

Hőprofilos levegős forrasztógép.

Célja:

A BGA¹ chipek szilíciumlap alatti golyózatának újraforrasztása.

Ötlet:

Az ötlet jóval korábbi, de csak mostanra 2014-17-re valósulhatott meg, mert bár az elképzelések megvoltak, de a szükséges tudás, mint elektronika, mind pedig informatika területén hiányoztak. Az ötlet eredetét egészen 2005 december 2-dikára lehet visszavezetni, mivel ekkor debütált Európában a Microsoft Xbox360-as játékkonzolja, amely az első 1 évben olyan nagyszámú meghibásodással küzdött, hogy nehéz lett volna nem oda figyelni rá. Már akkoriban is tudtuk, hogy mivel lesz a gond, de erre még nem volt kézzelfogható megoldásunk.

A Microsoft által hibásan megtervezett Xbox360 konzol vezetett rá, hogy a mostani technológiák javítása át fogja formálni a teljes szerviz világot. Belecsöppentünk az integrált áramkörök világába.

A főbb gondok, melyekkel küzdött az első Xbox360 "prototípus", az elégtelen illetve alábecsült hűtés rendszere és bár nem bevalott, de mind konstrukció, mind pedig az Xbox360-ba tervezett duplamagos GPU BGA meghibásodása volt.



A tömeges meghibásodás biztosította számunkra, hogy viszonylag olcsón hozzájuthattunk több száz darab tönkrement vagy leselejtezett konzolhoz.

Megkezdőthetett a kísérletezés. Egyértelműen látszódott, hogy mivel lesz baj, ezért különböző PID-es vezérlők segítségével,

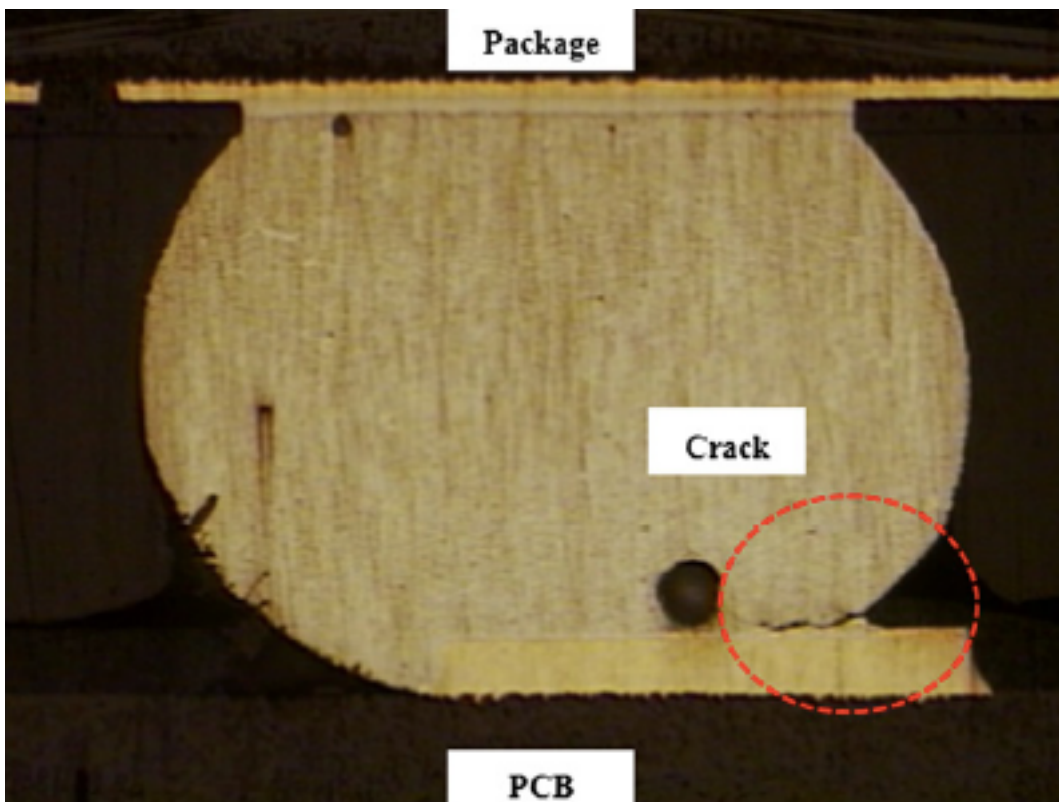
¹ BGA chipek amelyről a leírás szól minden esetben flip chip-ek. Létezik számtalan tokozás, de a flip chip-ek esetén férünk közvetlen a chip tetejéhez.

különböző prototípusok fejlesztésébe kezdtünk. Sajnos hamar kiderült, hogy a pontos hőprofilok beállítása nélkül aligha tudjuk megfelelő módon ezen berendezéseket javítani. Az elkövetkező időszakban (kb. 8 év) kissé feledésbe merült a dolog és egyéb tevékenységek miatt teljesen elhalványult.

2013 környékén ismét belefutottunk a problémába, immáron elsősorban a személyi számítógépek (laptopok) esetében, másodsorban asztali számítógépek videójel megjelenítésére szolgáló VGA kártyák esetében és csak az esetek kisebb részét képező játék konzolok esetében.

A probléma itt is a VGA (Video Graphics Array) BGA chip-ek, illetve a chipset BGA chipek-re korlátozódott.

Ekkor kezdődött meg a konkrét tanulás, majd a fejlesztés.



A probléma:

Újabb, vékonyabb és gyorsabb. Az ebből fakadó gyártási gondok miatt a multicégek egyes szabályokat sajátosan értelmeznek, ezért nagyrészt kevés időt fordítanak a fejlesztésre, tesztelésre.

Pl.: hűtés probléma: A gyártók minél extravagánsabb megoldásokkal rukkolnak elő, hogy a fogyasztókat megfogják. Ezzel nincs is gond, de minél vékonyabb valami, annál kisebb lesz pl. a hűtési felület, ezért egy rosszul megtervezett hőelvezető, elégtelen hűtést fog eredményezni, így nagyobb fizikai tehernek van kitéve a hűteni kívánt BGA chip. Fizikai teher alatt a magas hőmérséklet és a gyors kihűlés eredményeképpen fellépő felületi feszültség és dilatációra² célzok.

A másik gond a tervezett elavulás.

² A BGA chipek elégtelen hűtése dilatációt okoz. A hőstressz mind a chip mind pedig a vezető hordozót megviselheti. A hiba adódhat a dilatáció által okozott felületi feszültségből, amely csavaródást, törést, repedést vagy durva elhajlást okozhat.

Ezt a szót, hogy "tervezett elavulás" sokan nem szeretik, de sajnos ezzel számolni kell.

A tervezet elavulás célja, hogy a megvásárolt gépekre adott garancia idő lejártával a gép használhatatlan legyen, ezzel a felhasználót vissza kényszerítve a gazdasági és globális fogyasztói társadalom vérkeringésébe.

Tudom kicsit szélsőségesen hangzik, de ez annyira nyilvánvaló, hogy ha ezt valaki nem veszi észre az sajnos vak. Ezt felfoghajtjuk a sorozatgyártás egyik mellékhatásának is, de igazából fogyasztó társadalom vagyunk, akiknek kell az új, még akkor is, ha a régi van egy új csomagolásban.

(Nyilván nem szép ezt állítani, de sajnos vannak ráutaló jelek és néhány terméknel bizonyítani is lehet).

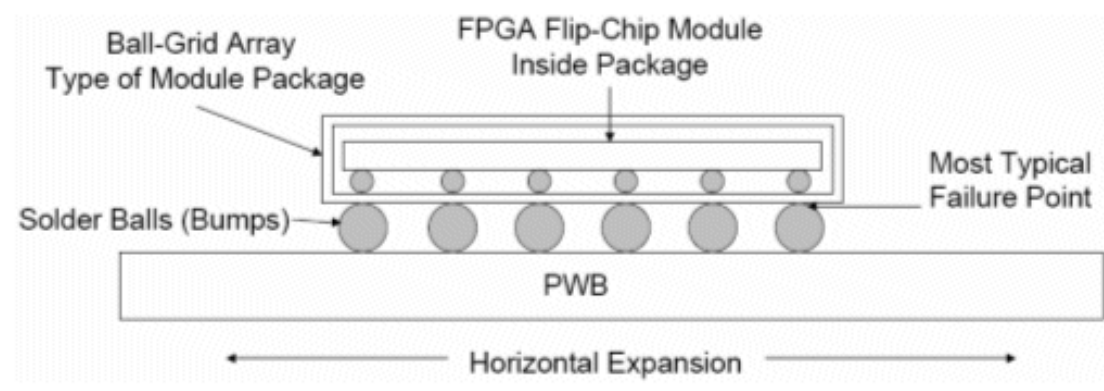
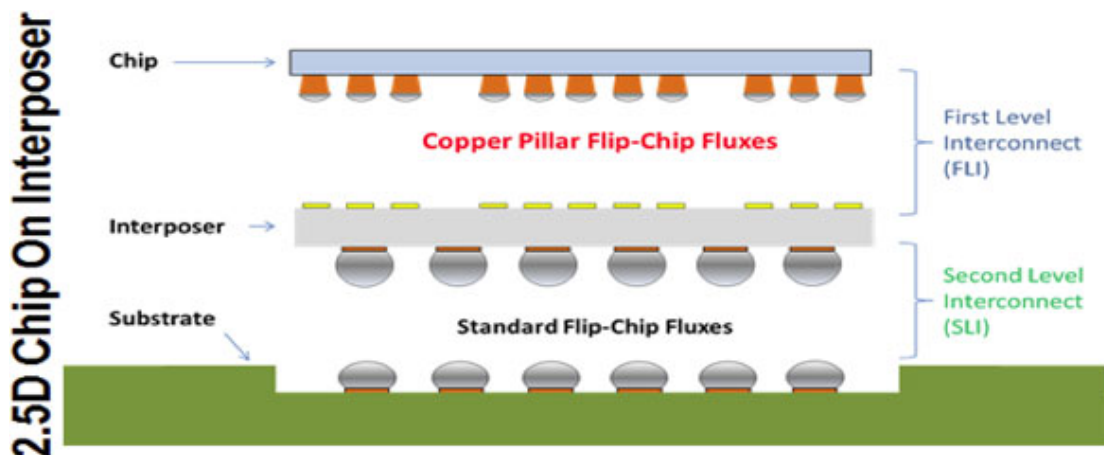
A BGA chipek szinte minden szórakoztató, illetve komolyabb elektromos készülékekben, berendezésben megtalálható. Szerves részét képezik a mai eszközöknek az integrált áramkörök.

Pár ilyen berendezés:

DVD, Notebook, PC, Smart TV-k, Játékkonzolok, nehéz-, lassú- és személy gépjárművek vezérlése, gyártó gépsor berendezések vezérlése, telefonok, tabletek stb.

A lehetséges megoldás, vagy javítás:

BGA chipek felépítése a következő ábrákon látható³.



³ Sematikus ábrák a kapcsolatot ábrázolják, hogy miképpen kapcsolódik a hordozóhoz majd az, az alaplapához.

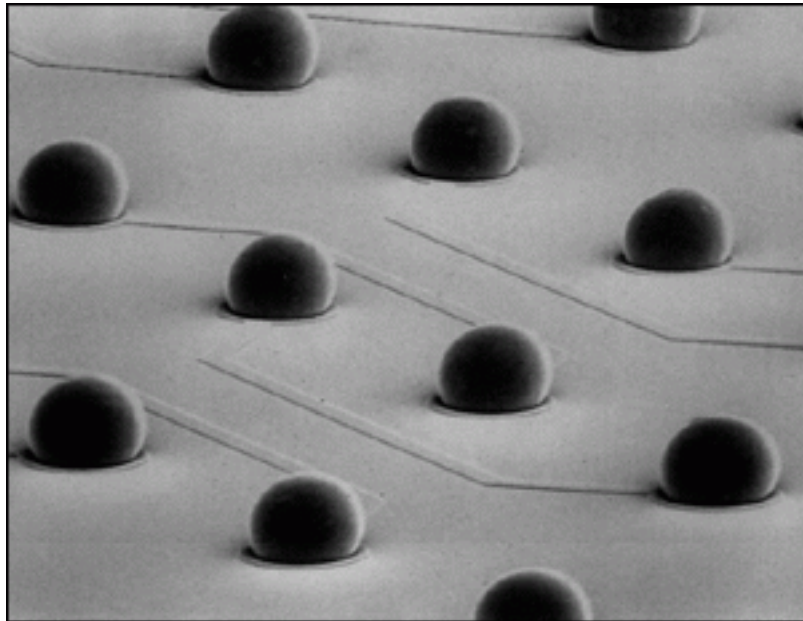
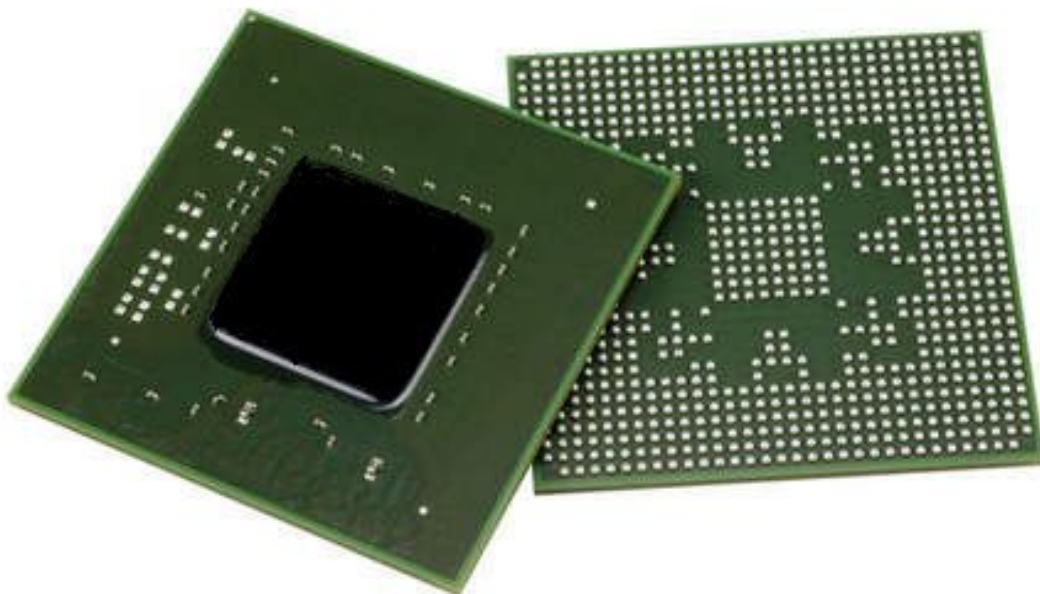


Figure 1. Standard flip chip array with eutectic Sn/Pb solder bumps.

Látható, hogy a szilíciumlap alatti golyók már csak mikroszkóp segítségével tekinthetők meg részletesebben.

Ezen golyók a szilíciumlapban rejlő vezetők és az alatta lévő többrétegű hordozó, vezető kapcsolatát biztosítja. Ezen kicsi a szilíciumlap alatti mikroszkópikus golyók mennek tönkre, válnak fel, repednek el és ez okozza a meghibásodások 99%-át, mivel kontakt hiba lép fel bennük.

Ezen golyókhoz nem lehet hozzáférni, mert egy nagyon erős EPOXY ragasztóval van körbe rögzítve a chip a hordozón.



A következő kép⁴ kicsit jobban ábrázolja az egymásra épülő rétegeket és a köztük lévő kapcsolatot. (gyolyózást)



Ezen leírás és a benne röviden taglalt hőprofilos levegős forrasztó berendezés hivatott az ezen kicsi és rejtett golyócskák újra forrasztására. Legalább is erre készül ez a gép és a tesztek azt mutatják, hogy az esetek nagytöbbségében, ha csak nem használdott⁵ el teljesen a chip, sikerrel javítja ezen problémát.

A gépről pár adat:

A készülék fő működési elve a hőprofil alapú forrasztáson nyugszik. Nem mindegy milyen hőfokkal és mennyi ideig dolgozunk, ráadásul az sem mindegy, hogy ezek az értékek hogyan és mikor változnak, milyen ütemben és impulzusokban.

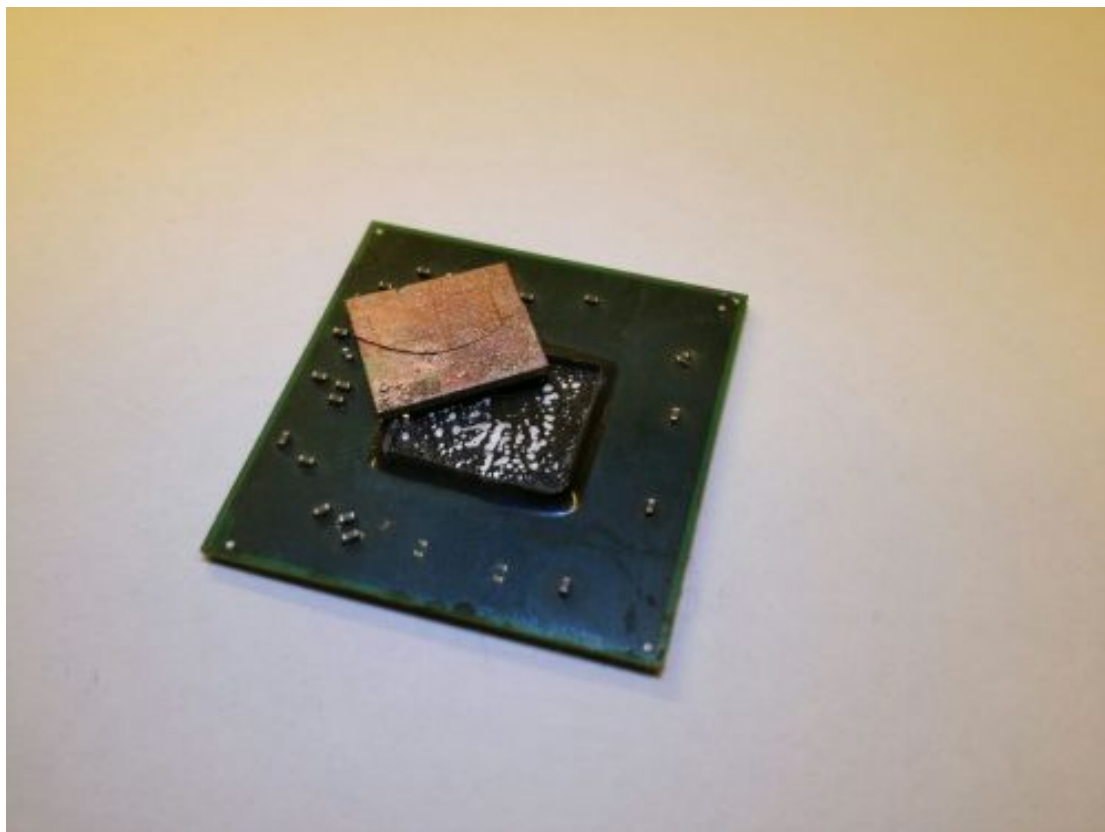
Ezen kívül a visszahűtés folyamata sem mindegy, hiszen egy rossz beállítás következtében a felületi feszültség miatt a BGA szilíciumlapja egyszerűen kirobbanhat, berepedhet, vagy elgázosodhat és kifújhat.

A javításra érkező készülékeknél, berendezéseknél is vannak különbségek, pl.: BGA mérete, hordozó bevonata, BGA melletti alakrészek, hőelvonó alkotóelemek stb., így két különböző készülék, két különböző profilbeállítást igényel.

⁴ A kép egy feltárt GPU (Graphics processing unit) BGA-t ábrázol, amely részleteiben enged betekintést a felépítésébe. A kép nem saját készítésű.

⁵ BGA javítása csak abban esetben lehet sikeres, ha a javítani kívánt chip nem károsodott annyira, amely már ellehetetleníti a sikeres beavatkozást.

Végezetül egy hibás hőprofil eredménye látható az alábbi képen:



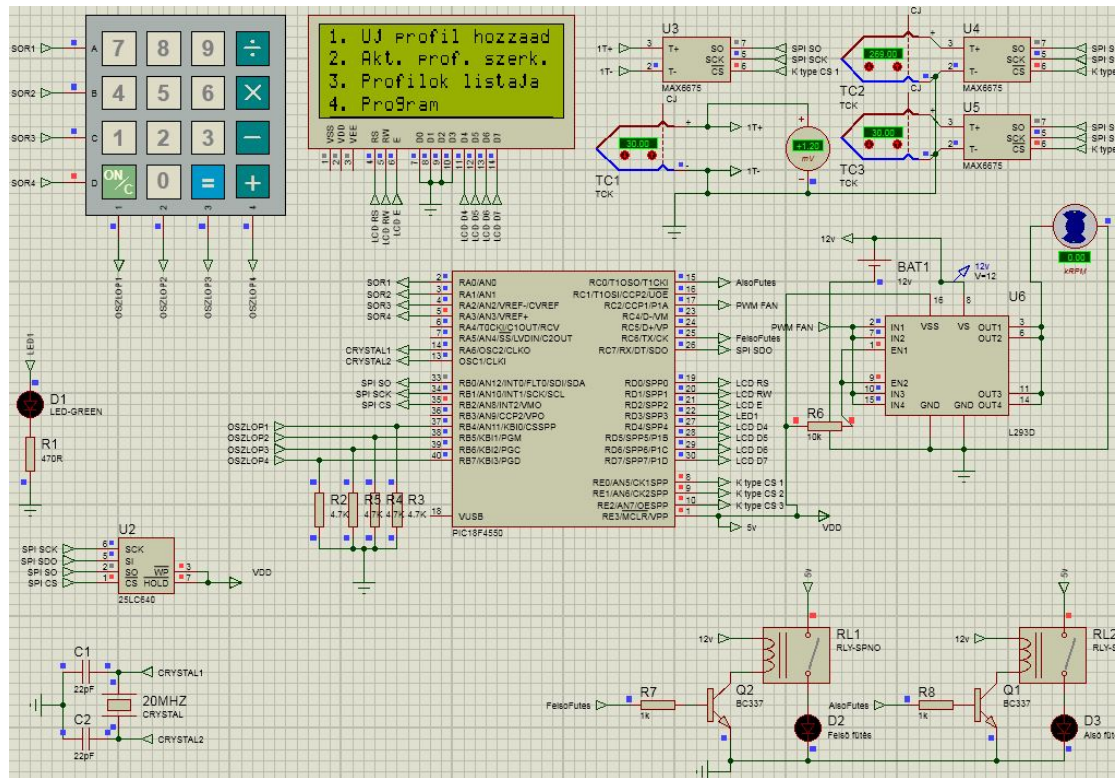
Tehát a megfelelő hőprofil kialakítása elkerülhetetlen és nagyban hozzájárul a sikeres javításhoz.

A gépbe tervezett funkciók:

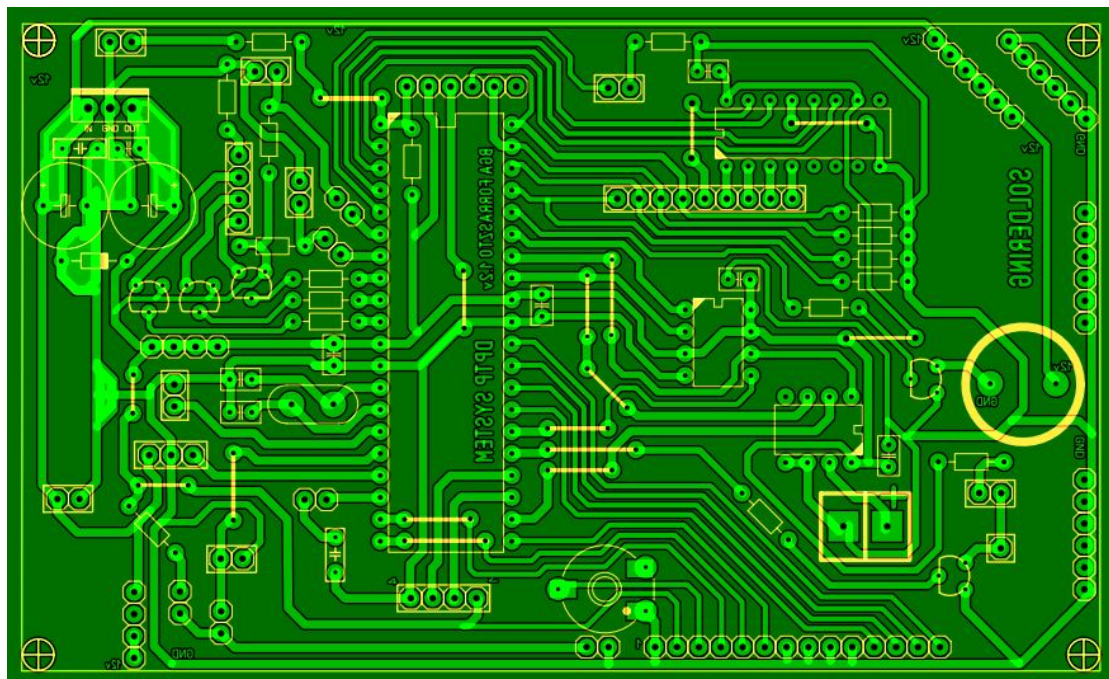
1. Automatikus hűtés
2. Automatikus fűtőtest kapcsoló relé figyelése
3. 6 lépéses hőprofil
4. 15 eltárolható hőprofil
5. Utolsó betöltött hőprofil megjegyzése
6. Hőprofil felvétele
7. Hőprofil szerkesztése
8. Hőprofil listázása
9. Chip méret beállítása
10. LCD hőfok visszajelzés
11. LCD profil lépés folyamat visszajelzés
12. LCD hőprofil állapot követése
13. Kézi indítás és leállítás
14. Program lejártá után automatikus visszahűtés
15. Csippanásos visszajelzés
16. Fűtésvezérlés LED-es visszajelzése
17. Hardver üzemkész visszajelzés
18. SMD forrasztó mód
19. USB-s frissítés
20. Költséghatékony tervezés és kivitelezés
21. Diszkrét és SMD kivitel

A készülék prototípusának fejlesztése megkezdődött.

1.0 verzió sematikus ábrája⁶:

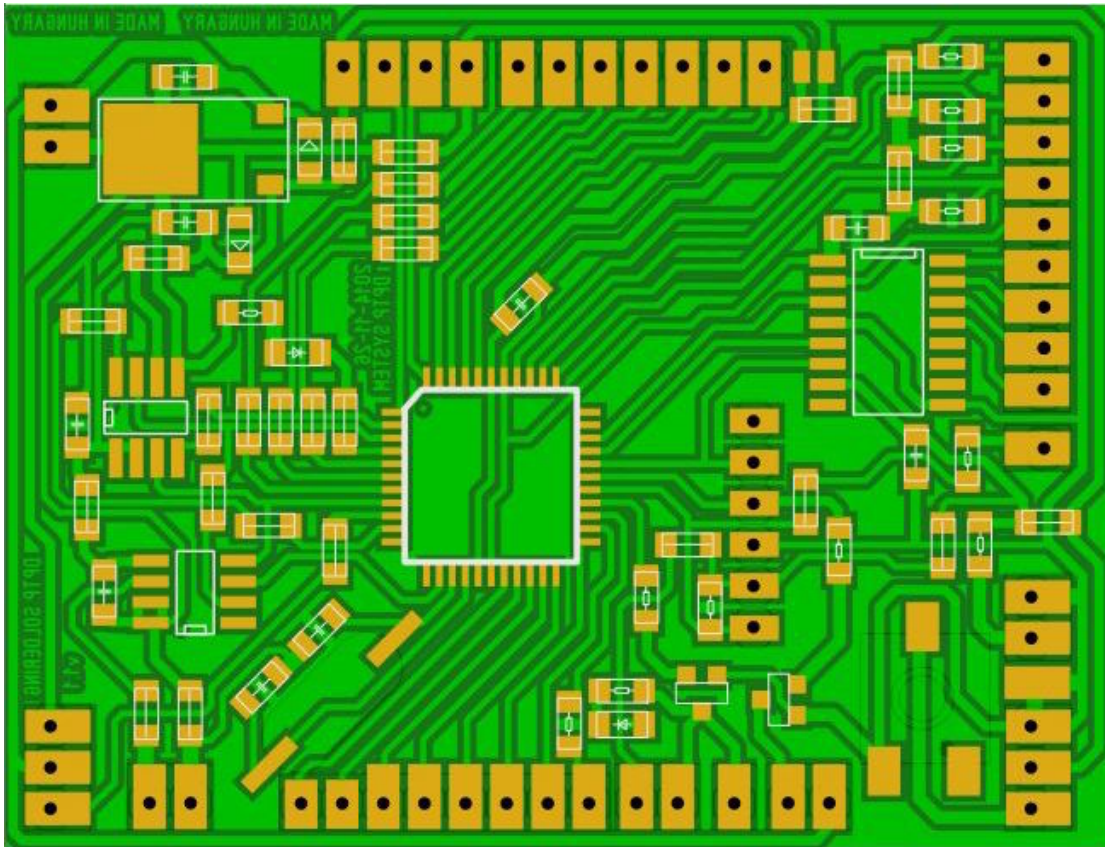


Diszkrét alkotóelemekkel tervezett nyákterv:



⁶ Proteus 8 szimulátorban megtervezett sematikus és aktív ábra.

SMD változatának nyákterve⁷:



A tervezet⁸ készülék csak felsőfűtési fejegységgel rendelkezik, amely 0-tól 450 fok hőmérsékleti tartomány között üzemel. 450 fok felsőhatár már egy korlátozott maximális hőtartomány. A készülék első változatánál nem számítunk nagyobb felületű⁹ BGA chippekkel, illetve teljes chip eltávolítására.

A jövő:

A jövőben a terveim között szerepel egy továbbfejlesztett már alsófűtést is vezérelhető változat, amelynél már a BGA chippek és egyéb olyan alkatrészek eltávolítását, cseréjét is meg lehet oldani, amelynek a felületi fesztávolsága megköveteli az előmelegítést.

Ebben a fejlesztésben igénybe vett megépített és beépített elektronikai és programozási technikák, más projektekben és fejlesztésekben is kiválóan alkalmazhatóak.

⁷ Az SMD változat mérete ~50%-al kisebb a diszkrét alkatrészeket tartalmazó változatánál.

⁸ Tevben van egy továbbfejlesztett változat, amelyre ez a kikötés már nem vonatkozik.

⁹ Flip chipek esetén csak a mag, illetve a szilíciumlap alatti golyók újraforrasztása a cél. A teljes chip eltávolítása maximum ~15mmx15mm-es vagy is 225mm² felületű chippeknél alkalmazható. Az ennél nagyobb BGA chippeknél alsó fűtést is alkalmazni kell.

Alkalmazott technikák:

- PWM vezérlés
- SPI, I2C, USART, USB kommunikáció
- Karakteres kijelző vezérlés
- Interfész használata (4x4)
- Külső memória használata
- Timer és megszakításos vezérlés
- K-type szenzor(ok) -270-től 1260C fok
- Egyedi, nem mini kompresszoros levegő áramoltatás

Továbbfejlesztett változatnál használt technikák:

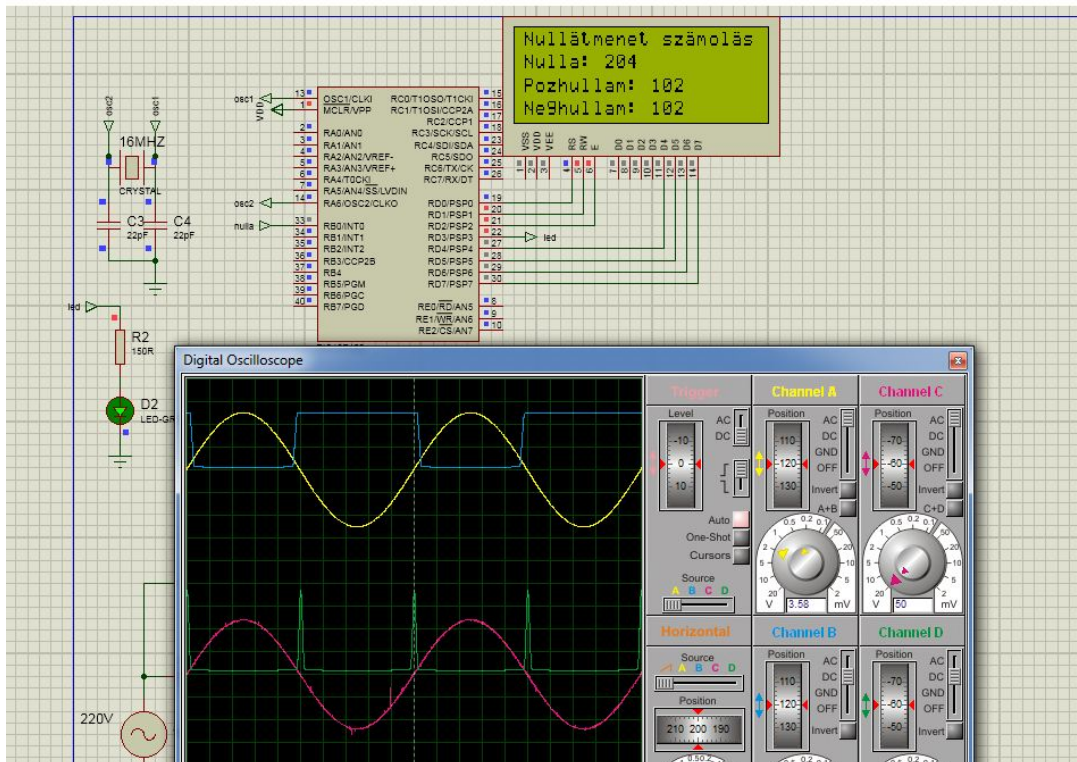
- Nullapont átmenet detektálás (220v)
- Hullámcsomag vezérlés (vagy)
- Fázishasításos vezérlés
- Grafikus kijelző vezérlés
- Multi fűtés vezérlés (3db K-type szenzor)

A továbbfejlesztett változat már egy kész forrasztó állomást lesz képes helyettesíteni, mert minden olyan funkciót tartalmazni fog, amely szükséges lehet egy forrasztásos javítás kivitelezéséhez.

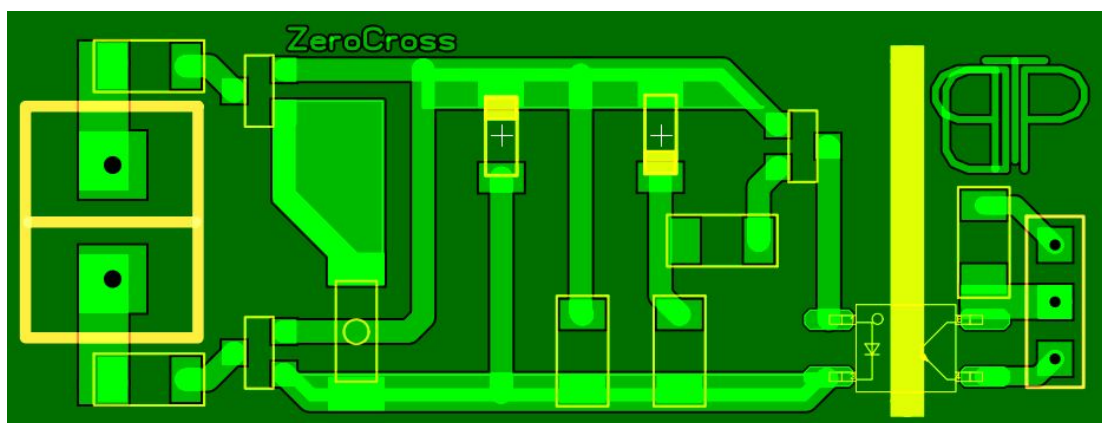
A készülék megtervezése nem csak elektronikai és programozási feladatokat, de mechanikai és szerkezeti tervezést és kialakítást is igényel.

A készülék mechanikai megoldásai a levegőáramlását szabályozza, a szerkezeti kialakítása pedig a készülék dobozolását, külső megjelenését határozza meg.

Nullapont átmenet detektálás szimulálása:



Nullapont átmenet egy lehetséges¹⁰ nyákkerve:



A nullapont átmenet detektálása a fázishasításos, illetve a hullámcsomag vezérlésének kivitelezéséhez szükséges. A megvalósításával a legmegfelelőbb teljesítményt hozhatjuk ki, amely lüktetés nélkül képes egyenletes és folyamatos teljesítmény leadására, IR vagy kvarc fűtőtestek esetében.

Érintésvédelem és figyelmeztetés



A projekt 220v hálózati áramforrásról üzemel, így az érintésvédelmi előírásokat maximálisan be kell tartani.

¹⁰ A tervek azért csak tervek mer nagy részük nem megépített és nem kipróbált működő változatok. Megépítésüknél fokozottan figyelni kell az érintésvédelmi előírásokra.

Projekt ötlet, tervezés, kivitelezés, program:

Tóth Péter

don_peter@freemail.hu

+3630 564 0754

Iskola:

Katona József Szakgimnáziuma, Szakközépiskolája és

Felnőttoktatási Gimnáziuma

1138 Budapest, Váci út 107.

Érdliget, 2017.05.16.