alkatrészlábat találunk, amelyik a kapcsolási rajzon be van kötve, itt viszont nem indul tőle sárga vonal, ellenőrizzük le, hogy a Capture-ben nem követtük-e el valamelyik huzalozási hibát a korábban felsoroltak közül! Ha találunk ilyen hibát, javítsuk ki, és a netlista-generálástól indítsuk újra a folyamatot.)

A következő teendő elhelyezni az alkatrészeket egymás mellett „valahogyan”. Hogyan is? Nos, az alkatrész-elrendezés szinte külön tudomány. Bonyolultabb, nagyobb teljesítményű, nagyfrekvenciás, illetve nagysebességű áramköröknél (pl. híradástechnikai panelek, PC kártyák, ipari berendezések áramkörei) gyakran igen hosszú időt igényel ez a lépés, és együtt jár a kapcsolási rajz sokszori áttervezésével, újragondolásával. Álljon itt most néhány szempont (a teljesség igénye nélkül) amelyeket illik betartani egy áramköri kártya tervezésekor:

- Az egymáshoz sok ponton csatlakozó alkatrészek közel legyenek egymáshoz. (Ez a legegyszerűbben leírható szabály, betartása mégis a legtöbb fejtörést okozza...)
- Ha van valamilyen központi, vezérlő IC a panelon, az lehetőleg középen legyen, miután valószínűleg minden lábához hozzá akarunk férni.
- A valamilyen természetű zavart keltő áramköri részekről a lehető legtávolabb legyenek az ugyanolyan természetű zavarra érzékeny alkatrészek. (Például egy hőmérő elemet nem célszerű egy néhányszor 10 wattos teljesítmény-transzisztor hűtőbordája mellé tenni, vagy például egy fontos órajel-vonalat egy oszcillátor-fokozat közelében elhelyezni.)
- A csatlakozópontokat a panel szélére kell tervezni; a betáplálást és a bemenő jeleket általában balra, a kimeneteket általában jobbra.
- Az IC-k felfelé (hosszirányban) álljanak a panelon.
- Az ellenállások és a diódák lehetőleg szintén hosszirányban, az IC-vel párhuzamosan helyezkedjenek el. A diódáknál a katódot szokás a panel felső széle felé fordítani. (Általában is igaz, hogy az azonos típusú alkatrészek úgy szépek, ha egyállásúak.)
- A zavarérzékeny, illetve a működés szempontjából kritikus vonalakat (pl. órajel) minél rövidebbre kell tervezni.
- Azokat az elemeket, amikhez a működtetés során üzemszerűen hozzá akarunk férni, úgy kell lehelyezni, hogy hozzájuk is lehessen férni. (Például a csatlakozókba be lehessen dugni a vezetékét, a potenciométert el lehessen forgatni, a foglalatba helyezett IC-t ki lehessen venni, stb.)
- Az alkatrészek férjenek el egymás mellett. Ebben egy kicsit segít a már említett DRC, azonban „ő” sem tehet semmit, ha például túl kicsi tokozást választottunk egy alkatrészhez.
- Minél kisebb, de ne túlszűfolt áramkör legyen a cél. Gondoljunk a tesztelhetőségi és javíthatósági szempontokra is.
- Végezetül egy általános szabály: esztétikus, áttekinthető, amennyire lehet moduláris (funkcionális egységekből felépített) panelre törekedjünk.

Megjegyzések:

A szabályok többsége magától értetődőnek tűnhet, mégsem árt végigfutni rajtuk. A tapasztalat azt mutatja, hogy egyik-másik alapvető hibát mindig sikerül valakinek elkövetnie. Figyeljünk tehát oda!

Ez a néhány alapelv nem „szentírás”! Időnként alaposan ellent is mondanak egymásnak. Ilyenkor próbáljunk meg köztük optimális kompromisszumot keresni, és a lehető legkevesebb rossz tulajdonsággal járó megoldást választani!

A Tool (eszközök) menü:

Itt található meg a nyomtatott áramköri rajzolat elkészítéséhez felhasználható eszközök. Szinte mindegyik eszközhöz tartozik egy ún. *Spreadsheet* (jelentése kb. kiterített papír). Ez egy táblázat, melyben megtalálható az adott eszközhöz tartozó összes elem.

- A *Layer*-rel az egyes rétegek tulajdonságai állíthatók be, illetve nézhetők meg.
- A *Component*-tel tudjuk megfogni az alkatrészt, majd az egérrel mozgathatjuk. Megtalálható a Toolbar-on is, egy kis IC formájában. Az „R” szintén forgat, csakúgy, mint a Capture-ben. Ha elmozdítunk egy alkatrészt, vele mozdul a pókháló is. Amint azonban frissítjük a rajzot („!” a Toolbar-on, vagy F5), nyomban átkötődik minden vonal a legközelebbi kivezetéshez.
- A *Package* az alkatrészek (logikai) tulajdonságait mutatja meg.
- A *Footprint* az alkatrészek fizikai tulajdonságait (azaz a tokozások jellemzőit) mutatja meg.
- A *Padstack* egy alkatrész-kivezetés vagy átmenő furat fizikai tulajdonságainak halmazát jelenti. A *Padstack Spreadsheet* az összes ilyen jellegű objektumot tartalmazza táblázatba rendezve.
- A *Pin* a kivezetések logikai tulajdonságait jelöli. Lényegében ő az alkatrész kapcsolata a külvilág (azaz a többi alkatrész) felé. A Toolbar-on egy körbe írt 1-es a jele. Ha ezzel megfogjuk egy alkatrész lábát (CTRL+bal gomb, hogy ne mozduljon el), akkor jobb klikk – Properties-zel megnézhető, és szerkeszthető az adott kivezetés.
- A *Net* szó jelentése háló, itt azonban az egy potenciálon lévő (vagyis az egy csomópontba kötött) vezetéseket jelenti. Ha a Capture-ben elneveztük a vezetéseket, akkor azokat a neveket látjuk viszont a Spreadsheet-ben, ha nem, akkor az OrCAD által adott kódszámokat (pl. N00158). Megjegyzem, hogy itt is átnevezhető a vezeték.
- A *Connection* kapcsolatot jelent, vagyis két alkatrészláb közti, logikai értelemben vett összeköttetést. Vehetünk fel újat, vagy ki is törölhetünk már meglévőt, de nagyon oda kell figyelni az ilyen műveletekre! (Ha egyébként jó a netlistánk, ilyenre nincs is szükség.) A Toolbar-ból is kiválasztható egy háromszöggel jelölt ikon formájában. Egy kissé furcsa módon működik, mivel (jobb klikk után) először azt kell megmondani, hogy *mit* akarunk csinálni (*Add* vagy *Delete*), és csak aztán kell kiválasztani azt a sárga pókhálívonalat, *amelyen* végre karjuk hajtani.
- A *Track* (pálya) egy fizikailag (rézfelület formájában) meglévő összeköttetést jelent. Másképpen fogalmazva egy készre huzalozott Connection-nek felel meg.
- A *Track Segment* a Track egy egyenes (azaz két töréspont közti) szakasza.
- A *Via* egy fémezett falú átmenő furat. Segítségével valósul meg a huzalozási oldalak összekötése kétoldalas panelok esetén. Természetesen egy furatszerelt alkatrész lába ugyanígy átvihetné a jelet az egyik oldalról a másikra, a furatfémezés miatt azonban elég csak az egyik oldalon forrasztani. Ezt az eszközt választva betekintést nyerhetünk a viák tulajdonságaiba, illetve át is szerkeszthetjük azokat.
- A *Drill Chart* egy táblázat, mely az áramkörünkben szereplő furatokat tartalmazza, azok tulajdonságaival együtt, úgymint: szimbólum, átmérő, tűrés, mennyiség (db). Ez egy igen fontos táblázat, mégpedig a CNC fúrógép számára. Innen (illetve a hozzá generált Gerber-fájlból) tudja ugyanis a berendezés, hogy hova mekkora lyukat kell fúrnia. Minden egyes furatmérethez tartozik egy szimbólum. A szimbólumoknak egyértelműeknek kell lenniük, azaz nem tartozhat két eltérő furathoz azonos szimbólum. A gyártás könnyítése érdekében igyekezzünk olyan footprinteket

választani az egyes alkatrészekhez, hogy lehetőleg minél kevesebb eltérő furat legyen a panelon. (A gyártók egyébként úgy szoktak eljárni, hogy amennyiben túl sok fajta furat kellene, úgy egyszerűsítene: az egymáshoz közeli méretűeket azonossal fúrják ki.)

- A *Text*-tel szöveget tudunk kijelölni, szerkeszteni, és új szöveget tudunk megadni. A *Toolbar*-on is megtalálható egy „T” formájában. A szöveget szerkeszthetjük akármelyik rétegre, megadhatjuk a méretét, vonalvastagságát és még sok egyéb tulajdonságát. A feliratozás általános esetben az ASYTOP és ASYBOT (assembly = felirat) rétegekre szokott kerülni, melyeket szitanyomtatással visznek fel a már teljesen kész hordozóra (ez a panelgyártás utolsó lépése). Ha csak kevés, nem túl lényeges információt kívánunk feltüntetni a panelon (pl. panel neve, készítő neve, dátum, stb.), nem érdemes szitanyomtatott rétegre dolgozni. Célszerűbb rézből, a TOP vagy a BOTTOM rétegen kialakítani a feliratot. Csupán arra kell ügyelni, hogy ne érintkezzen áramköri részekkel a szöveg, illetve, hogy a BOTTOM rétegre tükrözve vigyük fel, mert csak akkor lesz olvasható.
- A *Dimension* és a *Measurement* eszközök mérésre, méretezésre szolgálnak. A *System Settings*-ben beállított mértékrendszerben írják ki a számértékeket. (Próbáljuk ki, és egyből rájövünk, hogyan működik! Itt most nem részletezem.)
- Az *Obstacle*-lel a legkülönbözőbb fajta alakzatok rajzolhatók. Számunkra ezek közül a *Board Outline*, és a *Copper Pour* lesz érdekes. Előbbi a panel bekeretezését szolgálja, utóbbi pedig úgy mond „kiönti rézzel” a le nem huzalozott, és az egyéb módon meg nem tiltott területeket. Ez mechanikai rajzolat kialakításnál lehet előnyös (pl. marás), hiszen így kisebb területről kell eltávolítani a rezet (növeli a szerszám élettartamát). A tulajdonságaik közt megadható a típusuk, a csíkszélességük, a rétegük, huzalkapcsolatuk, stb. A működés részletes leírása megtalálható a *Tokszerkesztés menete* c. fejezetben. A *Toolbar*-on egy papírlapra rajzoló ceruza formájában található meg az *Obstacle* eszköz.
- Az *Error* (hiba) nevű eszköz a DRC-hez kapcsolódik. Ha aktiváljuk az azonnali szabályellenőrzést (a *Toolbar* jobb szélső, pipával jelölt ikonja), akkor egy szöveges ablakban megkapjuk a hibáink számát, valamint be is karikázza azokat az OrCAD a rajzunkon. Ha kiválasztjuk az *Error Tool*-t, és ezen karikák valamelyikére kattintunk az eszközzel, a program kiírja a hiba típusát a lap aljára. Az összes hiba kilistázható a SHIFT+M-mel, a hibajelölő karikák pedig eltüntethetők az *Auto* menü *Remove Violations* menüpontjának segítségével.

A felső Toolbar-ból elérhető még a következő, lényegesebb dolgok:

- Balról a harmadik ikonnal a *Library Manager*-t nyithatjuk meg.
- A távcsővel jelölt ikonnal (és a CTRL+F-fel) kereshetünk valamit a neve alapján.
- Az E betű a kijelölt objektum tulajdonságait mutatja meg (ugyanazt, mint a jobb klikk – *Properties*).
- A rács kinézetű gomb az egyes *Spreadsheet*-ek gyors megjelenítésére szolgál. (Egyébiránt nekik gyorsbillentyűik is vannak. Hogy ezek melyek, arról a *View* menü *Database Spreadsheets* pontja ad felvilágosítást.)
- A *DRC* melletti ikon neve *Reconnect Mode*. Ha aktiváljuk, akkor eltűnnek a pókhálónk száalai, pontosabban csak azok lesznek láthatóak, amelyek a megfogott alkatrészhez kötődnek. Ráadásul az alkatrész mozgatása közben mindig a legközelebbi másik kivezetéshez csatlakoznak, ami bizonyos esetekben megkönnyítheti az alkatrész-elrendezést.

- A Reconnect Mode melletti négy db gomb mindegyike huzalozásra, illetőleg a már automatikusan lehuzalozott (*Autoroute* – lásd később!) panel vezetékeinek utólagos szerkesztésére való. A különbség köztük a huzalvezetés/huzal-átszerkesztés módjában van. (Véleményem szerint az *Edit Segment Mode*-dal lehet a legjobban dolgozni.)

Huzalozás:

Jelenleg ott tartunk, hogy az imént felsorolt eszközök használatával sikerült egy elfogadható alkatrész-elrendezési tervet készítenünk. A még hátralévő feladatok közül most a kulcsfontosságú *huzalozási terv* elkészítése következik. Ilyet alapvetően háromféleképpen tudunk létrehozni: automatikus huzalozással (*Autorouting*), kézi huzalozással (*Manual Routing*) valamint a kettő kombinációjával. Ez utóbbit fogjuk először tárgyalni. A módszer a következő lesz: lehuzaloztatjuk az OrCAD-del a teljes panelt egy oldalon, automatikusan, majd ezt követően mi magunk átszerkesztjük az esetlegesen nem megfelelő vezetéseket.

Mielőtt meggondolatlanul nekiesnénk az Autorouter-nek, gondoljuk meg, mit is akarunk csinálni. Azt akarjuk, hogy a forrasztási (BOTTOM) oldalon legyen minden összeköttetés. Meg kell tehát mondanunk a programnak, hogy csak ezen rétegen engedjen vezetékmintázatot kialakítani. Ezt a Tools – Layer – Select from Spreadsheet útvonalon érhetjük el. Mint arról már volt szó, ilyenkor kilistázódik az összes réteg összes tulajdonsága. Alapesetben a *Layer Type* mezőben 6 réteghez tartozik részfelület: a TOP, BOTTOM, INNER1 és INNER2 rétegekhez *Routing* (huzalozás) van beírva, a GND és PWR rétegekhez pedig *Plane* (felület). A többi belső réteghez *Unused* bejegyzés tartozik, bizonyos rétegekhez pedig *Doc*, illetve *Drill*. Ez utóbbiakhoz ne nyúljunk, jól vannak beállítva. Jelöljük ki az INNER1, INNER2, GND és PWR rétegek Layer Type mezőit, majd jobb gomb – Properties módszerrel állítsuk át őket *Unused Routing*-ra.

Figyelem! Ha valaki netalán mégis lehuzalozta volna a panelját anélkül, hogy kivette volna a rétegek közül a fölöslegeseket, az a következőt tapasztalja: lát néhány lehúzott vezetékét, ám jóval kevesebbet, mint azt a pókháló alapján várná. Pedig a többi vezeték is ott van, csak nem látszik, mivel előzetesen a belső rétegeket, valamint a földet és a tápot láthatatlanra állítottuk! A teendő ilyenkor az, hogy visszaállítjuk azokat láthatóra, az Auto menüből kiválasztjuk az *Unroute Board*-ot, majd beállítjuk a színeket és a rétegeket helyesen.

A rétegek tehát rendben, azt azonban még nem tudjuk, hogy milyen csíkszélességgel dolgozzunk. A huzalszélességet meghatározó legfontosabb szempont az áramterhelhetőség. A rézfólia vastagsága normál hordozó esetén 35 µm. Általános ökölszabály, hogy 1 mm-es huzalszélesség esetén nem illik 100 mA-nél több áramot átfolyatni a vezetéken, mert megsérülhet (felég a hordozóról). Az itt előforduló áramköröknél megfelelő lesz az alapbeállításként szereplő 12 mil. Hol tudjuk ezt megnézni, illetve beállítani? Tool – Net – Select from Spreadsheet – Width mező. (A fejlécre kattintva a teljes oszlop szerkeszthető.)

Amikor minden készen áll, kiválasztjuk az Auto menü *Autoroute* parancsát, és alkalmazzuk az egész lemezre (Board). Láthatjuk, hogy le lehetne huzalozni például csak a DRC boxban található elemeket, vagy akár egyetlen alkatrészt is.

A program ilyenkor számol és próbálkozik a huzalozással (viszonylag gyorsan), majd kiír egy üzenetet. Ha abban egy All Sweeps Completed kezdetű üzenet áll, szinte biztosak lehetünk benn, hogy le tudta huzalozni a teljes panelt. Azért mondom, hogy „szinte”, mert csak akkor lehetünk benn teljesen bizonyosak, ha mi magunk átnézzük, hogy tényleg be van-e kötve minden a helyére. Egyébiránt arról is látszik, hogy esetleg nem sikerült bekötni mindent, hogy marad sárga, egyenes vonal a rajzon. Ez többnyire egyoldalas panelok esetében fordul elő, a kétoldalas panelokat tulajdonképpen mindig le lehet huzalozni, csak időnként sok via szükségeltetik hozzá. Ha jobban megnézzük egy kész, kétoldalas mintázatot, szembetűnik, hogy az egyik oldalon inkább vízszintes, a másikon inkább függőleges irányítottságúak a vonalak. Belátható, hogy ha ezt az elvet szigorúan kötelezőnek vennénk, nem fordulhatna elő olyan eset, hogy nem férünk hozzá egy kivezetéshez egyik oldalon sem. Viszont ekkor bármilyen kis töréshez át kellene bújni a vezetékkel a panel túlsó felére, ami nem mindig engedhető meg.

Ha elkészült a huzalozás, ki kell javítanunk a „nem megfelelő” vonalvezetéseket. Melyek is ezek? A teljesség igénye nélkül: javításra szorul az összeköttetés, ha

- két összeköthető huzal túl hosszan fut egymás mellett párhuzamosan
- egy alkatrészlábat feleslegesen kerül meg egy vezeték
- indokolatlanul nagy, hegyes kiszögellés van a vezetéken
- túl sűrűn haladnak a vezetékek, pedig lenne hely széthúzni őket
- ok nélkül megtörik a vezeték
- messziről érkezik egy jel, holott közelebről is el lehetne hozni egy adott pontra
- feszültségcsökkenésre érzékeny vonalon túl sok az oda-vissza bújválás a panelon
- stb.

Rengeteg ilyen dolgot lehetne még találni, azonkívül nehéz is egzakt formában megfogalmazni ezen kritériumokat. A lényeg röviden annyi, hogy minél esztétikusabb, minél egyszerűbb, és magától értetődően **hibamentes** (azaz rövidzár- és szakadásmentes) huzalozási mintázat alakuljon ki.

A huzalozást a panel bekeretezése, és a feliratozás követi. Mivel az itt szereplő áramkörökben nincs előre definiált kártyaalak, sem kártyaméret, ez a lépés szerepelhet a folyamat végén. Ha azonban például egy PCI foglalatba való panelt tervezünk, már kötött a méret, a forma, sőt, még a kivezetések leosztása is. Ilyen esetekben tehát teljesen más sorrend alapján történik a tervezés!

A bekeretezés a már említett Tool – Obstacle – New – Board Outline lépéseket érintve végezhető el. Általában csíkszélességnek 10 mil, típusnak Free Track rétegnek pedig BOTTOM megfelelő. A keret mind a 4 oldalon kb. két rászterrel (kb. 100 mil) legyen kijjebb, mint a legszélső alkatrész, vagy vezeték. Az esetleges felirat miatt nem érdemes ennél nagyobbra rajzolni, mert azt elhelyezhetjük bármilyen szabad területen, akár a panel közepén is.

Gyártófájlok generálása:

Attól még nem tudunk panelt gyártani, hogy készen van a max fájlunk. Mint arra már utaltam, Gerber-fájlokat kell készítenünk az egyes rétegekről ahhoz, hogy a gyártóberendezések dolgozni tudjanak. Fontos, hogy **csak akkor készülhetnek gyártófájlok, ha meggyőződünk róla, hogy hibátlan a panel**, azaz áramkörileg megfelel a kapcsolási rajznak, a huzalozást tekintve pedig rövidzár- és szakadásmentes! Soha ne támaszkodjunk száz százalékosan egyetlen hibaellenőrző programra sem! Nyugodtan vegyük igénybe a Design Rule Check szolgáltatásait, de mikor végeztünk, vessük össze a kapcsolási rajzzal a panelt vezetékről vezetékre, alkatrésztől alkatrésztre! Inkább szánjunk rá még 10 perc munkát, mint hogy rossz panel alapján készüljenek gyártófájlok! Ebben az ellenőrzésben egyébként sokat segít, ha CTRL-lal kijelöljük az éppen vizsgálandó vezetékét. Ilyenkor ugyanis kifehéredik a teljes net, és könnyen ellenőrizhetővé válik, hogy mit mivel köt össze, sőt, még az is, hogy milyen vonalvezetésű. A fájlok elkészítésének menete szerepelt már a *Layout Plus* c. fejezet *Kezdeti beállítások* pontjában. Ha elkészültek a megfelelő kiterjesztésű (az adott rétegekhez tartozó) fájlok, már csak egy dolgunk maradt: az OrCAD által mindig Thruhole.tap névre keresztelt furatfájlt nevezzük át a panel nevére, hogy felismerhető legyen (nehogy a gyártóberendezéseket kezelő személyek véletlenül is összekeverjék egy másik ilyen nevével).

Néhány általános jó tanács a teljes Layout Plus-ra nézve:

Mentsünk gyakran! Lehetne akár általános Windows-os elv is, de az OrCAD-re is érvényes. Egy nagyon jelentős hátránya a programnak, hogy csak egy lépésre visszamenőleg érvényes az *Undo*. Ebből következően, ha érezzük, hogy hülyeséget csináltunk (vagy csak fogalmunk sincs, mit csináltunk), ne nyúljunk semmihez, csak az Edit – Undo-hoz. Ha nem töltődik vissza semmi értelmes, akkor a legutolsó Backup (vagy az utolsó mentés) marad a legfrissebb.

Ha bármit kiválasztottunk, elmozdítottunk, vagy olyasmi történt, amire nem számítottunk, nyomjunk ESC-et. Hasonlóan viselkedik, mint az Undo, olyan lesz, mintha az utolsó lépés meg sem történt volna. (Olyankor szokott előfordulni, amikor például már huzaloznánk, de még a Component Tool van kiválasztva, és így véletlenül odébb toljuk az alkatrészt vezetékestől.)

A tervezés végén pozícionáljuk a DRC boxba a teljes panelt, és nyomjunk egy azonnali szabályellenőrzést (jobb szélső gomb a Toolbar-on)! Az a normál állapot, ha azt mondja, hogy nincs hibánk. (Hogy mit tekintsen hibának, az az Auto – Design Rule Check menüpontban beállítható.)

Végezetül néhány nagyon általános megjegyzés:

Mindig törekedjünk az adott céloknak éppen megfelelő, de a lehető legegyszerűbben gyártható, használható és javítható áramkört készíteni! Kerüljük a fölösleges, céltalan bonyolítást, és a gyakorlati funkció nélküli, dekorációs jellegű beavatkozásokat! Egy műszaki termék akkor jó, ha külsőleg visszafogottan korrekt, **pontosan** ellátja az előzetes specifikációkban előírt feladatát, de **csak** azt! Nem többet és nem kevesebbet!

Soha ne felejtsük el kellőképpen dokumentálni a munkánkat! Ez több okból is elengedhetetlenül fontos. Először is, nagy valószínűséggel valaki szeretné használni, amit készítettünk, és nem biztos, hogy leírás nélkül, ránézésre menni fog neki. Másodszor, lehetséges, hogy javítani kell majd a panelt. Egy jó műszaki dokumentáció olyan, hogy egy

alapfokú szakmai végzettségű munkás annak alapján el tudja végezni legalább az áramkör bemérését. Ha mi magunk akarjuk javítani, akkor is kell a dokumentáció. Jóllehet, most azt hisszük, mindenre emlékszünk, hiszen mi készítettük. Igen ám, de egy pár hónap múlva már nehéz lesz feleleveníteni, mit miért tettünk! Harmadszor pedig azért kell a leírás, hogy későbbi munkáink során tudjunk rá építeni. Aki komolyan veszi a villamos szakmát, annak lesznek későbbi munkái, és akkor egy-két korábbi, már kitalált ötlet a töredékére képes zsugorítani a tervezési fázis nehézkes és hosszadalmas időszakát.

Ha elkészült a panel, örülünk. ☺

Készítette: Szabó Attila

2005. november