

## VII. Nyomtatott huzalozású lemez tervezés elektronikai szerelési technológiák tesztelésére

**A mérés célja:** Olyan nyomtatott huzalozású lemez (NYHL, szerelőlemez) megtervezése, amely alkalmas a lemez gyártási technológia határainak megállapítására.

A mérés során a hallgató megismerkedik a Mentor Graphics PADS CAD szoftvercsaláddal.

**A mérési feladat:** A mérésvezető irányításával a hallgatók számítógépes áramkörtervező rendszerrel megtervezik az adott mintázattal rendelkező lemezt. A rajzolatot és a hozzá tartozó stencil apertúrákat úgy alakítják ki, hogy a lemez a legyártása után alkalmas legyen az adott stencil és NYHL technológia, valamint a szerelési-forrasztási folyamat határainak, tulajdonságainak megállapítására.

**A mérés elvégzésével megszerezhető képességek:** A hallgató megismerkedik a tipikus szereléstehnológiai hibákkal és a szereléstehnológiai határok fogalmával a gyakorlatban. A hallgató elsajátítja a mérés során használt áramkör tervező rendszer legfontosabb eszközeit.

### *A mérés során felmerülő fogalmak rövid meghatározása:*

#### **Rajzolatfinomság**

A lemez huzalozásánál meghatározott minimális vezeték- és szigetelő szélesség. Az alkatrészek méreteinek, lábkiosztásának csökkenésével és ennek következtében a technológia fejlődésével ezek az értékek csökkennek. A rajzolatfinomságot a gyártási technológia korlátozza.

#### **Fiduciális jel**

Illesztést segítő ábra (ábrák) a szerelőlemezen kialakítva. Egy fiduciális jellel meghatározható a tervezési rendszer 0,0 referencia pontja. Két fiduciális jellel (a szerelőlemez átellenes sarkában) meghatározható a pozicionálási és forgatási hiba. Három fiduciális jellel meghatározhatóak a gyártó filmek vagy a szerelőlemez geometriai torzításai.

#### **Elvi kapcsolási rajz, sematikus ábra, schematic**

Az áramkör kapcsolási rajza, amelyben szimbólumokkal jelölik az adott áramköri elemeket. Az áramköri elemek kivezetései közötti kapcsolatot is meg kell határozni a sematikus ábra tervezése során.

#### **Layout**

Az elvi kapcsolási rajz megvalósítása szerelőlemez formájában; az alkatrészek geometriai elrendezésének és összehuzalozásának terve. A schematic és a layout tervezés mindig szorosan összefügg, a CAD szoftver szintjén is.

#### **Réteg, Layer**

A layout-tervező programok „réteg” szerkezetben kezelik a tervezett rajzolatokat. Léteznek fizikailag megvalósításra kerülő és vannak dokumentáláshoz szükséges rétegek. A tervezés és a dokumentáció-készítés során a szoftver által értelmezett rétegek mindig jelen vannak, de általában csak a fontos és a használatban lévő rétegeket tesszük láthatóvá.

A különböző szoftverek különböző elnevezés-változatokkal kezelhetik ezeket a rétegeket, de általában konzisztensen jelölik az adott rétegeket.

A legfontosabb rétegek pl. a szerelőlemez alsó és felső oldalához tartozó rézréteg (top/bottom), forrasztásgátló lakk ablak rétegei (solder mask), stencil apertúra (solder paste) rétegek... stb.

## Bevezetés

Az elektronikai gyártásban igen fontos szerepe van a költséghatékonyságnak. Kisebb alkatrészekkel, finomabb NYHL rajzolattal, precízebb technológiával és így kisebb szerelőlemez mérettel olcsóbban lehet megoldani ugyanazt a feladatot. Ezzel együtt nő az alkatrész- és funkciószűrőség is. Ezért igen fontos a rendelkezésre álló technológia határainak ismerete, és a gyártás ezekhez igazítása. Finom rajzolatú, kisméretű szerelőlemezen megvalósított áramkör esetén például elengedhetetlenül fontos tudni, hogy az alkatrészek mennyire helyezhetők egymáshoz közel (ld. zárlatképződés vizsgálata). Túl kis távolság esetén zárlat (rövidzár, forraszhíd) alakulhat ki, nagy távolságnál pedig feleslegesen nagy területet foglalnak az alkatrészek a szerelőlemezen. Jelen gyakorlat során négy hibajelenség vizsgálathoz készítünk tesztrajzolatokat.

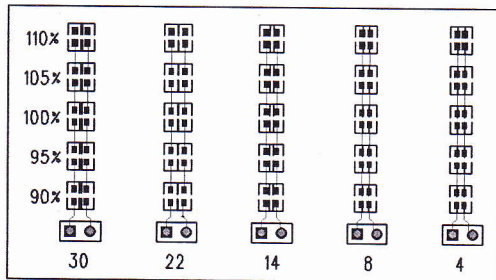
### 1. Zárlatképződés vizsgálata kisméretű ellenállásoknál

A zárlatképződés vizsgálatához ellenállásokat forrasztunk páronként. A párok között egyre csökken a távolság. A teszt-forrasztások után azt kell feljegyezni, hogy milyen távolságnál kezdenek forrasz-rövidzárak kialakulni (4. ábra.). A vizsgálathoz például 0603 méretkódú (1,5 x 0,75 mm) ellenállásokat alkalmazhatunk. Az ellenállás-párok között lévő távolság 762  $\mu\text{m}$ -ról (30 *mil*) csökken 102  $\mu\text{m}$ -re (4 *mil*).

1. táblázat – Mértékegységek

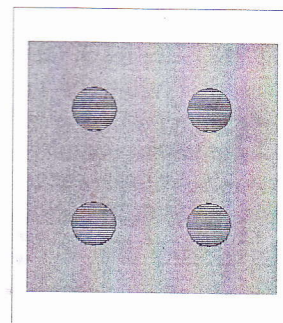
<i>mil</i> (milli-inch) és <i>mm</i> átváltása	
1 <i>mil</i>	0,0254 mm

R Bridging 0603



1. ábra: Mintázat a zárlatképződés vizsgálatához 0603-as méretkódú ellenállásokat alkalmazva

Spreading 01



2. ábra: Területi kísérlethez alkalmazott mintázat

A mintázatnál a stencil apertúra is változik, az első sorban 10 %-kal nagyobb az apertúra a kontaktusfelülethez képest, az ötödik sorban pedig 10 %-kal kisebb. A 100%-os mérethez képest 5%-os lépésekkel módosulnak a sorokban rögzített értékek. A kísérlet a zárlatképződésen kívül alkalmas az alkatrészek melletti forraszgolyó-képződés (mid-chip balling) vizsgálatára is, mert a stencil apertúra négyzet alakú. A forraszgolyó-képződés megelőzhető megfelelően megtervezett apertúrákkal. A hibajelenség további vizsgálata már nem tartozik szorosan a mérési feladatokhoz.

### 2. Területi kísérlet (spreading test)

A területi kísérletnél nedvesíthető felületre nyomtatunk forraszpasztát kör formában, ismert átmérővel, majd a forrasztás után mérjük, hogy a paszta mennyire terült szét. Annál jobb az eredmény, minél nagyobb a terület. A kísérlethez a 2. ábrán lévő mintázat megfelelő, ahol a nyomtatott paszta mintájának átmérője 5,08 mm (200 *mil*). A kontaktusfelület 27,94 mm (1100 *mil*). Az ábrán a sötét terület jelöli a vezetőrétegre nyomtatott forraszpasztát, másképpen a stencilen kivágott apertúrákat. A vezetőréteg felett a forrasztásgátló maszkon ablakot nyitunk.



### 3. Felületi szigetelési ellenállás (SIR test)

A nagy impedanciás mérésnél a vezetópályákat fésű alakzatba rendezzük (3. ábra), amelyre nagy feszültséget kapcsolva (10 V, 50 V, 100 V) TeraOhm mérővel meghatározható a vezetópályák között lévő szigetelés ellenállása. A forrasztás után a paszta folyasztószer-maradványai csökkenthetik a szigetelési ellenállást. Minél kisebb ez a hatás, annál jobb a forraszpaszta minősítése.

A 3. ábrán a vezetópályák szélessége  $406\ \mu\text{m}$  (16 mil), míg a közöttük lévő táv  $508\ \mu\text{m}$  (20 mil).

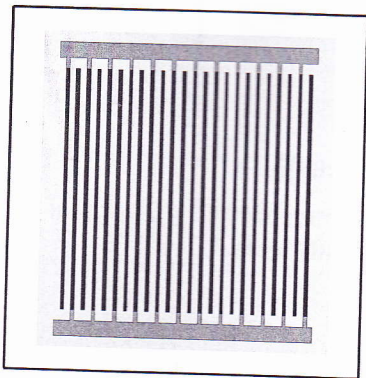
### 4. Hídképződési kísérlet (bridging test)

A hídképződési kísérletnél egyforma szélességű vezetősávokra merőlegesen nyomtatunk forraszpasztát páronként egyre csökkenő távolságban (4. ábra). Az ábrán vízszintesen a vezető rajzolat mintája, függőlegesen a stencil apertúra-párok láthatók.

A forrasztás után azt vizsgáljuk, hogy milyen távolságú pároknál fut össze a paszta (alakult ki híd), illetve milyen távolság esetében alakulnak ki különálló forraszfoltok. A nedvesítés annál jobb, minél nagyobb távolságokról fut össze a paszta.

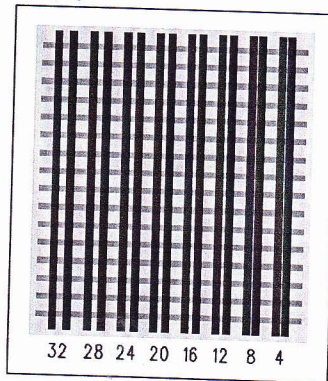
A vezetősávok szélessége  $0,762\ \text{mm}$  (30 mil), és a hossza  $43,18\ \text{mm}$  (1700 mil). A nyomatok szélessége  $1,02\ \text{mm}$  (40 mil) és párok távolsága  $813\ \mu\text{m}$ -ről  $102\ \mu\text{m}$ -re csökken  $101\ \mu\text{m}$  lépésekkel (32 mil-től 4 mil-ig, 4 mil-es lépésekkel).

SIR test



3. ábra: Szigetelési ellenállás méréséhez alkalmazott rajzolat

Bridging test



4. ábra: Hídképződés vizsgálatához alkalmazott rajzolat

#### A mérés menete

1. A minta szerelőlemezekon látható tipikus szereléstechikai hibák tanulmányozása.
2. A tesztlemez megtervezése Mentor Graphics PADS áramkörtervező szoftverrel.

(A részletes mérési segédletet a mérésvezető a gyakorlat elején kiosztja.)

#### I. Ellenállás rajzolat (footprint) szerkesztés a zárlatképződés vizsgálatához

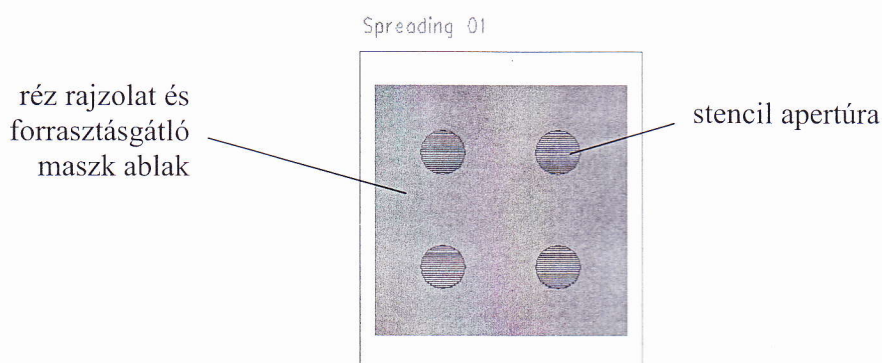
Az I-II. részfeladatok során alapszintű betekintést nyerünk az áramkörtervező munkafolyamatba. Első lépésben könyvtári (gyári) alkatrészekkel dolgozunk, a szabványos 0603-as ellenállás footprinteket kell a feladatban foglaltak szerint módosítani.

## II. Az ellenállások elvi kapcsolási rajzának kialakítása, a layout kialakítása

Az elvi kapcsolási rajz tervezésénél az alkatrészek megfelelő rendezése és összekapcsolása a fő cél. A részfeladat során a kapcsolási rajz tervező és a layout tervező szoftverek közötti összeköttetésnek is fontos szerepe van. A layout tervet a kapcsolási rajzból importált adatokkal készítjük el. Aktiv elektromos funkcionalitása ennek az áramkörnek értelemszerűen nincs, de tesztpadokat tervezünk az ellenállás-létrák alá az elektromos tesztelhetőség kedvéért.

## III. Terülés teszt rajzolatának kialakítása

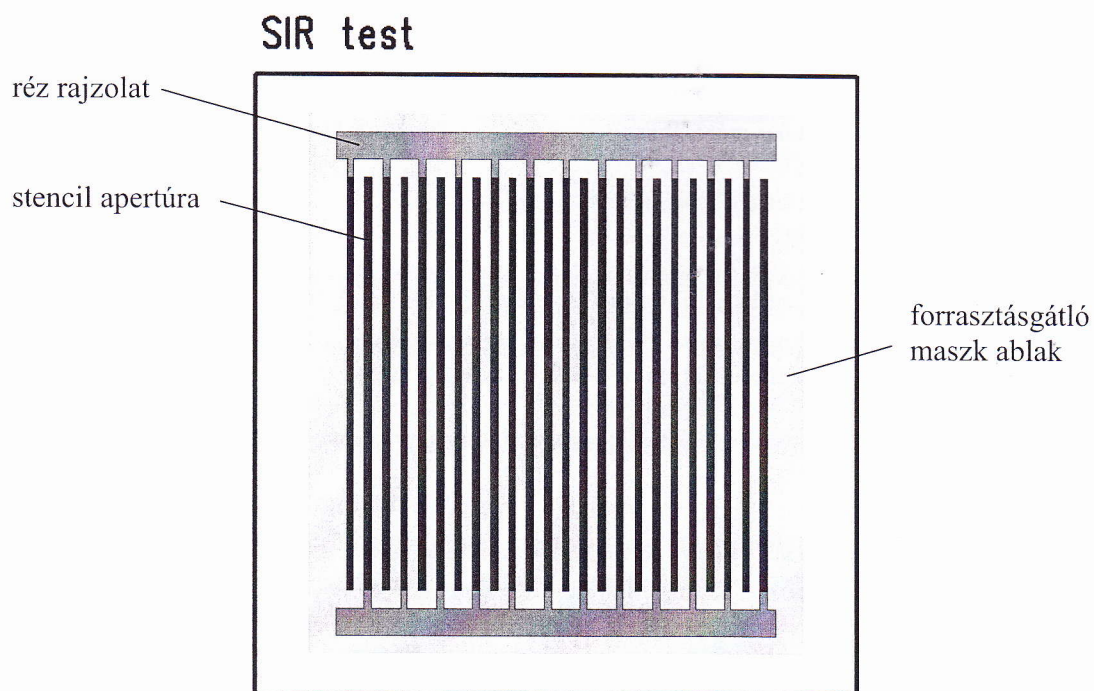
A terület teszt rajzolata egy kitöltött réz vezető felületből áll. A felette lévő forrasztásgátló maszkon ablakot nyitunk, és stencilfólia apertúra-rajzolatokat is tervezünk, megfelelő kör geometriával. (5. ábra)



5. ábra: A terület teszt rajzolata

## IV. Felületi szigetelési ellenállás mérés rajzolatának kialakítása

A felületi szigetelési ellenállás méréséhez a 6. ábrán látható mintát kell megrajzolni az előző részfeladat során megismert módszerekkel.

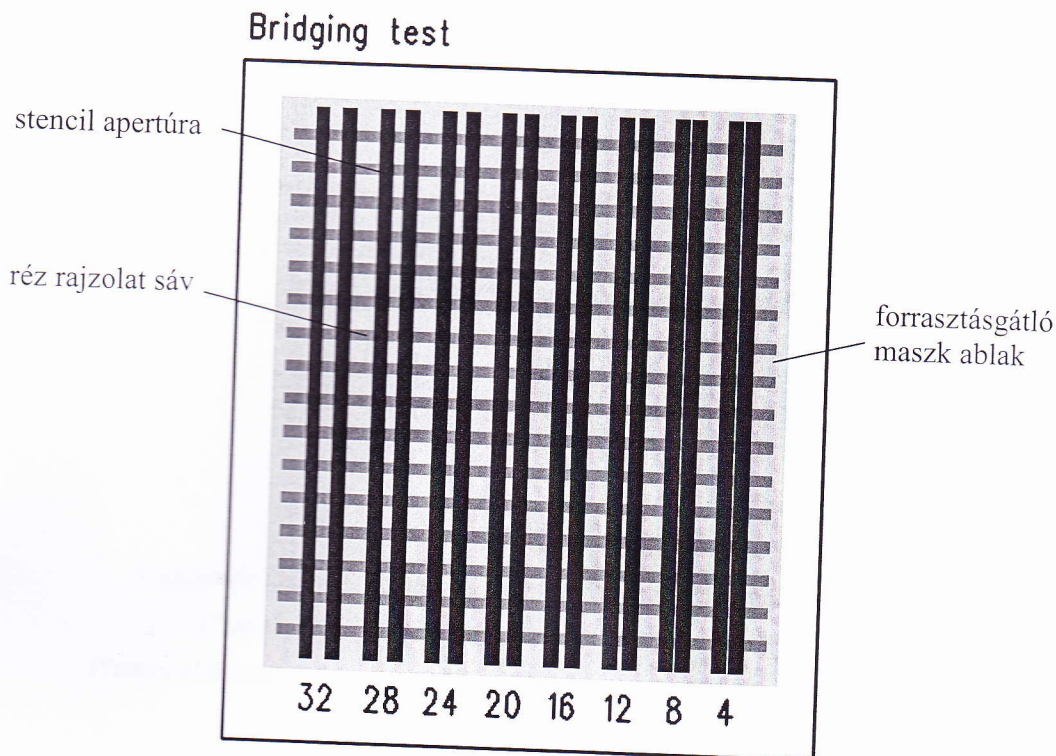


6. ábra: Szigetelési ellenállás tesztelésére létrehozott rajzolat



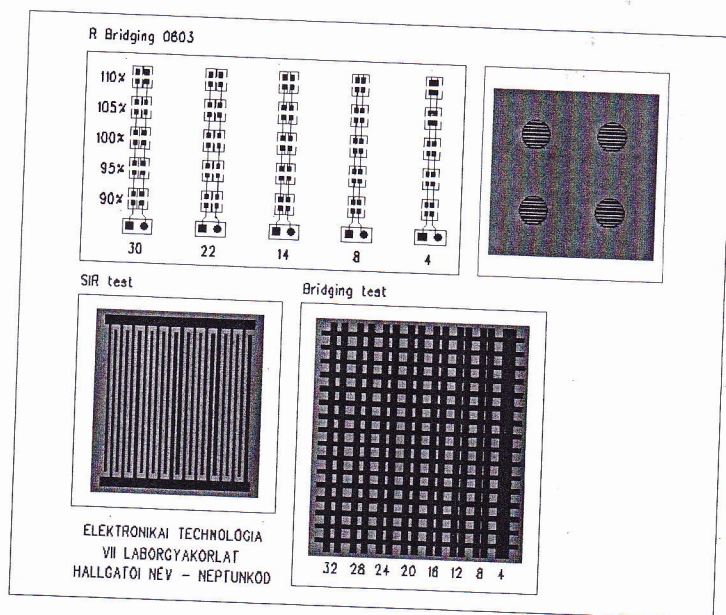
### V. Hídképződés vizsgálat rajzolatának kialakítása

Az előzőekben megtanultuk használni a PADS Layout azon elemeit, melyek segítségével a különböző geometriai alakzatok egyszerűen megrajzolhatók a különböző rétegeken. A már ismert módszerek kombinációját alkalmazva kell a 7. ábrán található hídképződés-teszt mintáját is megrajzolni.



7. ábra: Hídképződés vizsgálatára kialakított rajzolat

A 8. ábrán az elkészült áramköri kapcsolás látható.



8. ábra: Az elkészítendő áramkör rajzolata

## **VI. A panel keretének megrajzolása, fiduciális jelek elhelyezése**

A laborgyakorlat során a kész minta köré rajzoljuk a panel szélét jelölő "Board Outline" vonalat, másképpen a panel keretét. Az általános gyakorlat során előre megadott, korlátozott geometriai méretek közé kell tervezni a layoutot. Most az egyszerűség kedvéért a tervünk határozza meg a panel méretét, így a keretét is. A fiduciális jeleket a panel négy sarkában helyezük el.

## **VII. Tervezés befejezése, gyártó fileok generálása**

Az utolsó lépés a gyártó file-ok legenerálása, amely alapján a gyártó üzem elkészítheti a panelt.

## **VIII. Dokumentáció és a munka befejezése**

A dokumentáláshoz a jellemző képernyő-nézeteket képlópással vágólapra másoljuk, és egy Word dokumentumba helyezük, amelyben egyértelműen jelöljük a nevünket, Neptun kódunkat, a mérés dátumát, helyszínét és a mérésvezető nevét. A dokumentumot a mérés során használt munkamappába mentjük el.

A saját mappánk teljes tartalmát végül archiváljuk.

### ***Ellenőrző kérdések***

1. Mi a rajzolatfinomság?
2. Mi a felületi szigetelési ellenállás mérés lényege?
3. Mi a hídképződési kísérlet lényege? (Mire való ez a teszt? A teszt folyamata?)
4. Mi a területi kísérlet lényege? (Mire való ez a teszt? A teszt folyamata?)
5. Mi a zárlatképződési vizsgálat lényege? (Mire való ez a teszt? A teszt folyamata?)
6. Mi a fiduciális jel?