

# Moduláramkör készítése kézi forrasztási technológiával

**A mérés célja:** a kézi forrasztási technológia megismerése felület-és furatszerelt alkatrészeken.

**A mérési feladat:** működőképes áramkör elkészítése; felületszerelt (SM) és furatszerelt (TH) alkatrészek beültetése, kézi beforrasztása a nyomtatott huzalozású lemezre, furatszerelt alkatrészek lábhajlítása, lábak méretre vágása, a PIC (programozható integrált áramkör) felprogramozása és az áramkör ellenőrzése.

**A mérés elvégzésével megszerezhető képességek:** a forraszhuzalok, forrasztópákák és használatuk megismerése, a helyes kézi forrasztás sorrendje és üteme SM és TH alkatrészek esetén, forrasztások kézi javításának (rework) alapjai, minőségellenőrzés, fontosabb kézi forrasztási szabványok.

## A mérés során felmerülő fogalmak rövid meghatározása

### Forrasztás

Anyaggal záró adhéziós-diffúziós kötés; a két vagy több összekötendő elemet egy azoktól különböző harmadik, alacsonyabb olvadáspontú fém (forrasz) segítségével kötjük össze. Anyagi szinten a kötést az intermetallikus réteg valósítja meg. Ez mechanikai és elektromos kötést egyaránt kialakít.

### Javítás, rework

Automatizált gyártási technológiával készült moduláramkörök nem megfelelő forrasztásainak vagy hibáinak kézi javítása, amennyiben a termék minőségi és megbízhatósági szintje ezt megengedi. A legnagyobb megbízhatóságra kötelezett termékek esetén - pl. repülés- vagy autóelektronikai, orvosi, életvédelmi áramkörök - TILOS bármilyen javítást végezni! A javításhoz kapcsolódó rework szabvány: IPC-7711.

### Forraszötvözetek kézi forrasztáshoz

Több, az elektronikában általában használatos ólomtartalmú és ólommentes (RoHS) ötvözetet alkalmazunk, pl. Sn63Pb37 eutektikus (op. 183 °C); SAC305 (Sn96,5Ag3,0Cu0,5) (op. 217 °C); Sn42Bi58 (op. 139-141 °C). *Javításnál* az eredetivel *megegyező* vagy ahhoz közel álló ötvözetet használjunk!

### Forraszhuzal

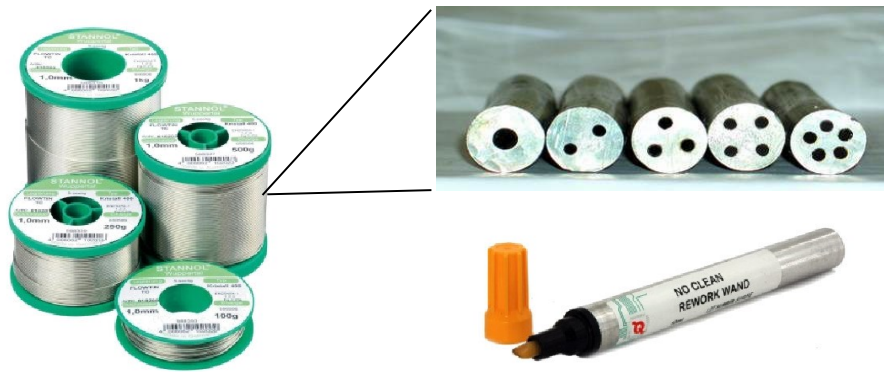
Kézi forrasztáshoz használt forrasz kivitel. Folyasztószerrel (flux) töltött (egy vagy többcsatornás) - ez az általánosan használt; vagy tömör - igen ritkán alkalmazzák. Átmérőjét mindig az adott forrasztási ponthoz válasszuk meg (3-4 mm hosszú forraszhuzal legyen elegendő egy csomóponthoz). Például:  $d = 0,25-0,5$  mm átmérővel kis SMT-hez;  $d = 0,7$  mm nagy SMD, kis THT;  $d = 1$  mm THT-hoz.

### Folyasztószer kézi forrasztáshoz, rework-hőz

*Forraszhuzalba töltött:* mennyisége 1-3 súly%, természetes- vagy műgyanta alapú (lásd bővebben: SMT labor, előadások)

*Külön hozzáadott:* gyártáshoz általában nem szükséges; javításhoz nélkülözhetetlen! Fajtái: folyékony folyasztószerrel töltött filctoll vagy üvegcső ecset-toll; zselés folyasztószer (fecskendőben). *Fontos:* a felvitt extra *folyasztószer maradékát mindig el kell távolítani!* (no-clean-t is, mert nem hőkezelt maradékuk károsíthatja az áramkört)

**Rework esetén mindig** az eredetileg alkalmazott folyasztószerrel megegyező kategóriájú flux-ot vagy ilyenrel töltött huzalt kell használni!



1. ábra. Egy- és több flux csatornás forraszhuzalok, flux toll

### **Forrasztási csomópont**

Az áramkörben az alkatrészek csatlakozási pontjai a nyomtatott huzalozású lemez csatlakozási pontjaihoz. Például: forrasztási felület (pad) és alkatrész kontaktusfelület vagy felületre simuló kivezető (SMT) között; forrszem, fémezett falú furat és alkatrész huzalkivezetők (THT) között. Egy forrasztási csomópont a kézi forrasztás egysége; pl. egy SOIC8-nál 8 forrasztási csomópont van; egy furatszerelt ellenállásnál 2.

### **A forrasztás hőmérséklete**

A forrasztandó felületet 40 °C-kal a forrasz olvadáspontja fölé kell melegíteni és 1-5 másodpercig hőn tartani. Csak így alakítható ki a megfelelő vastagságú intermetallikus réteg, mely a forrasztott kötés lényege. NEM AZONOS a pákacsúcs hőmérsékletével!

### **Forrasztópáka**

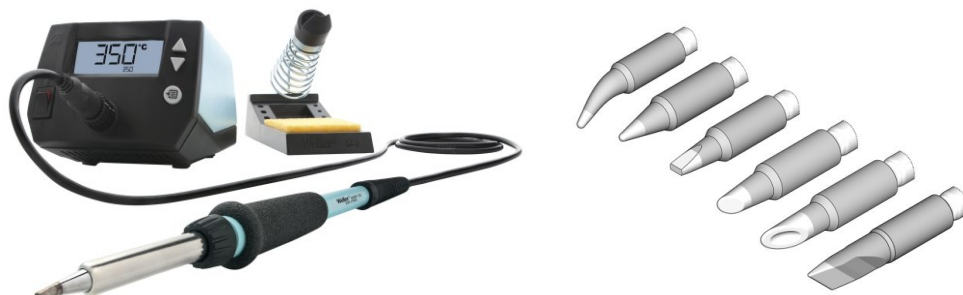
Különböző méretű és alakú hegygel rendelkező hőközlő berendezés, mely hővezetéssel adja át a hőt a forrasztási csomópontnak.

Az ideális, gyors és hatékony hőátadás érdekében használjunk az alkatrészméretnek még megfelelő, a lehető legrövidebb és legvastagabb pákahegyet! A pákahegy jó nedvesíthetősége - ha tiszta, oxidmentes - a hatékony hőátadás egyik alapfeltétele.

### **A pákacsúcs hőmérséklete**

Az a hőmérséklet, mely az adott idő alatt az adott hőátadási viszonyok mellett a csomóponton a forrasztás hőmérsékletét biztosítja. Általában kb. 100 °C-kal a kívánt felületi hőmérséklet felett megfelelő, de értéke függ a pákacsúctól! Kísérletezzünk és válasszuk a lehetséges legalacsonyabb de a forrasztási feladatnak megfelelő hőmérsékletet! (SAC305-nél kb. 360 °C) Vigyázat! A panel hőtűrése miatt 370 °C-ot állítsanak be a maximum!

A túl magas pákahőmérséklet rossz forrasztást (a folyasztószer hatástalansága miatt) valamint hőkárosodást okoz; a túl alacsony hőmérséklet a csomópontához kapcsolódó részek túlmelegedését okozza (mert így a hőhatás túl hosszú ideig éri ezeket).



2. ábra. Forrasztópáka és forrasztóállomás; különféle pákahegyek

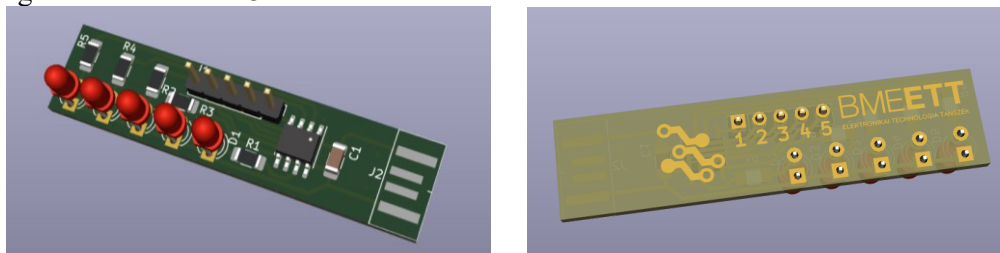
Kézi pákás forrasztást az automata gyártósorok mellett alkalmaznak, a gépi úton nem vagy nehezen forrasztható csomópontoknál, emellett nélkülözhetetlen módja a *javításnak, reworknek*, így a *fenntarthatóság* fontos eszköze. Kis beruházásigényű, folyamatában ellenőrizhető és korrigálható módszer. Az alkatrész és a hordozó csak kis mértékben melegszik fel, közvetlen emberi munkaerőt igényel (ennek összes előnyével és hátrányával). Minősége személyfüggő, ismételhetősége rossz, szigorú folyamatparaméterek állandóságának biztosítása nehezebb (minőségirányítás).

#### I. táblázat. Az áramkör alkatrészjegyzéke

Alkatrész azonosító	Tokozás	Jellemzők
C1	1206 CACE	1 uF
D1, D2, D3, D4, D5	THT D=3mm, rászter:2,54 mm	LED
J1 tüskesor	2,54 mm rászterű	PIC programozó csatlakoztatásához
R1, R2, R3, R4, R5	1206 RES	470 Ohm
U1	3,9 mm SO8	PIC12F508 ISN

#### A mérés menete

A hallgatók a labor során 3. ábrán lévő áramkör forrasztásait készítik el.



3. ábra. USB-táplálású vegyes szerelésű PIC-vezérlésű futófény

#### 1. A munka megtervezése, alkatrészek előkészítése

Eszközök, szerszámok megismerése, az alkatrészek beforrasztási sorrendjének meghatározása

Felületszerelt alkatrészeknél: alkatrészek azonosítása, orientáció meghatározása

Furatszerelt alkatrészeknél: alkatrészek és orientációk azonosítása; alkatrészek furatba ültetése (paneltartó fészek segítségével: az alkatrésmagasság beállításához és a forrasztás megkönnyítéséhez)

#### 2. Megfelelő pákacsúcs és pákahőmérséklet kiválasztása, beállítása

#### 3. A kézi forrasztás műveleti lépései

##### 3.1. Felmelegedett forrasztópáka megtisztítása és előőnozása

**3.2 Hővezető híd képzése:** forrasztópáka ráhelyezése a forrasztandó felületre úgy, hogy mindkét összeforrasztandó felet egyszerre hevítse majd *kevés* forraszhuzal érintése a forrasztási csomóponthoz – hőközlés

**3.4 A forrasztási csomópont kialakítása:** forrasz adagolása a pákával szemben, a forrasztandó felületre. *A forraszhuzalt a pákacsúcsához nyomni nem szabad*, mert tönkremegy a folyasztószer!

**3.5 Forraszhuzal elvétele, megfelelő intermetallikus réteg kialakítása (500 ms-1 sec), végül a pákacsúcs elvétele**

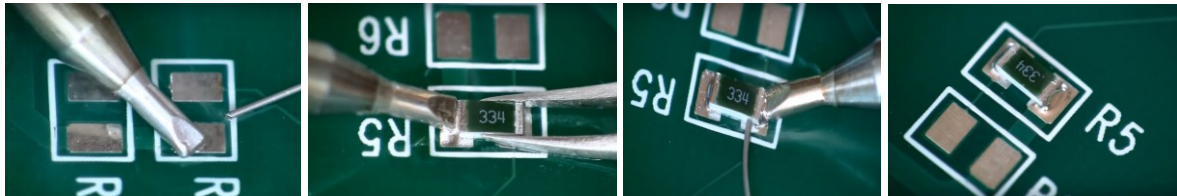
Amíg nem szilárdult meg a forrasz, addig ne mozdítsuk meg a panelt!

**4. Felületszerelt alkatrészek beforrasztása:** a hordozón az egyik forrasztási felület (pad) előőnoztása; alkatrész pozícionálás csipesszel; az alkatrész kivezetésének az előőnoztott kontaktusfelületre történő beforrasztása; helyes pozíció esetén a többi kivezetés beforrasztása

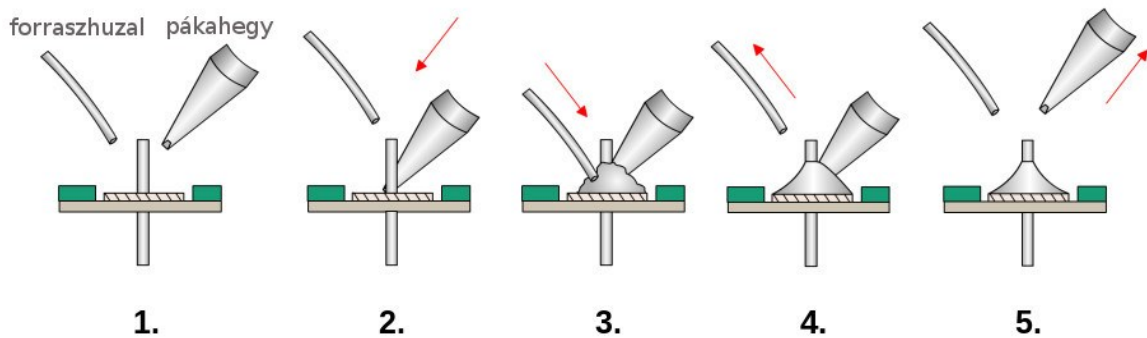
**5. Furatszerelt alkatrészek beforrasztása:** alkatrész láb furatba forrasztása, megfelelő furatkitöltéssel és meniszkusszal; túlnyúló alkatrészlábak levágása - megfelelő magasságban

A forrasztási, forraszthatósági szabványokat a J-STD-001-006 részletezi.

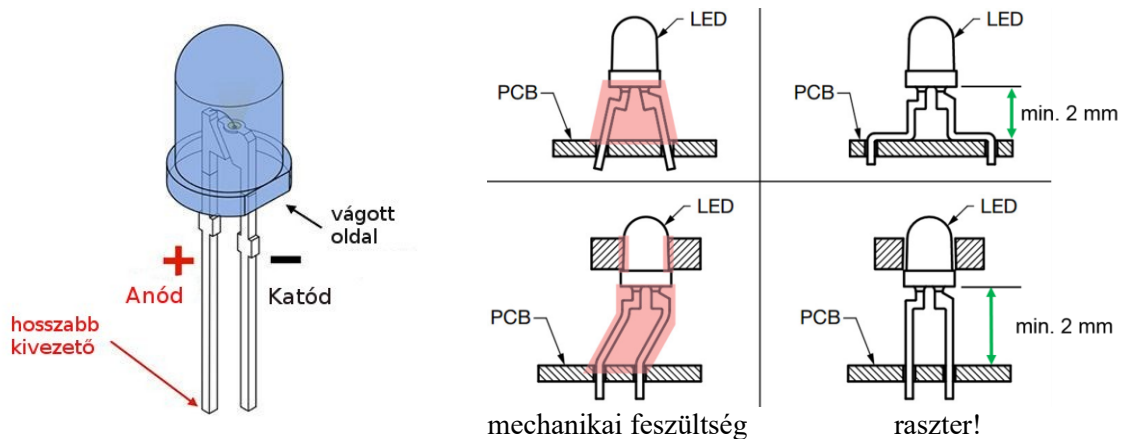
Az áramkörünkön történő forrasztás előtt raszterpanelen gyakorolhatjuk a műveletet.



4. ábra. Kézi forrasztás műveleti sorrendje felületszerelt alkatrész esetén



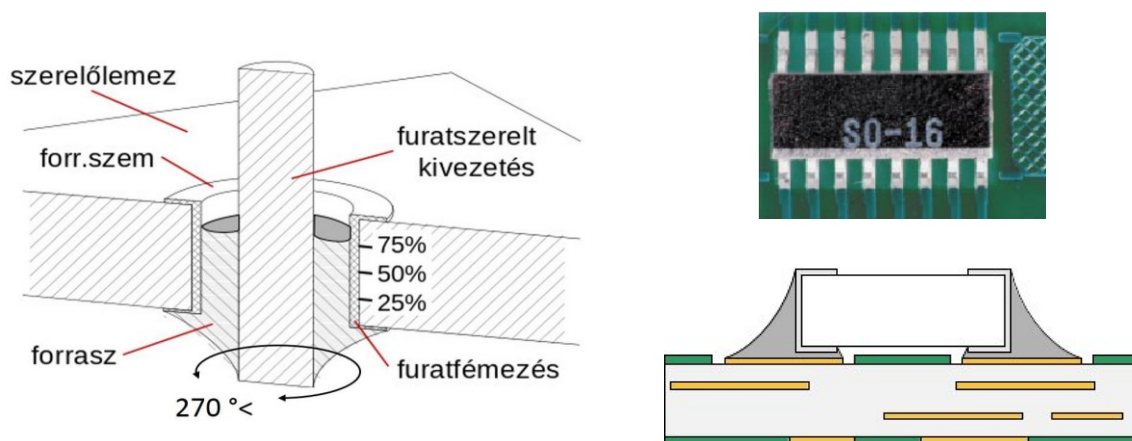
5. ábra. Kézi forrasztás műveleti sorrendje furatszerelt csomóponton



6. ábra. Furatszerelt LED felépítése és beültetése

## 6. Minőségellenőrzés

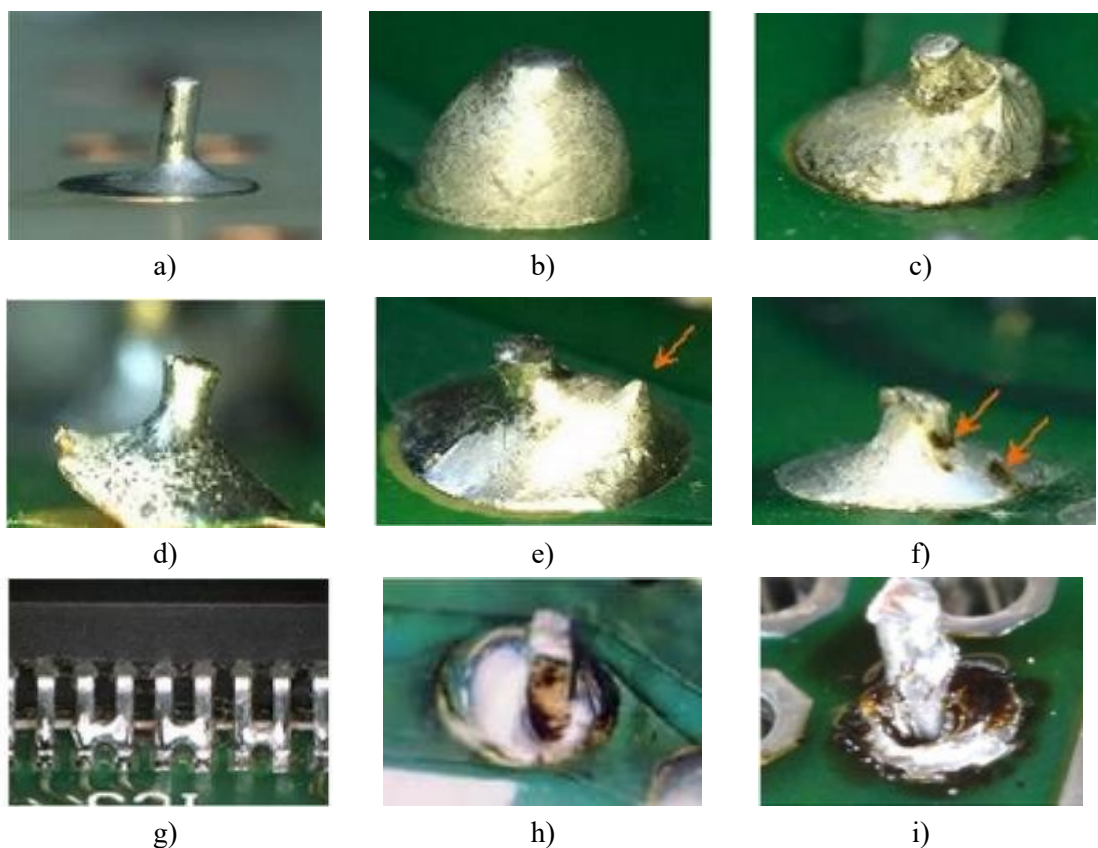
IPC-A-610: Az áramkörök három minőségi osztálya Class 1-től Class 3-ig egyre szigorúbb követelményeket ír elő; ezek betartása kötelező (nedvesítés mértéke, magassága a kivezetésen/lábon/vezetéken, furatkitöltés (mindkét oldalon!), meniszkusz alak, lábhajlítás alakja és beültetési magasság, stb.). A jó forrasztott kötés ismérvei a szabvány szerint: megfelelő pozíció (kontaktusfelület, kivezető), megfelelő alak (meniszkusz, láb), nedvesítés megléte (alkatrészen, paden, forrszemen), megfelelő forrasz mennyiség, sima fényes felület - ólommentesnél kevésbé tükörfényes, inkább matt a normális.



7. ábra. Minőségi SM és TH forasztott kötések

A kézi forrasztás hibái a nem megfelelő forraszmennyiség; óngolyó (fröccsenés); rövidzár; jégcsap (más néven szakáll vagy tűske) képződés (icicle); folyasztószer fröcskölés- és maradék; ráforrasztás (hidegforrasztás); nem (vagy nem megfelelő) nedvesítés; hordozó, alkatrész vagy szigetelés hőkárosodása (elszíneződés, pad lifting, megolvadás stb.); égett fluxmaradványok.

Okai lehetnek: rosszul megválasztott forraszhuzal átmérő, túl nagy vagy kicsi pákahegy, rossz pákakezelés (túl lassú mozgás, pákától kiégett folyasztószer, panel mozgás), nem megfelelő pákacsúcs hőmérséklet, alkatrész bevonat hiba, stb.



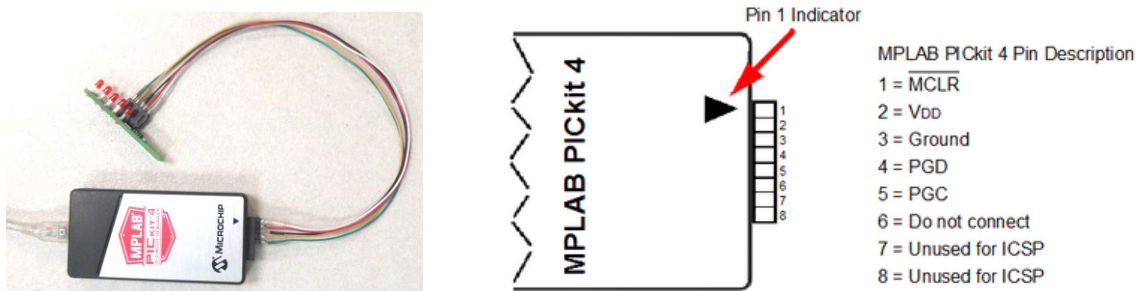
8. ábra. Tipikus kézförasztási hibák: a) túl kevés forrasz, b) túl sok forrasz, c) ráforrasztás, d) forraszem felválás, e) jégcsap-képződés, f) égett flux maradványok, g) forraszhíd, h) nem nedvesítés, i) forraszgolyók, nem nedvesítés, égett folyasztószer-maradványok.



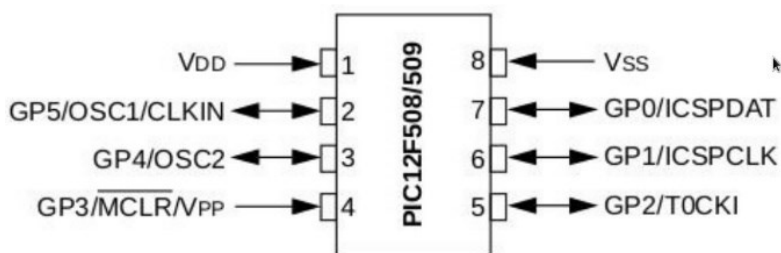
**7. A PIC felprogramozása** az 5 pólusú tűkesorhüvellyel (J1) megfelelő polaritással és pozícióban csatlakoztatva: 1:  $\overline{\text{MCLR}}$ , 2: +5V, 3: GND, 4: PGD, 5: PGC; majd tesztelés USB táplálással (futófény).

A program elérhető a honlapon: <https://www.ett.bme.hu/oktatas/vietab00>

Az áramkör később tetszőlegesen átprogramozható, pl. lassabb vagy gyorsabb működés, „bitkukac”, fényoszlop, kerékpár hátsó lámpa, villogó, csak egy irányba futó vagy középről két oldalra futó fény, POV kijelző stb.



9. ábra. PIC programozó készülék és a programozó csatlakozó lábkiosztása



10. ábra. Az áramkörben használt PIC12F508 programozható mikrokontroller lábkiosztása

### Ellenőrző kérdések:

1. Jellemezze a forraszhuzalokat (anyag, átmérő, folyasztószer stb.)!
2. Jellemezze a kézi forrasztáshoz alkalmazott folyasztószereket!
3. Hogyan határozzuk meg a helyes pákahőmérsékletet? Kérem, adjon példát is rá (indoklással/ötvözzettel)!
4. Mi a helyes kézi forrasztás műveleti sorrendje?
5. Mi az a rework?
6. Mit ad meg az IPC-A-610 szabvány vizuális ellenőrzésre? Milyen a helyes forrasz alak?
7. Soroljon fel 3-4 tipikus kézi forrasztási hibát! Adja meg kialakulásuk lehetséges okait és megelőzésük módszereit!