

VI. Moduláramkör készítése újraömllesztés felületszerelési (SMT) technológiával

A mérés célja: felületszerelési, stencilnyomatási technológia megismerése.

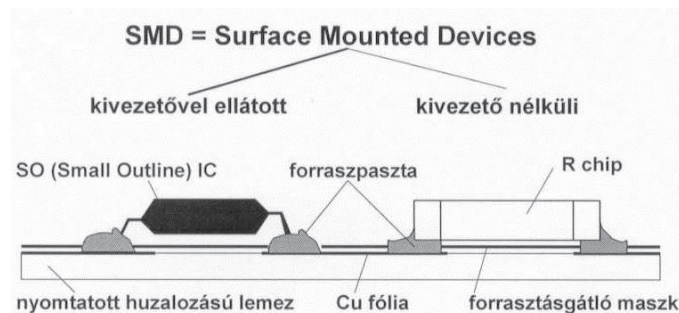
A mérési feladat: működőképes áramkör elkészítése; nyomtatott huzalozású lemezre forraszpaszta felnyomatása, alkatrész beültetése és az áramkör ellenőrzése.

A mérés elvégzésével megszerezhető képességek: forraszpaszták, azok nyomtatási technológiájának, beültető gépek működésének, újraömllesztő kemence működésének megismerése.

A mérés során felmerülő fogalmak rövid meghatározása:

Felületi szereléstechológia (SMT- Surface Mount Technology): olyan eljárás, amelynél a speciálisan e célra kialakított felületre szerelhető alkatrészeket (**SMD- Surface Mounted Devices, a továbbiakban SM alkatrészek**) a szerelőlemez felületén kialakított forrasztási felületekhez (**pad-ekhez**) mechanikusan kötik, amely villamos összeköttetést is biztosít. A kötési technológia az esetek döntő többségében **forrasztás**, ritkán pl. hőre érzékeny alkatrészeknél vezető ragasztás. Az SM alkatrészeket felülethez simuló kivezetőkkel ellátva vagy azok nélkül, forrasztási felülettel ellátva forgalmazzák (1. ábra). Napjainkban a szerelőlemezre ültetett alkatrészek 95 %-a SMD, míg a furatszereltek mindössze 5 %-ot tesznek ki.

Passzív SM alkatrészek: a legáltalánosabban használt típusok, az ún. **chip ellenállások**. Ezek többnyire Al_2O_3 kerámiahordozón vastagréteg technológiával megvalósított rétegellenállások. A védőüveg rétegre szitanyomatással vagy lézeres gravírozással viszik fel a három karakterből álló **értékkódot** (ennek dekódolása pl. 683 – 68×10^3 ohm). Az ellenállások méretét (2. ábra) négykarakteres **méretkóddal** adják meg (az **l** és **d** értéke 10 mil-ben, 10 mil=254 μm):



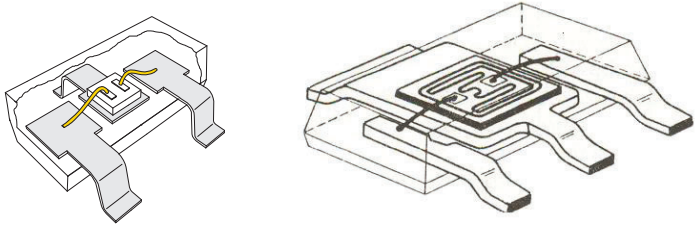
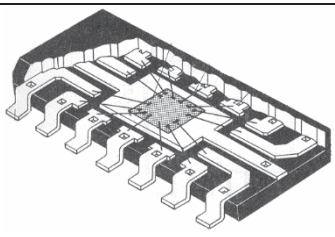
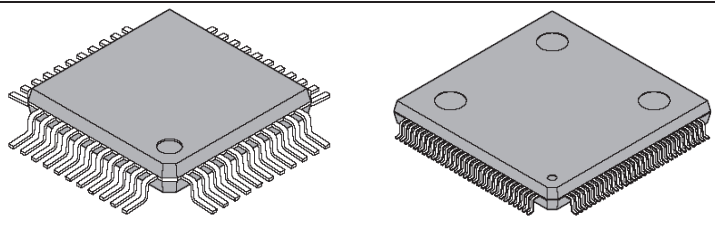
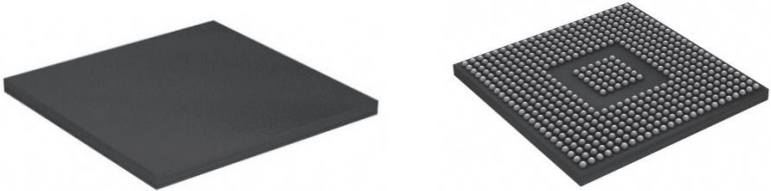
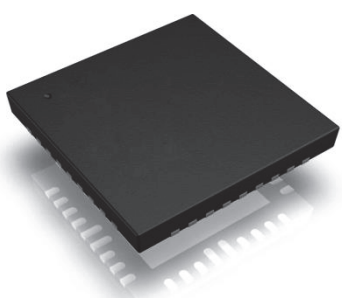
1. ábra. A felületre szerelhető alkatrészek alaptípusai



2. ábra. Chip ellenállás méretkódjának értelmezése

Például a **1206** méretkódú chip ellenállás geometriai méretei: $l = 12 \times 254 \mu\text{m} \cong 3 \text{ mm}$, $d = 6 \times 254 \mu\text{m} \cong 1,5 \text{ mm}$. Jelenleg a legkisebb chip ellenállás méretkódja **01005** (0,4x0,2 mm).

Felületre szerelhető tok és IC típusok:

SOT-23 és SOT-89 tranzisztorok	
SOIC	
QFP 48, 120 kivezetővel	
BGA	
QFN 16, 32 kivezetővel	

3. ábra. Felületre szerelhető IC tok-típusok felépítése

Forraszanyag: A forrasztott kötést az összekötendő elemeknél kisebb olvadáspontú, azoktól különböző anyag (**forraszanyag, röviden forrasz**) hozza létre. A forrasztott (adhéziós-diffúziós) kötés a felmelegítési ciklusban alakul ki. A forrasz megömlik, nedvesíti az elemek felületét, létrejön a forrasz folyékony állapotában a kötés, ami azután lehűléskor megdermed, és mechanikailag szilárdná válik. A forrasz területét, kúszását a forrasztandó felületen a felületi feszültségből származó erők határozzák meg. Csak a tiszta, oxidmentes felületeket nedvesíti jól a forrasz, ezért a forrasztandó felületeket tisztítani és oxidmentesíteni kell. A forrasztási művelet alatt ezt a feladatot látja el a forraszanyaggal együtt adagolt **folyasztószer (flux)**.

A felületi szereléstechológia a **forraszpasztát** (solder paste) alkalmazza, mely a folyasztószerbe elkevert forrasz gömböcskékből áll, a gömböcskék átmérője $\sim 20 \dots 50 \mu\text{m}$, a forraszpaszta fémtartalma kb. 89...91 súly%.

Forraszpaszták: eltérő viszkozitással gyártják (800...2200 P, 25 °C-on) attól függően, hogy azok stencil nyomtatással vagy tűs cseppadagolással kerülnek-e felhordásra. (1 P = 1 Poise = 1 dyn*sec/cm²) A paszták különálló típusát képezik azok, amelyeket N₂ atmoszférában lehet megömlszteni. Környezetvédelmi okokból a modern flux-ok VOC-t (Volatile Organic Compound), azaz illékony szerves vegyületet nem tartalmaznak. Halogénmentesek és forrasztás után nem kell a hordozót lemosni („no-clean” paszták). A flux-ok a forraszpaszták 9-10 súly %-át teszik ki. Túl magas forrasztási hőmérséklet, vagy hosszú forrasztási idő a műanyag tokozású alkatrészek károsodásához, vagy a vezetőrétegek forrasztanyagba oldódásához vezethet. Nehezen eltávolítható szennyeződést és későbbi gondokat okozhat a folyasztószer-maradványok túlmelegedés hatására bekövetkező bomlástermékeinek visszamaradása is. Az első és második táblázat mutatja be a különböző ötvözeteket, olvadásponttal.

1. táblázat - Ólommentes forrasz (lead-free solder) ötvözetek:

- 96,5Sn3Ag0,5Cu	Ón-Ezüst-Réz	op. 217
- 96,5Sn3,5Ag	Ón-Ezüst	op. 221
- 99,3Sn0,7Cu	Ón-Réz paszta	op. 227

2. táblázat - Hagyományos ólomtartalmú (leadaded) forraszok

- 63Sn37Pb	eutektikus Ón-Ólom	op. ~185
- 60Sn40Pb	Ón-Ólom	op. ~188
- 62Sn36Pb2Ag	Ón-Ólom-Ezüst	op. 179

Az ólom mérgező anyag, ezért EU előírás szerint 2006. július 1-től használatát be kellett szüntetni (a mérgező anyagok, mint pl. az ólom, higany, kadmium tömegarányos jelenléte maximum 0,1 % lehet), viszont speciális esetekben még engedélyezett ólom tartalmú szerkezetek, paszták használata (pl.: autó-elektronika, orvoselektronika).

Az alkatrész-beültető gépek típusai

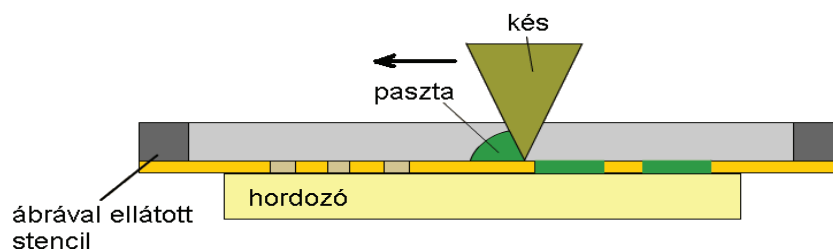
- Kézi pick-and-place gépek: a tárból az alkatrészek felvétele, majd ezek beültetése a szerelőlemezbe egyesével, kézi működtetéssel végezhető.
- Automata pick-and-place gépek: az alkatrészeket a tárból egyenként felvevő (pick) majd azokat a szerelőlemezre egyenként beültető (place) programvezérelt automaták.
- Collect-and-place gépek: a tárból egyszerre több alkatrészt felvételére (collect) képes, majd azokat a szerelőlemezre sorban beültető (place) programvezérelt automaták.

A mérés menete

1. Az újraömllesztéses forrasztási technológia műveleti lépései a laborgyakorlat során

1.1. Forraszpaszta felvitele a forrasztási felületekre stencilnyomtatással

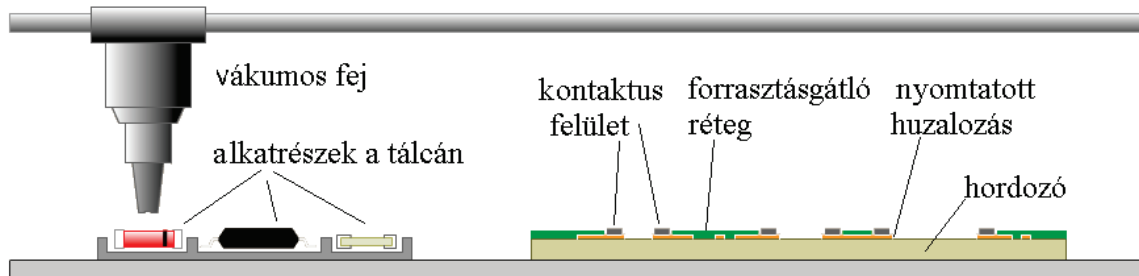
A hordozó felületére kézi stencilnyomtató berendezéssel visszük fel a kívánt paszta mennyiséget. A paszta stencilre való felkenése után késsel kenjük a forrasztási felületekre a pasztát. Figyelni kell a kés folyamatos egyirányú mozgására az egyenletes felvitel érdekében.



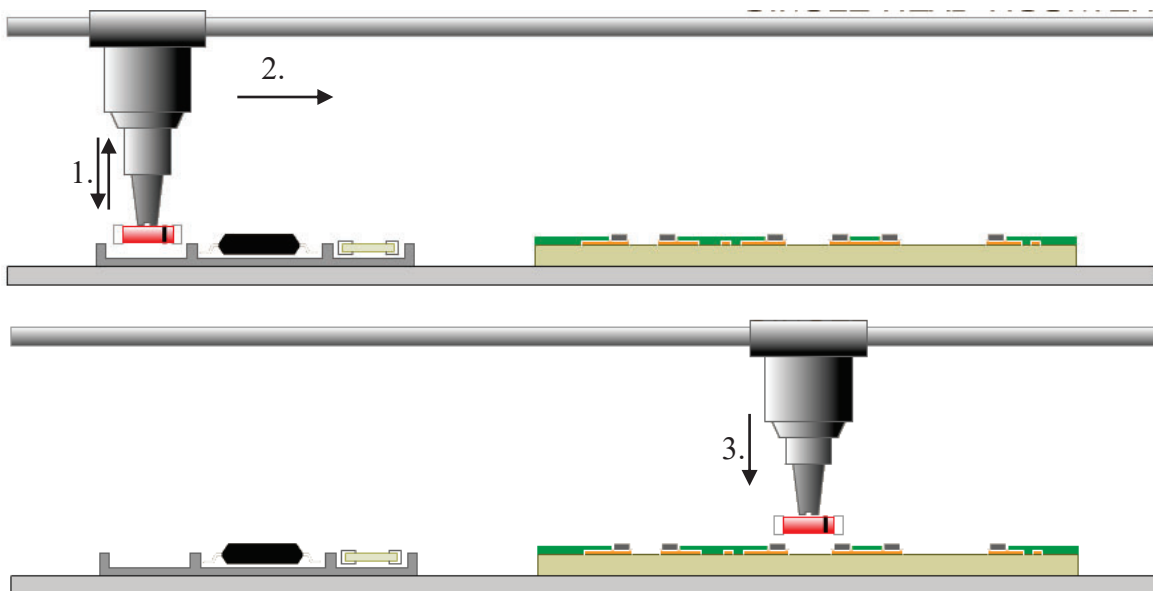
4. ábra. Stencilnyomtatás folyamata

1.2. A felületre szerelhető SM alkatrészek beültetése a topológiai terv alapján a forraszpaszta lenyomatokba, kézi működtetésű pick-and-place berendezéssel.

A beültető gép működése során az alkatrészeket egyesével ülteti be topológiai terv alapján a forrasztási felületekre. A kézi működtetésű félautomata berendezés esetében lehetőség van számítógépes vezérlésre. Ilyenkor az alkatrészek sorrendjét, a tár helyét és a beültetés helyét megjelöli a gép, de kézzel kell a beültető fejet mozgatni.

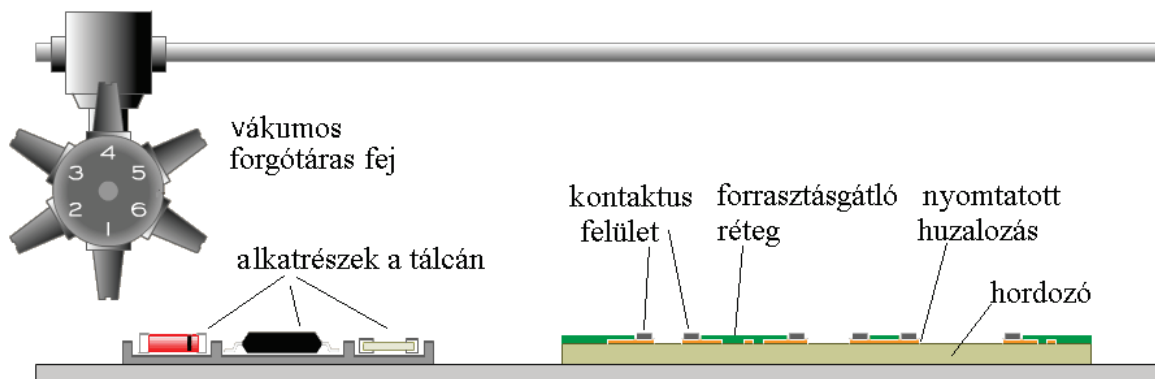


5. ábra. SMD beültető gép részei



6. ábra. SMD beültető gép működésének folyamata:

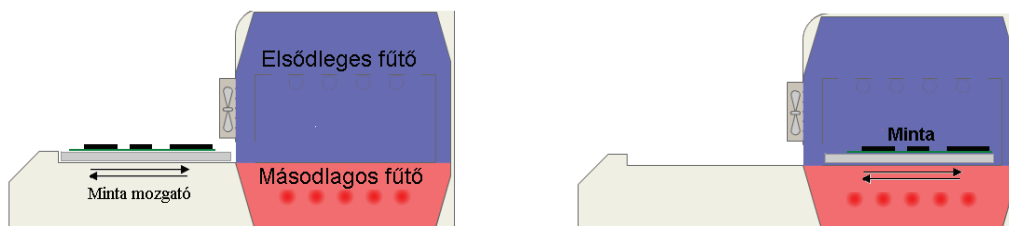
1. alkatrész felvétele 2. alkatrész pozícióba mozgatása 3. alkatrész lehelyezése



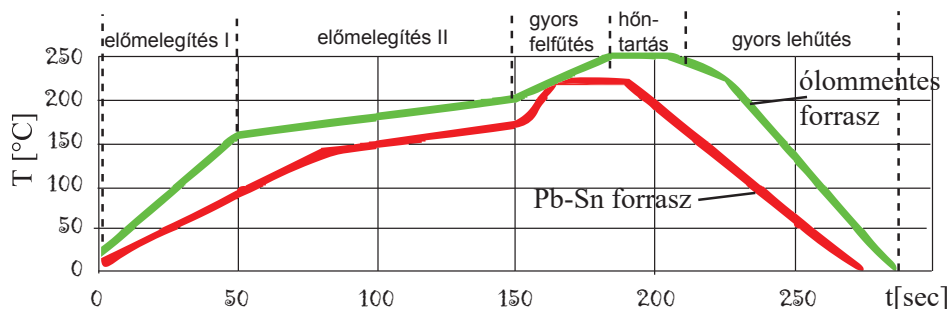
7. ábra. Automata revolver-fejes beültető gép

1.3. Újraömlesztéses forrasztás.

Az SMD alkatrészek beforrasztása újraömlesztéses (reflow) technológiával, kemencében.



8. ábra. Újraömlesztéses kemence keresztmetszeti képe



9. ábra. Újraömlesztéses forrasztás hőprofilja

Az ólommentes forraszok és a hozzájuk kapcsolódó magasabb hőmérsékletű hőprofil több problémát is felvet. Mint a 9. ábrán látható, az ólommentes hőprofil helyenként akár 20-30 °C-al is magasabb hőmérsékleti adatokat mutat. A felfűtés és hőntartás ideje is hosszabb. Ez a hőmérsékleti különbség a különböző alkatrészeket (műanyag tok, BGA) megviselheti.

Az újraömlesztéses forrasztási eljárás leggyakoribb hibái közé tartoznak: alkatrészek elcsúszása, alkatrészek elfordulása, sűrű effektus, forraszgömbök képződése a forrasztás környezetében, zárványképződés a forraszanyagban.

A laborgyakorlat során Eurocircuits eC-reflow-mate infrasugaras újraömlesztő kemence használatával a forrasztjuk be az alkatrészeket. A kemence hátulján található kapcsolóval helyezzük üzembe a berendezést, majd a berendezéshez csatlakoztatott számítógépen elindítjuk az eC-reflow-pilot szoftvert. A kemence tálcáját az OPEN gomb megnyomásával kinyitjuk, majd erre helyezzük el az elkészült hallgatói NYÁK-okat, lehetőség szerint a munkatér közepére. A gép tálcájához rögzített hőelem mérő végét a középponthoz legközelebb lévő áramköri hordozó (lehetőség szerinti) fém felületéhez ragasztjuk Kapton szalaggal. Ezután becsukjuk a kemence ajtaját.

A szoftver segítségével elkészítjük a használni kívánt hőprofil, melynek beállításakor az alábbi paramétereket alkalmazzuk. A beállítási lehetőségek a *work » edit temperature* útvonalon keresztül érhetők el, illetve a *furnance » parameter* menüpontban. A beállításokat a 3. táblázat tartalmazza. A parameter menüpont *set temperature* parancsa az előmelegítő (pre-heat) beállításáért felel, a *reflow hold time* pedig azt mutatja meg, hogy az eszköz mennyi ideig tartsa a csúcshőmérsékleten a munkatér hőmérsékletét.

A profil elkészülte után a *download* ikonra kattintva elküldjük azt a berendezésnek, mely USB porton keresztül kommunikál a számítógéppel. A *play* ikonnal elindítjuk a forrasztást. A művelet során három hőelem által mért hőmérsékletet monitoroz a szoftver: furnance (felső hőelem), pre heater (alsó hőelem) és ext. sensor (a NYÁK-ra rögzített hőelem). A program lefutása után a kemence ajtaja automatikusan kinyílik, erre külön figyelmet kell szentelni. A mért diagramokat PDF formátumban elmenthetjük. Ehhez a *file » printer setup* menüben ki kell választanunk a megfelelő printer programot. A *file » print-re* kattintva elkészül a dokumentum. A kész áramköröket szabad levegőn történő konvekciós hűlés után kesztyű segítségével kivehetjük a mintatartó tálcáról.

3. táblázat – Kemence beállításának javasolt paraméterei

		Hőmérséklet [°C]	Idő [sec]
work/edit temp.	Temp. point 1	25	0
	Temp. point 2	190	20
	Temp. point 3	190	110
	Temp. point 4	235	240
	Temp. point 5	190	270
	Temp. point 6	25	300
furnace/parameter	set temperature	160	-
	reflow hold time	-	10



10. ábra. eC-reflow-mate infrasugaras kemence

1.4. Az áramkör működőképességének a vizsgálata. Tesztelés.

A laborban rendelkezésre álló mérő- és vizsgáló berendezésekkel a forrasztásból adódó esetleges szakadások, rövidzárok javításra kerülnek. Az USB villogó tesztelés számítógépes porton vagy USB-HUB eszközön keresztül történik.

Ellenőrző kérdések

1. Miért előnyös az SM technológia alkalmazása?
2. Sorolja fel a főbb SM tok típusokat!
3. Jellemezze az ólommentes forraszpasztákat, sorolja fel összetételüket!
4. Sorolja fel az újraömllesztéses forrasztási technológia lépéseit!
5. Vázzolja a beültető gépek működési elvét!
6. Melyek az újraömllesztéses forrasztási eljárás leggyakoribb hibái?

A forrasztókemencét az **Eurocircuits Kft.** biztosította a hallgatói mérésekhez.

<http://www.eurocircuits.hu>

