

IV. Moduláramkör készítése újraömllesztéses felületszerelési (SMT) technológiával

A mérés célja: felületszerelési, stencilnyomatási technológia megismerése.

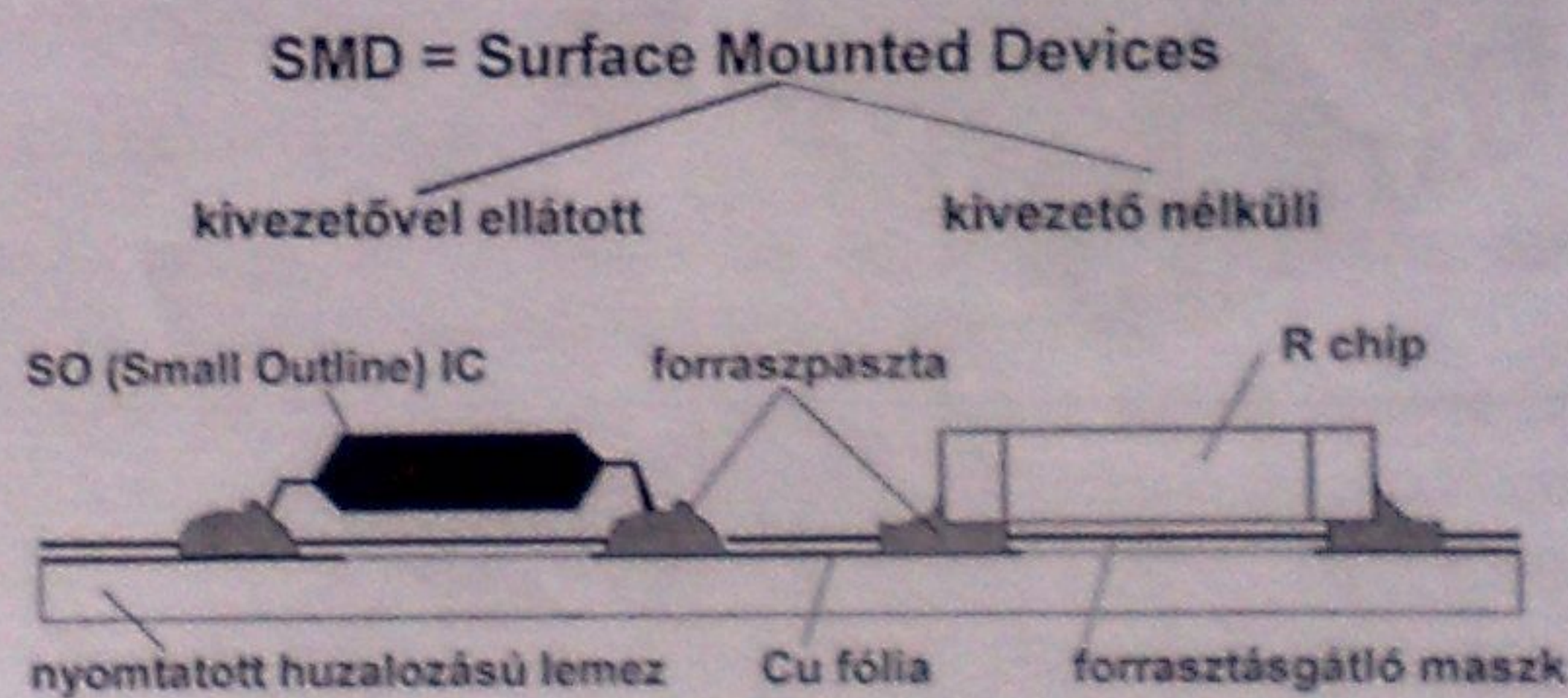
A mérési feladat: működőképes áramkör elkészítése; nyomtatott huzalozású lemezre forraszpaszta felnyomatása, alkatrészek beültetése és az áramkör ellenőrzése.

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

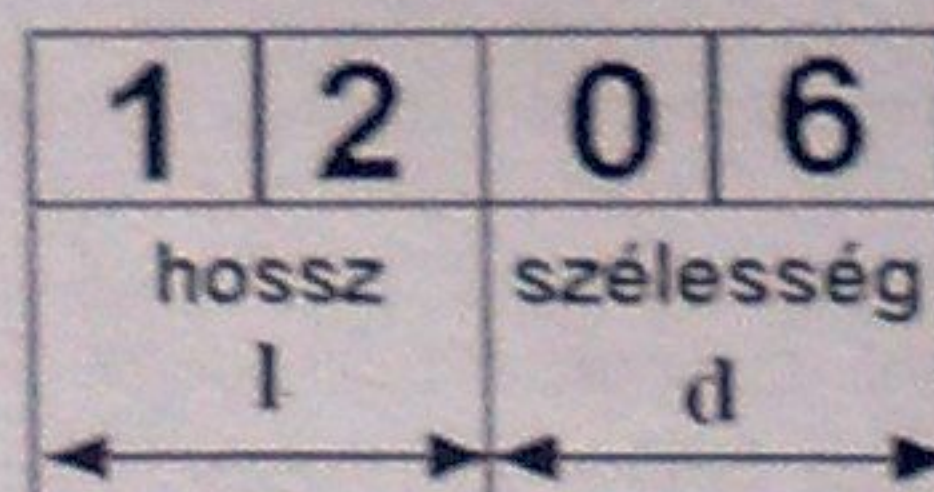
A mérés során felmerülő fogalmak rövid meghatározása:

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) elektromosan bekötik. 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 un. chip ellenállások. Ezek többnyire Al_2O_3 kerámiahordozón vastagréteg technológiával megvalósított rétegenállások. A védőüveg rétegre szitanyomatással vagy lézeres gravírozással viszik fel a három karakterből álló érték-kódot (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 μ m):



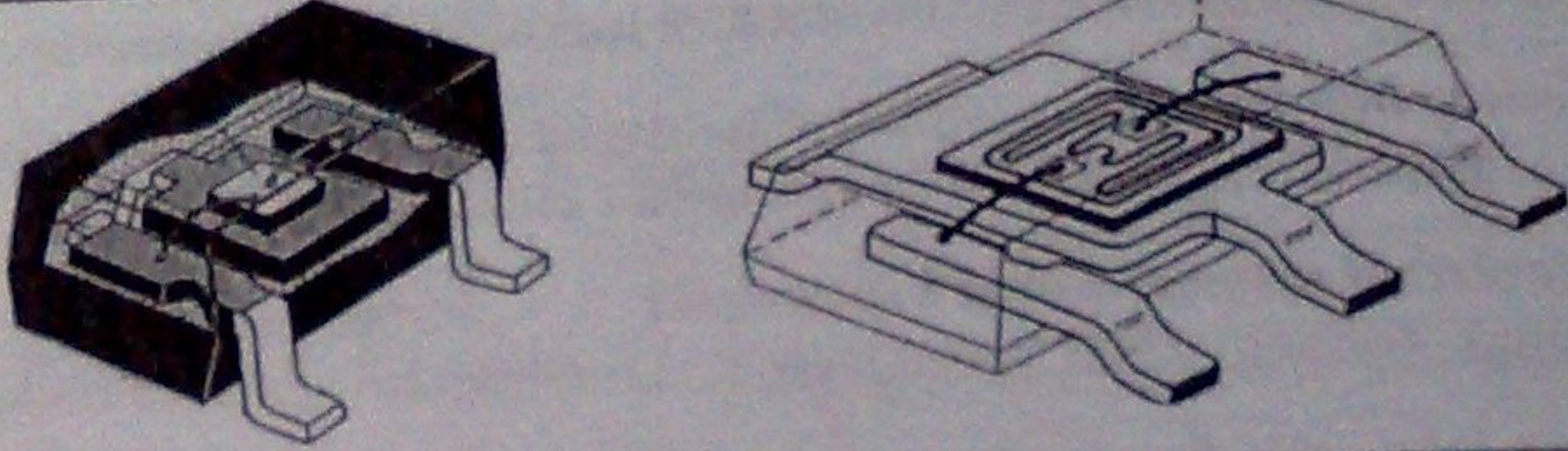
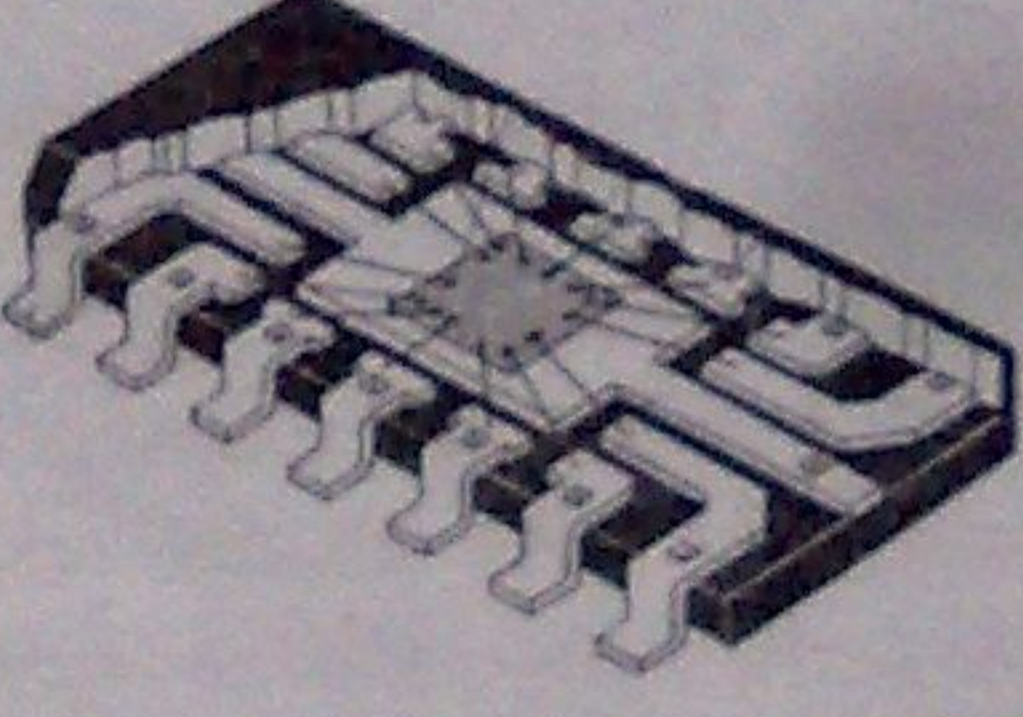
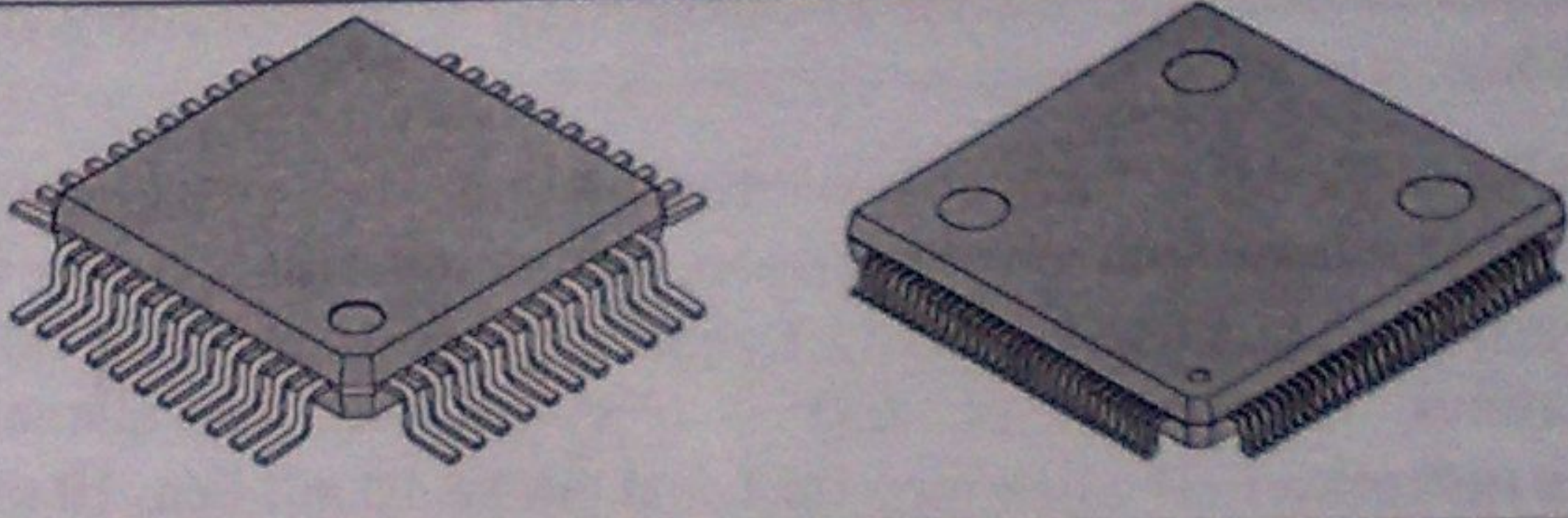
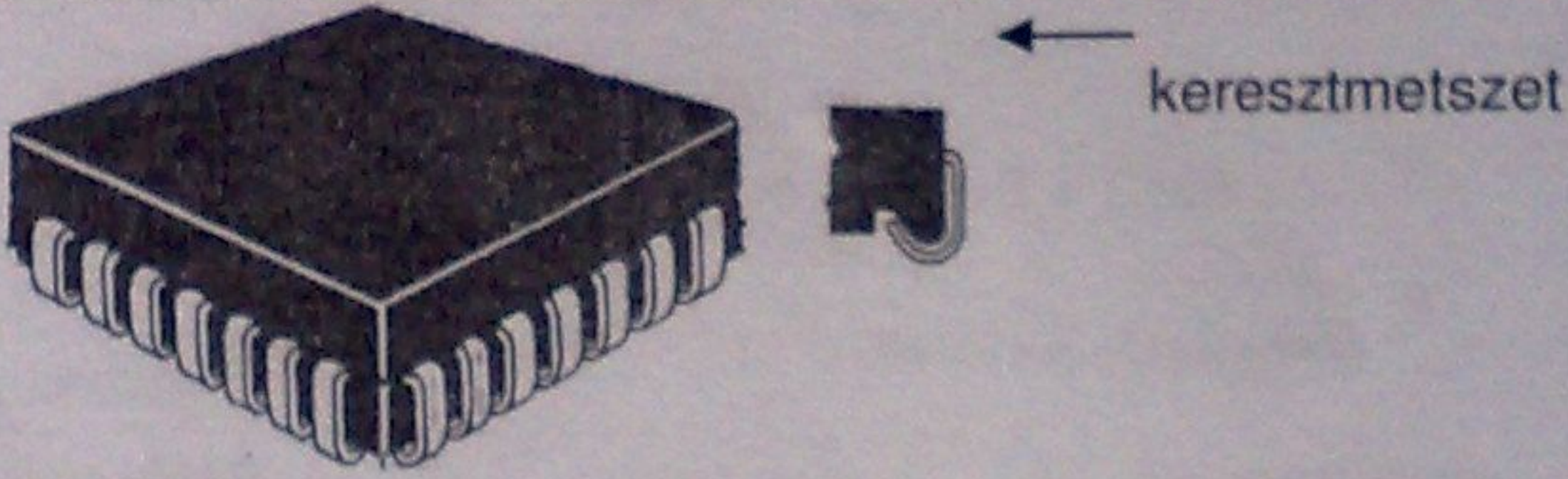

1. ábra. A felületre szerelhető alkatrészek alaptípusai



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	
PLCC	
BGA	

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 terülését, 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 szerelés technológia a **forraszpasztát** (solder paste) alkalmazza, mely a folyasztószerbe elkevert forrasz gömböcskékből áll, a gömböcskék átmérője 20...45 μm , a forraszpaszta fémtartalma kb. 89...91 súly%.

Forraszpaszták: eltérő viszkozitással gyártják (800...2200 P, 25 °C-on) attól függően, hogy azok stencil nyomtatással vagy tús cseppadagolással kerülnek-e felhordásra. (1 P = 1 Poise = 1 dyn*sec/cm²) A paszták különálló típusát képezik azok, amelyeket N₂ atmoszférában lehet megömlésztetni. 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 forrasztás 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.

Ólommentes forrasz (lead-free-solders) ötvözetek:

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

Hagyományos ólomtartalmú 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

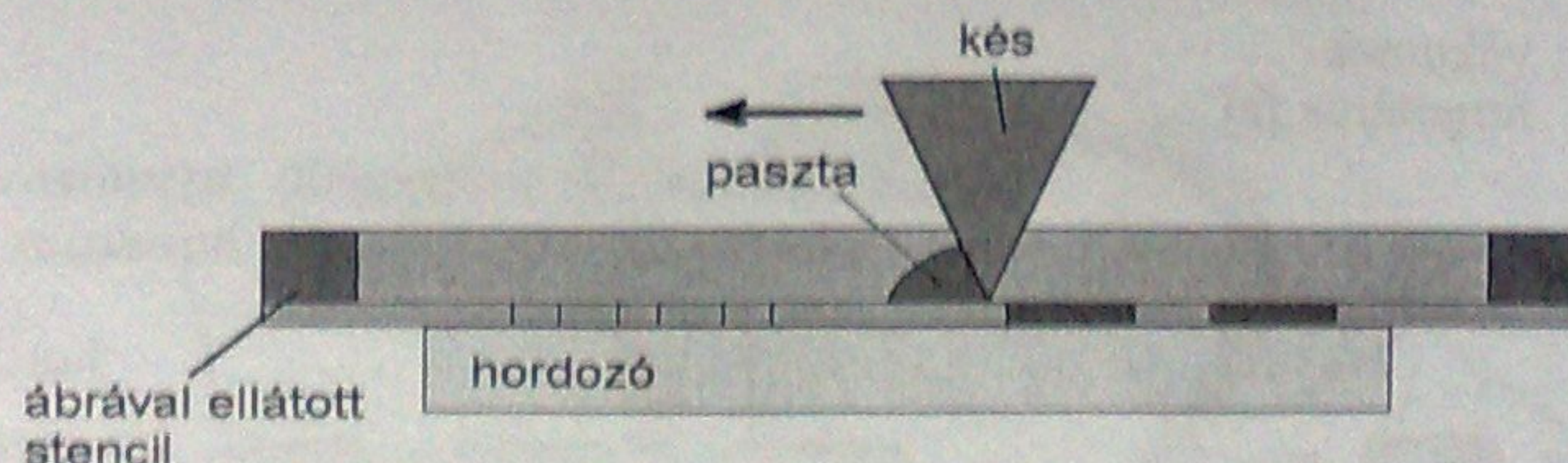
- Kézi pick-and-place gépek: a tárból az alkatrészek felvétele, majd ezek beültetése a szerelőlemezbe egyesével, kézi működtetéssel végezhető.
- Automata pick-and-place gépek: az alkatrészeket a tárból egyenként felvevő (pick) majd azokat a szerelőlemezre egyenként beültető (place) programvezérelt automaták.
- 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. A felületi szerelés technológia (SMT) műveleti lépései

1.1. Forrasztás paszta felvétele a forrasztási felületekre stencilnyomtatással

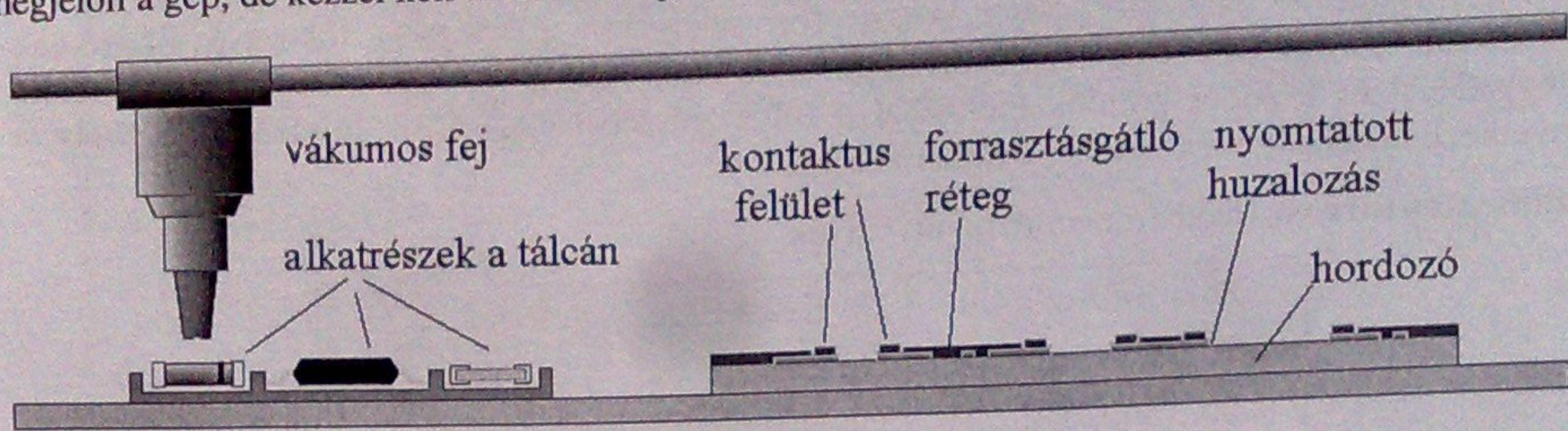
A hordozó felületére kézi stencilnyomtató berendezéssel visszük fel a kívánt paszta mennyiségét. A paszta stencilre való felkenése után késsel kenjük a forrasztási felületekre a pasztát. Figyelni kell a kés folyamatos egyirányú mozgására az egyenletes felvitel érdekében.



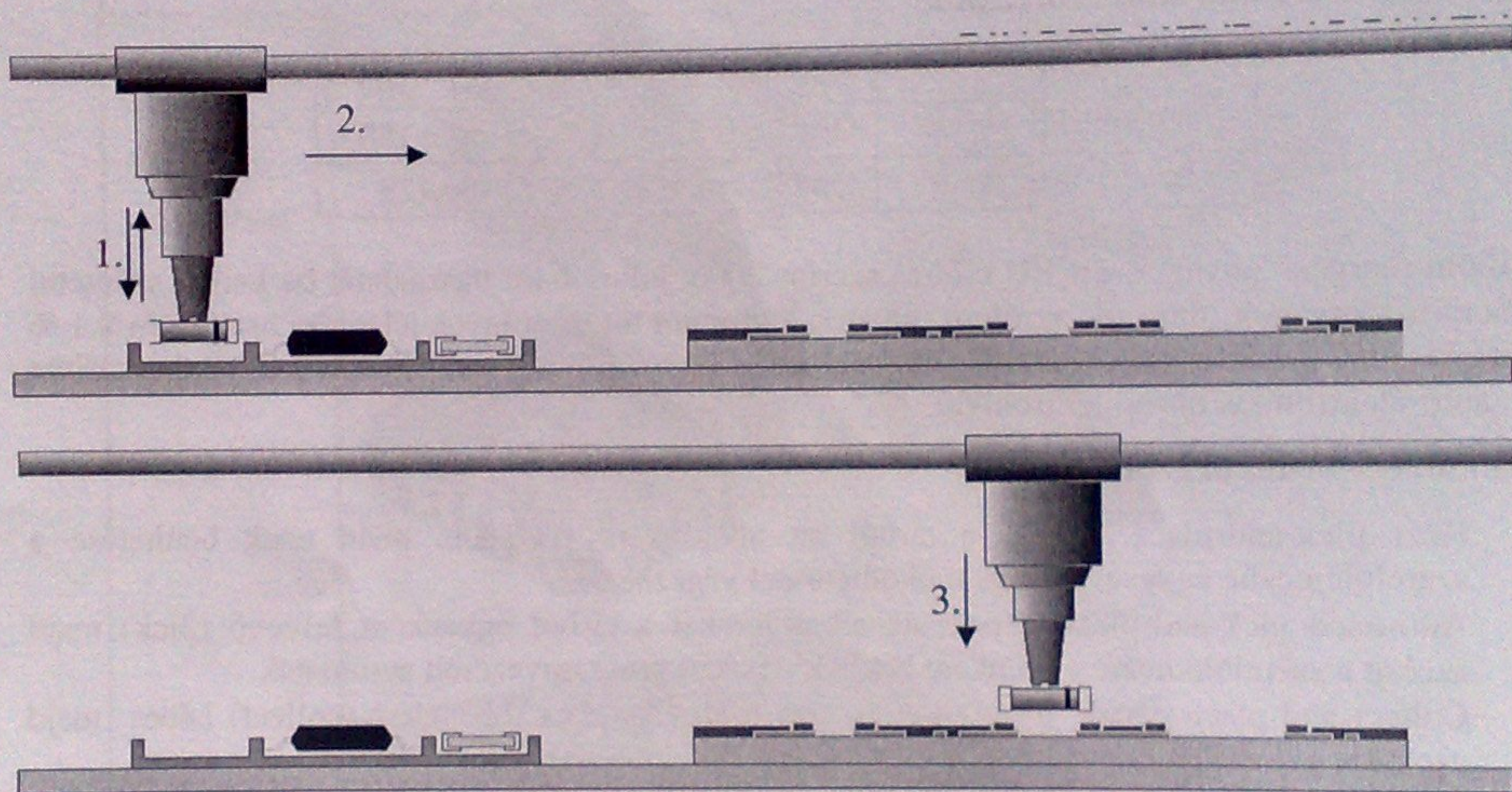
4. ábra. Stencilnyomtatás folyamata

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

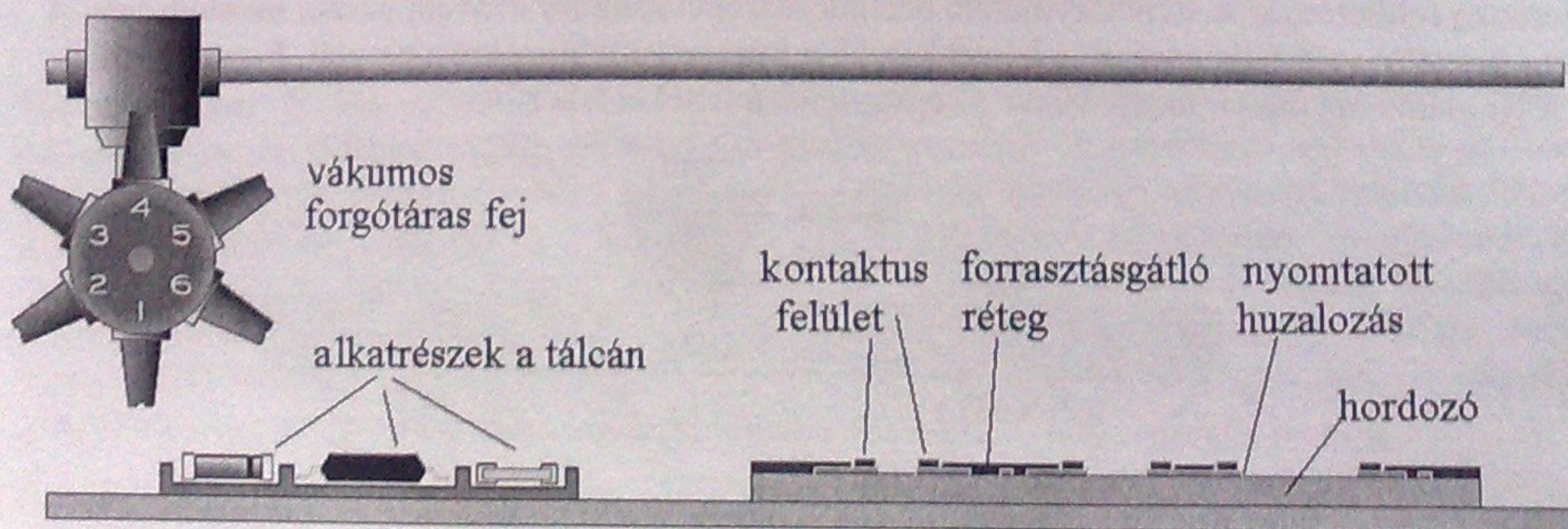
A beültető gép működése során az alkatrészeket egyesével ülteti be topológiai terv alapján a forrasztási felületekre. A kézi működtetésű félautomata berendezés esetében lehetőség van számítógépes vezérlésre. Ilyenkor az alkatrészek sorrendjét, a tár helyét és a beültetés helyét megjelöli a gép, de kézzel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



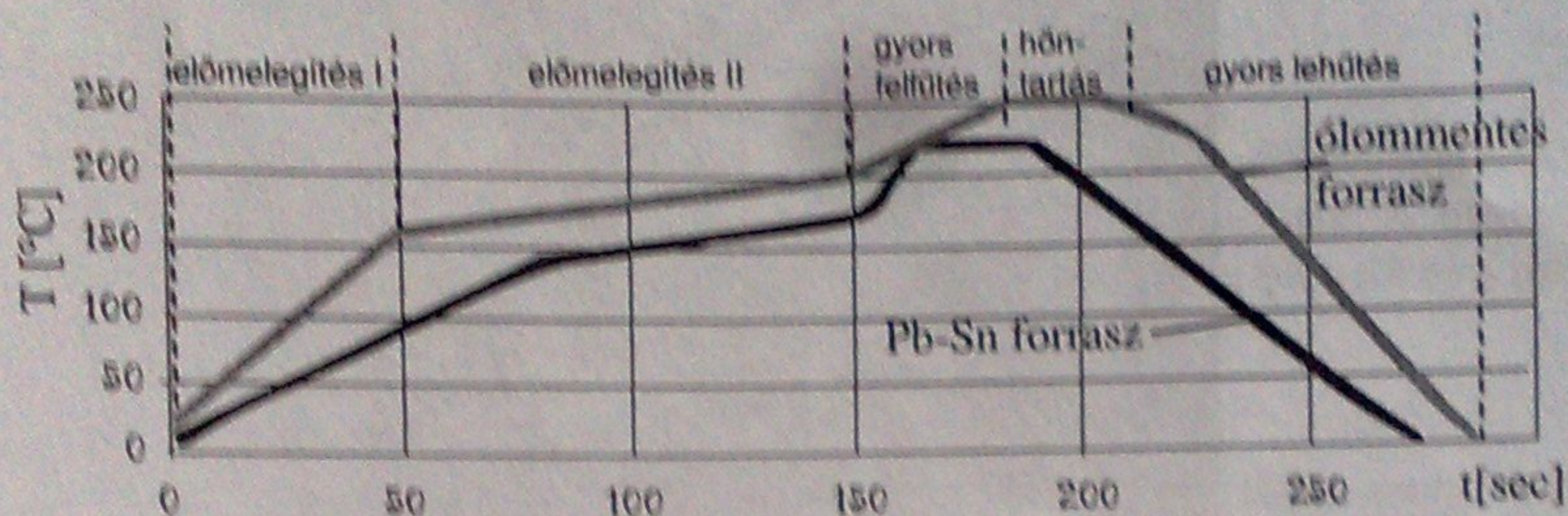
7. ábra. Automata revolver-fejes beültető gép

1.4. Újraömllesztéses forrasztás.

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



8. ábra. Újraömllesztéses kemence keresztmetszeti képe



9. ábra. Újraömllesztéses forrasztás hőprofilja

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

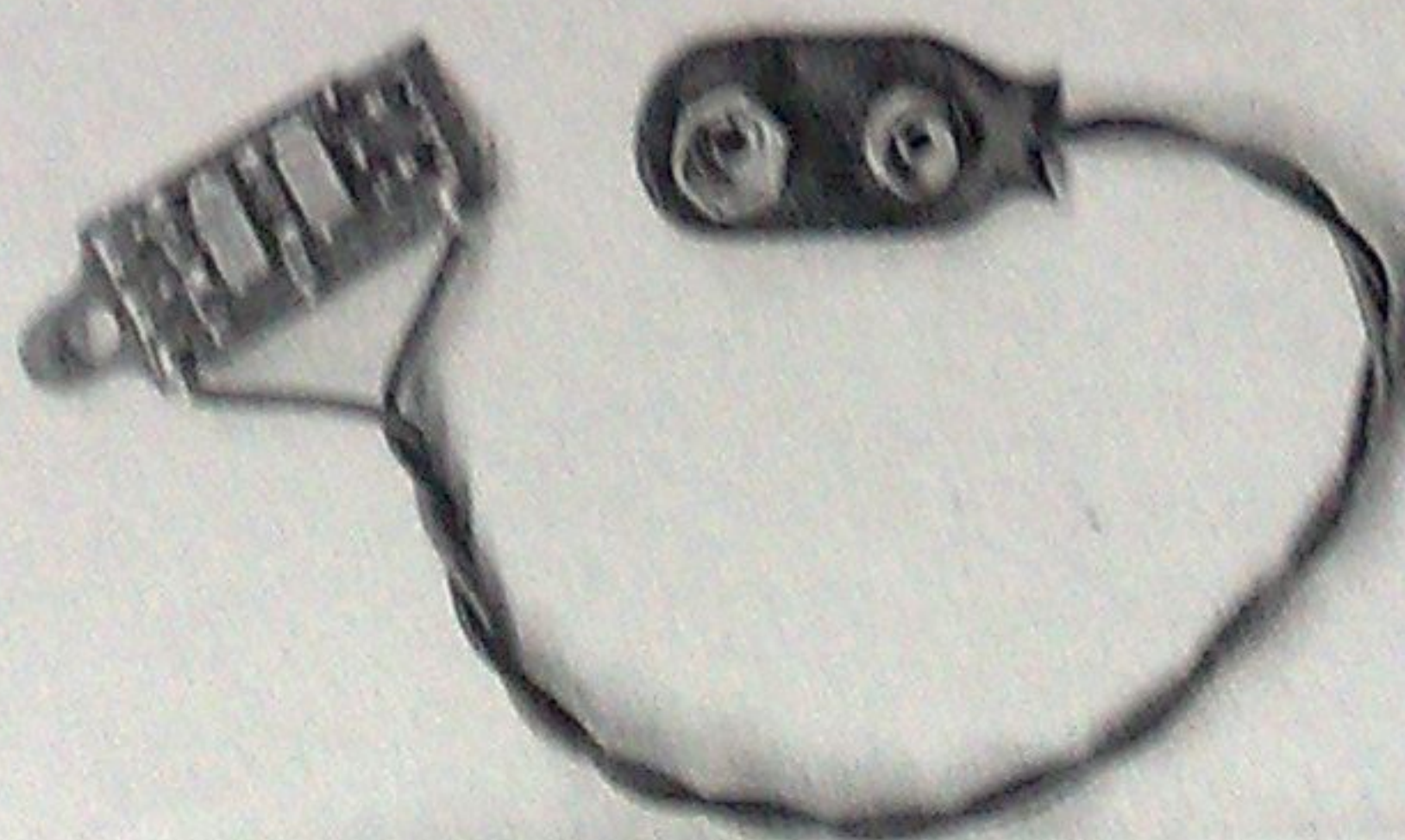
Az újraömllesztéses forrasztási eljárás leggyakoribb hibái:

- alkatrészek elesésése,
- alkatrészek elfordulása,
- sírkő effektus,
- forrasztógömbök képződése a forrasztás környezetében,
- zárványképződés a forrasztanyagban.

1.4. Az áramkör működőképességének a vizsgálata. Az esetlegesen fellépő hibák meghatározása és javítása (kézi javító eszközökkel).

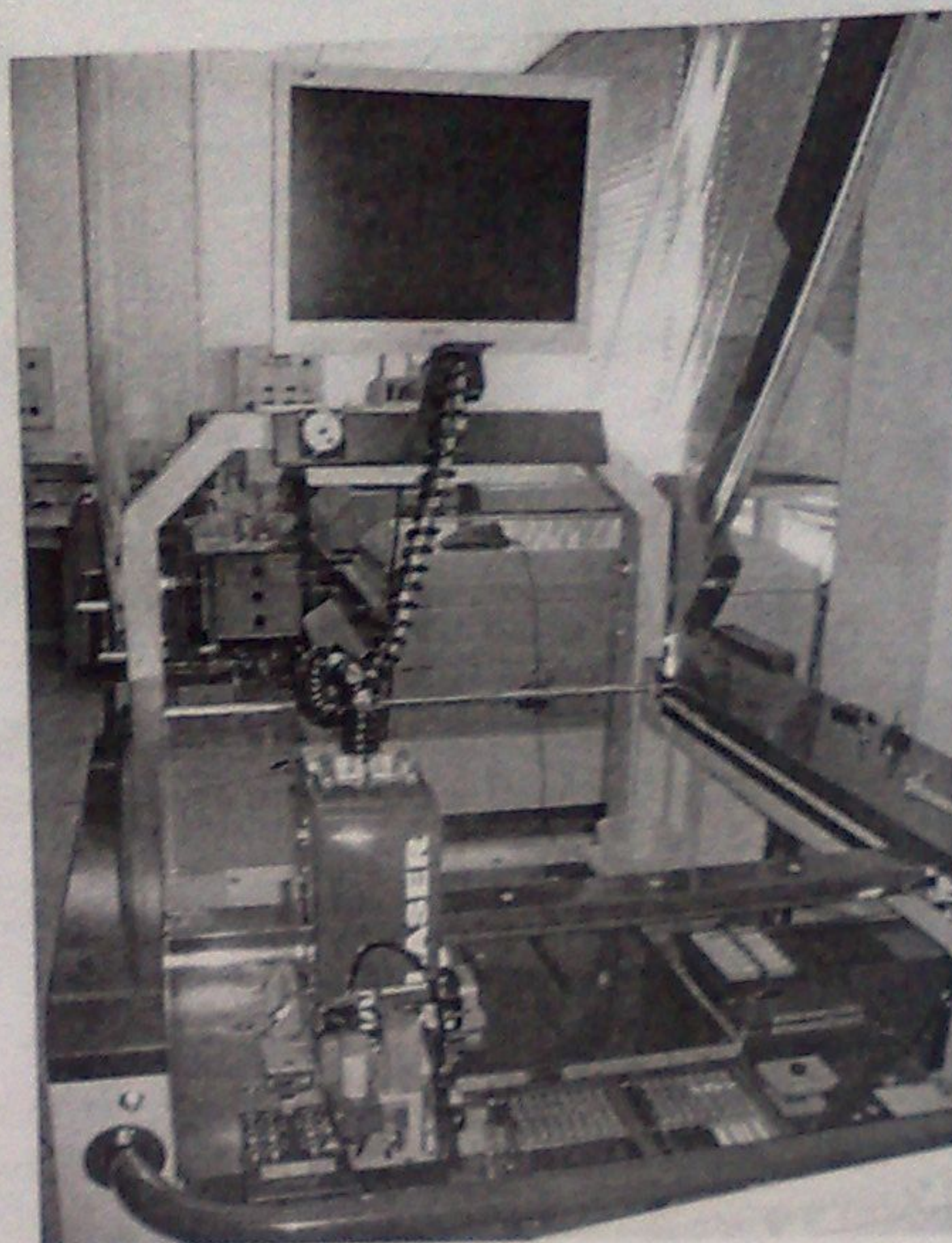
A laborban rendelkezésre álló mérő- és vizsgáló berendezésekkel a forrasztásból adódó esetleges szakadások, rövidzárok javításra kerülnek.

1.5. Az áramköri hordozón kialakított forrasztási felületekre a huzalos kivezetéssel rendelkező teleptartó beforrasztása, kézi forrasztópáka segítségével.



10. ábra. Az elkészült áramkör képe

A gyakorlat végén a laborban levő TWS automata SMD beültető géppel is elvégezzük az alkatrészek hordozóra való beültetését (11. ábra). A paszta felvitelét is az automata végzi el. Ez betekintést enged egy olyan jellegű professzionális berendezés működésébe, programozásába, melyet világszerte multinacionális cégek használnak. A berendezés a 0402-es méretkódú alkatrészek beültetésére is képes.



11. ábra. Automata beültető gép

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 SM technológia lépéseit!
5. Vázolja a beültető gépek működési elvét!
6. Melyek az újraömllesztéses forrasztási eljárás leggyakoribb hibái?