

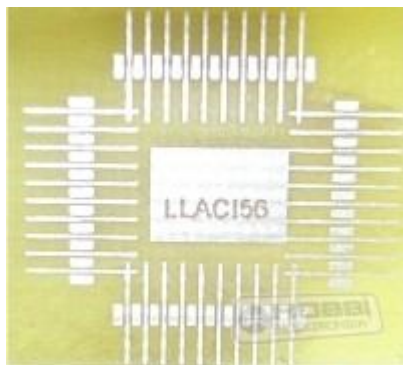
A cikkben leírok egy NYÁK készítési technikát, - akár kezdő számára is követhető módon - mely mellőzi a foto-eljárást. Egy recept a lézernyomtatóval kivitelezhető NYÁK készítési eljáráshoz, ami egyszerűsége ellenére igen komoly, megbízható minőséget ad akár a gyakorlattal nem rendelkezők számára is. Célom volt, hogy aki eddig nem készített még saját áramköri panelt, az is elsőre eredményesen bírkózhasson meg a feladattal.

E cikk megírásával az volt a célom, hogy olyan leírást adjak egy kezdő, elektronikával foglalkozó, amatőr számára, amely biztos recept lehet az első – és akár a többi – nyomtatott áramköri paneljének (NYÁK) elkészítéséhez. Nem szól az írás a NYÁK-tervezésről, de végigvezet a megtervezett NYÁK elkészítésén.

A leírt technológia saját, és másoktól átvett ötletekből, tapasztalatokból alakult ki. Ez az eljárás a foto-eljárás kihagyásával, egy olyan technika, melyet biztosan alkalmazhat akár kezdő, akár gyakorlott hobbista, vagy szakmabeli anélkül, hogy lemondana a minőségről. Kitűnően alkalmazható egyedi, vagy kis darabszámú, egy és kétoldalas panelok készítésénél, akár 5 mil-es (0,127 mm!) vonalvastagságban (vonal vékonyságban! 😊) is.

Sokáig mellőztem a kétoldalas panel készítését az itt leírt módszerrel, de egy hirtelen támadt ötletet kipróbálva hibátlan eredményt értem el. A kétoldalas technikára vonatkozó részeket dőlt betűvel szedtem, így azokat átugorhatja, akinek szükségtelen.

Az alábbi MQFP 44 – et a finom rajzolat bemutatására készítettem az itt leírt technikával. Amatőr építésben ennél finomabb rajzolatra ritkán lehet igény. A 15 mil (0,381 mm) széles lábak között 5 mil (0,127 mm) vastagságú átvezetések vannak.



Olyan eszközöket és anyagokat használunk, melyek nagy általánosságban minden háztartásban előfordulnak, vagy könnyen beszerezhetők.

Eszközök, főbb anyagok:

1. Lézernyomtató
2. Sütő (vagy villanyrezsó)
3. Lamináló gép*
4. Hőmérő – ha nincs a sütőnkben!
5. Műnyomó papír
6. Nitro hígító (vagy hasonló oldószer)

**A lamináló gépeknek alapból kétféle típusuk van, de kívülről nem különböztethetők meg. Az egyik kemény hengeres, a másik pedig kissé elasztikusabb hengerrel rendelkezik. Ez utóbbi az, ami megfelel nekünk ehhez a munkához. Ha egy darab panelt simán át tudunk engedni a gépen, akkor az a megfelelő gép számunkra. A másik gépbe behelyezett panel érezhetően megakad, és nem veszi be a henger a panelt. Ezt ne is erőltessük!*

Az eljárás lényege, hogy a számítógépre vitt rajzolatot a nyáklemezre nyomtatjuk, és az átnyomtatott rajzolat alatt a nyomtató festéke védi majd a rézfóliát maratáskor. Vagyis ahova festék került a panelra, az a rész nem fog maratáskor leoldódni a hordozóról.

Sajnos, közvetlenül a panelra nyomtatni a lézernyomtatóval nem lehet. Ennek több oka is van, de ezt itt most nem részletezem. Létezik egy olyan megoldás, ahol egy speciális, úgynevezett „transzfer fóliára” történik a nyomtatás, majd erről a fóliáról hőtechnikai úton kerül át a panelra a rajzolat. Gyakorlatilag ezt az eljárást fogjuk alkalmazni mi is, egy lényegesen olcsóbb változatban, mert a méregdrága transzfer fóliát műnyomó papírral helyettesítjük.

Megjegyzés:

A transzfer fóliára* is alkalmazható az itt leírt módszer. Mindent ugyanúgy kell csinálni ahogy itt most leírom, egészen addig, ahol jelzem majd az apró eltérést.

**Ez egy olyan speciális fólia, mely hőálló, és rendelkezik egy leválasztó bevonattal.*

A műnyomó papír olyan papír, melynek felületét valamilyen bevonattal látták el, így nem matt, hanem fényes a felülete. Ez a fényes felület biztosítja számunkra, hogy a papír nem szívja be a nyomtatófestéket. (Tojáspapírnak is szokták nevezni.) Ilyen papír nagyobb papírkereskedésekben szerezhető be, de ha nem boldogulsz a beszerzéssel, szívesen segítek.

Kétoldalas panel tervezésekor készítsünk legalább három (de több még jobb!) illesztő pontot a rajzra - lehetőleg a rajz szélein - minél távolabb egymástól!

Ha megvan a NYÁK-rajzolatunk, nyomtassuk ki a műnyomó papírra!

Vagy magát a rajzolatot tükrözzük nyomtatás előtt, vagy pedig a nyomtatási paraméterekben állítsunk be tükrözést! Ellenkező esetben pont a tükörképét fogjuk elkészíteni annak a rajzolatnak, mint amit eredetileg szeretnénk.

A nyomtató beállításában mindenképpen kapcsoljuk ki a gazdaságos módot, és ha lehet, állítsunk be fólia vagy fényes papír nyomtatást!

Ha kijött a papír, ellenőrizzük, hogy a nyomtatás hibamentes legyen! Itt javításra nincs lehetőségünk. Ha hibás a „klisé”, újra kell nyomtatnunk.

Kétoldalas panel esetén szűrjük át túvel az illesztési pontokat. A műnyomó papír nem áttetsző, ezért a lyukak nélkül az illesztő pontok használhatatlanok. A lyukak és a tűk segítségével illesszük egymáshoz a két oldalt úgy, hogy a rajzolatok helyesen legyenek egymással szemben. Ragasszuk össze a papírok két, egymással szemben lévő szélét. (Célszerű nyomtatáskor nagyobb területet körben ráhagyni!) A ragasztatlan széleknél fogjuk majd becsúsztatni a papírok közé a NYÁK-lemezt.

Fontos! A ragasztó melegítéskor szét fog folyni, és összekén mindent! Ezért csak épp annyira kenjük meg a papírt, ami elég ahhoz, hogy az első laminálón való áteresztésig ne mozduljanak el egymáshoz képest. A ragasztó stifték jól használhatók e célra, a többit nem próbáltam.

Ha elkészültünk, tegyük félre néhány percre, és foglalkozzunk egy kicsit a panellal.

A panelt alaposan meg kell tisztítani. Ha oxidált, 1000 –es (vagy még finomabb) vízálló polírpapírral (festékboltokban kapható!) vízben (víz alatt) meg kell csiszolnunk egészen addig, amíg szép, egyenletesen fényes felületet kapunk. Ha ezzel végeztünk, töröljük szárazra egy ronggyal. A használt rongyaink ne szöszözzenek! A legjobb ilyen munkákra a kidobott póló, trikó, vagy anyu konyharuhája. (Ettől a konyharuhának még nem lesz semmi baja, de a továbbiakhoz olyan rongyot szerezzünk be, amivel nem kell anyunak elszámolnunk! A műszálas anyagok nem jók, mert az alkalmazott szerek oldják!)

Szükségünk lesz valamilyen hígítóra is. Én a nitro hígítót szoktam használni, ez ár/teljesítmény szempontjából szerintem a leggazdaságosabb. Vannak más használható anyagok is - kinek mi van

otthon. (Aromás hígító, aceton, stb.) A körömlakklemosóval vigyázzunk, mert némelyik olajat is tartalmaz, tehát a zsírtalanításhoz nem jó. Nitro hígítós ronggyal töröljük át az egész panelt, - így zsírtalanítva azt!

Kétoldalas panel esetén természetesen mindkét oldalt elő kell készíteni!

A lamináló gépet készítsük a sütő mellé! (Lehet fordítva is, de talán ez az egyszerűbb.) Kapcsoljuk be a sütőt és a laminálót, hogy melegedjenek!

Fektessük a panelra a nyomtatott műnyomó papírt úgy, hogy a nyomtatási oldal kerüljön a rézfelület felé!

Kétoldalas panel esetén csúsztassuk be a panelt a két összeragasztott lap közé!

Így együtt tegyük a sütőbe egy fél percre, majd a sütőből kivéve, engedjük át egyszer a már bemelegített laminálón. Ilyenkor a sütő hőfoka még nem kritikus, annyira legyen csak meleg a panel, hogy még kézzel éppen tudjuk fogdosni. Ez csak arra jó, hogy a nyomtatunk valamelyest odaragadjon a panelhoz, így egyben tudjuk kezelni őket a továbbiakban. Nem kell a papírt fessegetni, ilyenkor még könnyen leválik.

Tegyük vissza az egészet a sütőbe így együtt, és várjuk meg, amíg a sütőnk eléri a 180 °C-ot. Ha már régebben ezen a hőfokon van a sütőnk, akkor hagyjuk bent 5 percig, ez alatt biztosan átveszi a panelunk is a sütő hőmérsékletét.

Én így szoktam:

A sütőnk 15 perc alatt éri el a 180°C-ot hideg állapotról. A tizedik percben teszem be a panelt, és akkor veszem ki, amikor a sütő elérte a beállított hőfokot. (Látom, hogy a fűtés kontrol lámpája kialszik.) Feltételezem, hogy így a panel is átvette a hőmérsékletet. A sütőnek semmi baja nem lesz. Sem szag, sem egyéb szennyeződés nem keletkezik ettől a művelettől. Előfordult már, hogy a nejem épp 180°C-on sütött valamit, és mellé betettem a panelt melegedni 5 percre.

Alternatív megoldás:

Sütő helyett alkalmazhatunk pl. villanyrezsót is, ha a méretre megfelel. Ha nagyobb a panel, akkor egy vaslemezzel növelhetjük a rezsónk felületét. A lényeg azonban az, hogy pontosan ellenőrizni tudjuk panelünk hőmérsékletét. Akár rezsó, akár digitális hőfokszabályzó nélküli sütővel dolgozunk, szükségünk van egy pontos hőmérőre, mert **a panelt pontosan 180°C-ra kell melegíteni!** Ez – tapasztalatom szerint – eddig minden nyomtató festékével jó volt. (Az az igazság, hogy ezek a festékek inkább csak csomagolásban térnek el egymástól a különböző típusok szerint.)

Megjegyzés:

Sokféle HP, néhány Epson, OKI és Samsung lézeryomtatóval próbáltam eddig, persze az összes létező nyomtatót nem próbálhattam végig. Ha a festék nem, vagy lazán tapad át a panelra, akkor a hőfokot növelni, ha szétlapulnak (majd) a vonalak, akkor csökkenteni kell. Az esetleges változtatást cca. 10°C-os lépésekben javaslom.

Ha nem boldogulsz vele, küldj néhány azonos mintát a műnyomópapírra kinyomtatva, mellékelj egy képet az eddigi eredményről, és segítek neked megtalálni a szükséges hőfokot.

Ha már elektronikával foglalkozol, készíthetsz is magadnak digitális hőmérőt. Találsz erre itt nagyon jó leírásokat, ezért erre most nem is térnék ki. De ha van egy diódád és egy multimétered, akkor az már akár meg is felel céljainknak.

Tudni kell a szilíciumdiódáról, hogy a nyitó feszültsége (ezt maradék feszültségnek is szokás nevezni) a hőmérséklettel fordított arányban változik. Minden 1°C hőmérséklet-emelkedésre 1,82 mV –tal lesz kevesebb a nyitó feszültsége.

A dióda kivezetéseit kösd a mérőszinórhoz egy-egy szigetelt vezetékkel, és úgy kapcsold a műszerre, hogy ne szakadást mutasson dióдавizsgáló állásban a műszer. (Tehát, ha szakadást mutat, akkor fordítsd meg a dióda bekötését!) Lógasd be a sütőbe a vezetékkel a diódát, - vagy pl. rezsó használata esetén ragaszd a panelra egy darab szigetelőszalaggal.

Olvasd le a mért értéket! (Ez akár diódánként, sőt, műszerenként is változhat!) A 180°C-ból (ez a célhőmérséklet!) vond le a dióda kezdő hőmérsékletét, (lakás, környezet,) és a kapott értéket szorozd be 1,82 – vel, amit ki kell vonj a dióda eredeti nyitófeszültség értékéből. (végig mV –ban számolunk!)

Példa:

A mért dióda nyitó feszültsége a műszer szerint 616 mV 23°C-on.

$\Delta t = 180^\circ\text{C} - 23^\circ\text{C} = 157^\circ\text{C}$, tehát $157 * 1,82 \text{ mV}$, megközelítőleg 286 mV –tal kevesebb lesz a dióda nyitófeszültsége 180°C-on, vagyis:

$616 \text{ mV} - 286 \text{ mV} = 330 \text{ mV}$ –ot kell majd mérnünk, ha a sütő eléri a 180°C-t.

Ha elértük a 180°C-t:

A panelt most egy ronggyal fogjuk meg, óvatosan, nem szorítva, épp, hogy el ne ejtsük, és máris tegyük a lamináló gépbe. Ahogy kiengedte a gép a másik oldalon, (még mindig ronggyal fogva!) dobhatjuk vízbe, hogy ázzon.

Ez az a pont, ahol a transzfer fólia technikája eltér a mienktől. A fóliát nem áztatjuk, hanem egyszerűen leemeljük a panelről.

Én így szoktam:

Forró vízbe dobom a panelt, hogy hamarabb leázzon róla a papír. A leázott darabokat letépkedem, az ujjammal dörzsölöm, ezzel is segítve a papír leáztatását.

Amikor vizesen már a papír nem látszik, akkor még körömkefével erősen dörzsöljük át az egészet, hogy az apró helyeken se maradjon vissza papírszösz. Szárítás után lehet ellenőrizni, hogy maradt-e még valahol „papírficni”, mert ilyenkor szépen kifehéredik.

Ellenőrizzük a NYÁK-rajzolatot! Most még tudunk benne javítani további áztatással, keféléssel, kapirgálással, vagy szárazon, maratásálló filctollal. (Ez utóbbit nekem még sosem kellett alkalmaznom ennél az eljárásnál.)

Ha mindent rendben találtunk, jöhet a maratófürdő.

A maratásról elég sok leírás található. Én most csak a teljesség kedvéért írok róla.

Figyelem! A vegyszerekkel való munka veszélyes! Megköveteli a kellő óvatosságot, és a biztonsági előírások betartását! Egyes vegyszerek használata védőfelszerelés nélkül TILOS!

Kizárólag műanyag edényeket használjunk! A gyógyszertárakban kaphatók műanyag injekciós fecskendők, (pl. 5, 10, 20, 50 ml) ezek kiválóak a folyadékmennyiségek mérésére.

Egyszerre mindig csak annyi anyagot keverjünk be, amennyi éppen szükséges a maratáshoz. A megfelelő méretű edények alkalmazásával érhetjük azt el, hogy a legkevesebb mennyiségű vegyszert kelljen használnunk. A munkadarab mozgatásával és a vegyszer melegítésével gyorsíthatjuk a folyamatokat. Célszerű madzagot vagy szigetelőszalagot erősíteni a panelra, így tudjuk mozgatni a vegyszerben, vagy kiemelni, - szükség szerint.

Ötletek:

Apró, kicsi – pl. 30x30mm-es panelt — egyszer használatos műanyagpohárban, 5 cm³ vegyszerben maratok.

Egyszer sok, kisebb panelt kellett készítenem, és 35x35cm-es panelra készítettem a maszkolást. (Az foto eljárással készült.) Célszerű volt egyben kezelni, de hol van ekkora lapos tál a vegyszerekhez? A szögletes kuka teteje volt a megoldás, melyet két műanyag patent eltávolításával le lehet szerelni. Az így tállá alakított fedélen lévő felesleges térfogatnövelő mélyedéseket ideiglenesen beragasztott hungarocell darabokkal tömtem ki.

Az amatőrök általában háromféle maratási eljárást alkalmaznak:

1. Nátrium-perszulfátos maratás
2. Vas-kloridos maratás
3. Hidrogén-peroxid + sósavas maratás

Lakásban végzett maratásra a 1. számút (nátrium-perszulfátos maratás) ajánlom. Nem bűdös, nem színez meg semmit, de elég hosszú (cca. 20 perc) a maratási idő.

A nátrium-peroxo-diszulfát vagy nátrium-perszulfát egy szervesetlen vegyület, a [peroxo-dikénsav nátriumsója](#). Az összegképlete Na₂S₂O₈. Szintelen kristályokat alkot, vízben jól oldódik. Erős oxidálószer. (Wikipedia)

A nátrium-perszulfátot (vegyszerboltban lehet kapni) feloldjuk a vízben. (0,5 liter víz + 100 gr nátrium-perszulfát.) Kisebb panelhoz elég lehet kevesebb anyag is, ilyenkor a mennyiségeket egyszerűen átszámoljuk. Melegítéssel lehet gyorsítani a maratást, de 30-40°C-nál ne hevítsük jobban, mert 60°C-on ez az anyag elbomlik.

A vas-kloridos maratás hasonló az előzőhöz. Tömény oldatot készítsünk a sárga, kőszerű anyagból. Ezt is lehet lakásban alkalmazni, de sokkal nagyobb körültekintést igényel. Amire ráfolyik, azt örökre megszínezi! Nyugodtan lehet(ne) melegíteni, - de miben? Műanyag edényben körülményes, a fémfedényt megmarja. (Állítólag zománcozott edényben lehet - én magam ezt nem próbáltam!) Egyszerűbb meleg vízzel készíteni az oldatot, és azonnal megkezdeni a maratást.

Maratási sebességben igazi áttörést jelent a sósavas eljárás. Sósav és hidrogén-peroxid 7 : 3 –as arányú elegyével történik a maratás. A 7 : 3 –as arány csak azonos töménységű anyagokra igaz! Ha eltérőek a töménységek, át kell számolni az arányt!

Ez az eljárás egyáltalán nem veszélytelen! Gumikesztyű, védőszemüveg és védőruha használata kötelező! Az anyagok keverése és a maratás csak nyitott légtérben történhet! A sósav (HCl) és a hidrogén-peroxid (H₂O₂) elegyből klórgáz szabadul fel, mely belélegezve tüdőödémát okozhat!

Melegíteni a hőfejlődés miatt nem kell. A maratás néhány másodperc alatt végbemegy. Víz hozzáadásával lehet lassítani a maratást, de ezzel kockáztatjuk a finomabb vonalak alámárodását. Csak annyi anyagot használj, amennyi épp elég az adott panel maratásához, vagyis éppen ellepi. (Megfelelő méretű edényt válassz!)

Én így csinálom:

30 %-os töménységű anyagokat használok. (Ez csak vegyszerboltban szerezhető be, a háztartási sósav ennek fele, vagy harmada töménységű.) Abba a sósavba helyezem a panelt, melyben majd a maratást végzem. (A hidrogén-peroxidot még nem adtam hozzá.) Az elszíneződésből azonnal látom, ha valahol nem lenne jó később a maratás, mert pl. maradt még papír valahol a panelon. (Itt nem, vagy nem úgy színeződik el a panel.) Ilyenkor hagyom a sósavat dolgozni, megvárom, hogy oldja le a papírt. Ezután adom csak hozzá a hidrogén-peroxidot, - melyet előre elkészítettem kimérve egy edénybe, esetleg fecskendőbe - és csak ekkor indul meg a maratás nagy pezsgések közepette.

Sűrűn kikapkodom a panelt, és ahogy az utolsó felesleges réz is eltávozott, azonnal vízbe dobom. A maratás 30 mp-nél nem tart tovább.

Ezután erős folyóvízes mosás következik. Célszerű a savmaradványokat valamilyen lúgos anyaggal (pl. mosószer, szappan, trisó, stb) közömbösíteni.

Oldjuk le a nyomtatófestéket a rajzolatról!

Én így csinálom:

A panelt olyan, vízszintes helyre teszem, ahol akár szét is folyhat egy kis hígító. (Nálam ez a vas satupad.)
Néhány csepp hígítót a panelra csepegtetek és szétfolyatom az egész panelon. Hígítóval nedvesített ronggyal egy mozdulattal letörölöm a festéket. Egy tiszta hígító ronggyal még egyszer áttörölöm, majd lemosom valamilyen mosószeres vízzel.