



Dienes Zoltán

Digitális áramkörök összeállítása forrasztással, jellemzők mérése

NSZFI
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:

Mérőműszerek használata, mérések végzése

A követelménymodul száma: 1396-06 A tartalomazonosító száma és célcsoportja: SZT-009-30

DIGITÁLIS ÁRAMKÖRÖK ÖSSZEÁLLÍTÁSA FORRASZTÁSSAL, JELLEMZŐK MÉRÉSE

ESETFELVETÉS –MUNKAHELYZET

Ön egy olyan elektronikai cégnél dolgozik, ahol a szerviztevékenység mellett fejlesztésekkel is foglalkoznak. Főnökétől azt a feladatot kapta, hogy SSI integrált áramkörökből építsen meg egy decimális számlálót. Mérje meg azok jellemzőit oszcilloszkóp és villamos mérőműszerek segítségével.

A feladat elvégzéséhez azon kívül, hogy alapvető digitális technikai ismereteket feltételez, elengedhetetlen a jó forrasztás. A forrasztás az a művelet, amit az elektromos kötések létrehozásánál leggyakrabban használnak. A forrasztáskor érintkezést hozunk létre két fémes felület között, egy ón-ólom ötvözet segítségével. Akkor korrekt a forrasztás, ha a forrasztóon (folyékony állapotban) nedvesíti a fémfelületeket, tehát megszilárdulva tényleges fémes kémiai kötés alakul ki. A jó forrasztáshoz elengedhetetlen néhány alapvető fogás és bizonyos szabályok betartása.

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

A forrasztás az áramköri elemek összekötésének legbiztonságosabb, napjainkban legelterjedtebb módja. A 19. század végén találták ki (gyakorlatilag egyidőben az első "áramkörök" építésével). Több alternatíváját vetették fel (és el) a következő sok-sok évtizedben, a módszer mégis túlélte a kiváltására irányuló próbálkozásokat, és minden előnyével – hátrányával együtt a fejlett építési eljárások szerves része maradt.

Az elektronikai gyártástechnológiában az alkatrészek rögzítésére és a villamos kapcsolat létrehozására a mai napig a forrasztás a legelterjedtebb technológiai megoldás. A hegesztéssel ellentétben az alapanyagok megolvadása nélkül hoz létre oldhatatlan kötést. Így a készre munkált alkatrészek alakváltozás nélkül köthetők be.

A kisméretű tömegcikkék forrasztása könnyen gépesíthető. Ehhez a forrasztandó felületeket forrasszal bevonják, a darabokat összeillesztik, és meghatározott ideig a kívánt hőmérsékletre hevítik pl. úgy, hogy a munkadarabokat kemencén húzzák át. Az áthúzáskor a forrasz megolvad, lehűléskor a kötés létrejön.

Az iparban pontosan a könnyű gépesíthetőségnek köszönhetően automata gépsorok végzik a forrasztást. Ezeknél a berendezéseknél is szükség van a hibás darabok javításánál a kézi beültetésre.

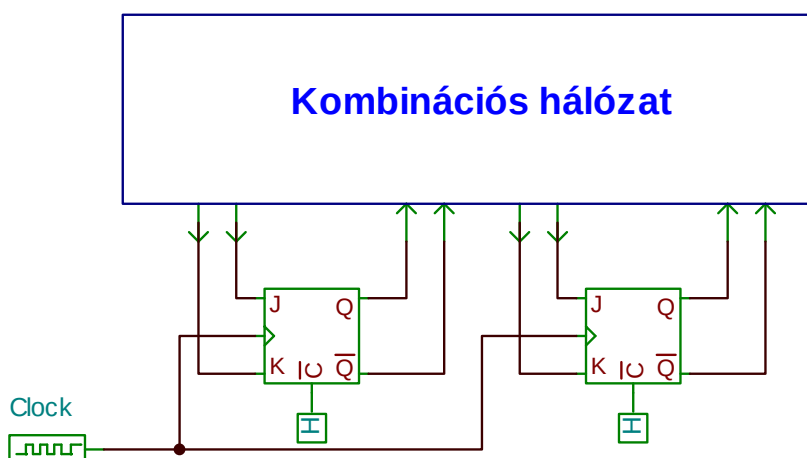
Az áramkörü elemek forrasztással történő beültetésére nyomtatott áramkörü (NYÁK) lemezeket használnak.

A **NYÁK** (Nyomtatott Áramkörü Kártya, angolul Printed Circuit Board, **PCB**) sorozatban vagy egyedileg előállított 1–48 rétegű bakelit, kerámia, vagy üvegszál erősítésű epoxigyanta alapú elektronikai alkatrész. Feladata a rajta kialakított elektromos áramkör alkatrészeinek mechanikai hordozása és közöttük villamos összeköttetések biztosítása. Az alkatrészek közötti villamos kapcsolatot a rétegeken, illetve a rétegek között kialakított villamos vezető sávok biztosítják.

A NYÁK robusztus felépítésű, olcsó és megbízható alkatrész. Elkészítése komoly tervezői munkát igényel és a gyártásához szükséges kezdeti beruházási költség is nagy, a sorozatgyártás felfuttatása után azonban mindez megtérül, mert az egy darabra jutó gyártási költség alacsony (az alkalmazott alapanyagok ára és a rövid gyártási idő miatt). **A kész áramkör a benne található nehézfémek, epoxigyanta, üvegszál szövet és műanyagok miatt veszélyes hulladéknak számít**, emiatt a használaton kívüli elektromos készülékek begyűjtése és újrafelhasználása kiemelt feladat. Az elektronikai iparban tervezése és gyártása során szabványokat használnak, amelyeket egy nemzetközi szabványosítási szervezet, az IPC (Association Connecting Electronics Industries) készít és ellenőriz.

A nyomtatott áramkörbe forrasztással beültetett áramkör egy SSI elemekkel megvalósított szinkron decimális számláló.

A decimális számláló egy olyan JK flip-flopokból felépített szinkron sorrendi hálózat, ahol a flip-flopok aszinkron vezérlő bemeneteire adott jelek határozzák meg a számlálás állapotait. A vezérlő jelek előállítását egy kombinációs hálózat végzi.



1. ábra. Szinkron számláló

ELEKTROIKAI SZERELÉSI TECHNOLOGIÁK

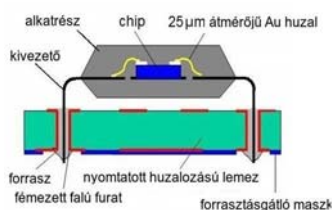
Elektronikai szerelési technológián az alkatrész kivezetéseinek és lábainak a nyomtatott áramkörön kialakított forrasztási felületre történő beillesztését értjük. Alapvetően kétfajta technológia létezik.

- Furatszerelt (Trough -Hole Technology THT)
- Felületszerelt (Surface Mount Technology SMT)

1. Furatszerelt technológia (THT)

A furatszerelési technológiánál alkalmazott alkatrészek kivezetéseit a szerelőlemez alkatrészsoldalán a furatokba helyezik, majd a lemez másik oldalán (a forrasztási oldalon) megtörténik az "elektromos bekötés", azaz a forrasztás.

Ennél a technológiánál ezért forrasztási és beültetési oldalt különböztetünk meg. 1. ábra

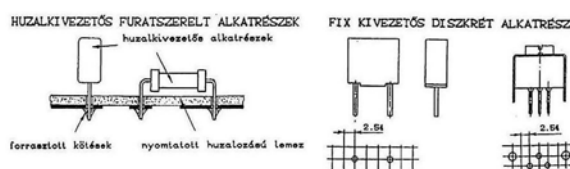


2. ábra. Furatszerelt alkatrész beültetése¹

A furatszerelési technológiánál alkalmazott alkatrészek kivezetései lehetnek

- merev vagy
- hajlékony kialakításúak.

A hajlékony kivezetéssel rendelkező furatszerelt alkatrészek lábait a furatok elhelyezkedésének függvényében méretre vágják és hajlítják, míg a merev kivezetésűek lábkiosztását szabványok alapján alakítják ki. Az ilyen kivezetéseket a szerelőlemez furataiba illesztik és a másik oldalon forrasztják be. (2. ábra)



3. ábra. Diszkrét furatszerelt alkatrészek²

¹ Forrás: http://www.elect2eat.eu/elect2eat.eu/Components/index_hu.html Letöltés: 2010.09.06

*A legjellegzetesebb fix kivezetésű furatszerelt integrált alkatrész a **DIL IC** (Dual-in-line áramkör). 4. ábra*



4. ábra. Dual-in-line integrált áramkör²

Furatszerelt kivezetésekkel egyre inkább csak a nagyteljesítményű vagy más okból nagyméretű alkatrészeket készítenek.

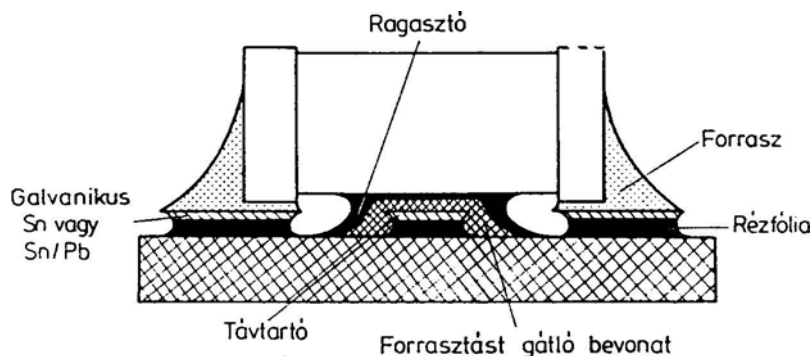
A furatszerelési technológia fokozatos háttérbe szorulását is meg bizonyítja jobban, minthogy napjainkban a szerelőlemezre beültetett alkatrészek mindössze 3–5% – a furatszerelt alkatrész, a maradék 95–97% – a SMD (Surface Mount Device – Felületszerelt alkatrész). A furatszerelési technológia hátránya, hogy a szerelőlemez mindkét oldala felhasználásra kerül, valamint az, hogy alkatrészek helyigénye nagy a furatok miatt.

2. Felületi szereléstechológia (SMT)

A felületszerelési technológia lényege, hogy a speciálisan erre a célra kialakított alkatrészek elektromos kivezetőit közvetlenül kapcsolatba kerülnek a panelen kialakított kontaktus felületekkel, az úgynevezett pad-ekkel.

Felületszerelt alkatrészek **SMD** (surface mount device) : Rövid- furatszerelésre alkalmatlan- kivezetésekkel vagy az alkatrész oldalán/alján lévő , kivezetési célú forrasztási célú felületekkel rendelkeznek. A felületre szerelhető alkatrészek kivezetéseit a hordozón kialakított felületi vezetékmintázatra – forrasztási felületre (PAD-re) forrasztják. Ez egyszerre biztosítja villamos és mechanikus kapcsolatot. (5. ábra)

² Forrás: http://www.elect2eat.eu/elect2eat.eu/Components/index_hu.html Letöltés: 2010.09.06



5. ábra. Felületszerelt technológia³

A felületszerelést a legegyszerűbben úgy lehet értelmezni, hogy az alkatrészek és azok rögzítése a panelhez ugyanazon oldalon történik, tehát itt nem különböztetünk meg egymástól alkatrész-, illetve forrasztási oldalt, vagy úgy is tekinthetjük, hogy mindkét oldal alkatrész-, valamint forrasztási oldal is.

A felületszerelési technológia előnyei:

- Azoknál a hordozóknál, melyeknél csak felület szerelhető alkatrészek kerülnek beültetésre, nincs szükség furatozásra, köszönhetően a kivezető huzalok elmaradásának
- A gyártás folyamatai olcsóbbak és automatizálhatóak
- Az alkatrészek térfogata szabványosított, ami az automatizálhatóság felé pozitívan jelentkezik
- A felületszerelt alkatrészek mérete jóval kisebb a furatszerelt alkatrészekénél, ezért lényegesen kevesebb területre van szükség a beültetésükhöz.

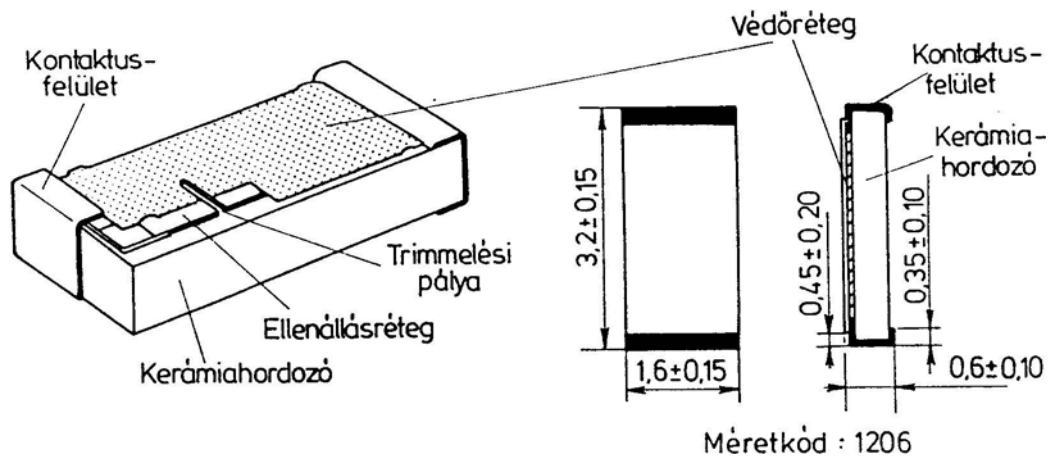
A felületszerelési technológia hátrányai:

- Ez a technológia jóval bonyolultabb tervezést igényel a nagy alkatrész-szám és a méretcsökkenés miatt
- Az alkatrészek beültetése rendkívül nagy pontosságot követel meg
- Az egy hordozón előforduló nagyszámú alkatrész megnehezíti a hibák feltárását, keresését.

A felületre szerelt alkatrészek fajtái:

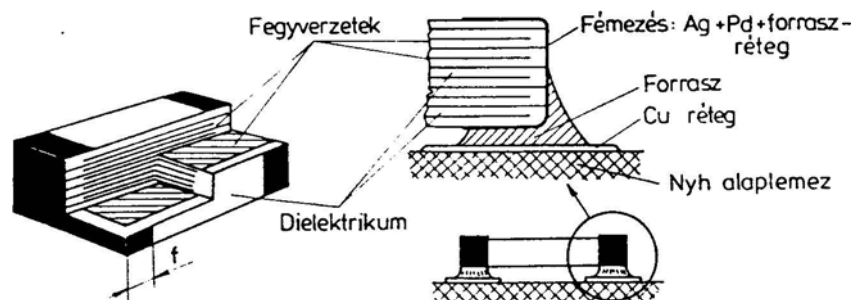
- SM ellenállások: Az állandó értékű ellenállásokat *chip ellenállásoknak* nevezik

³ Forrás: Dr Ripka Gábor: Felületi szereléstechológia Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1990



6. ábra. Felületszerelt vastagréteg ellenállás⁴

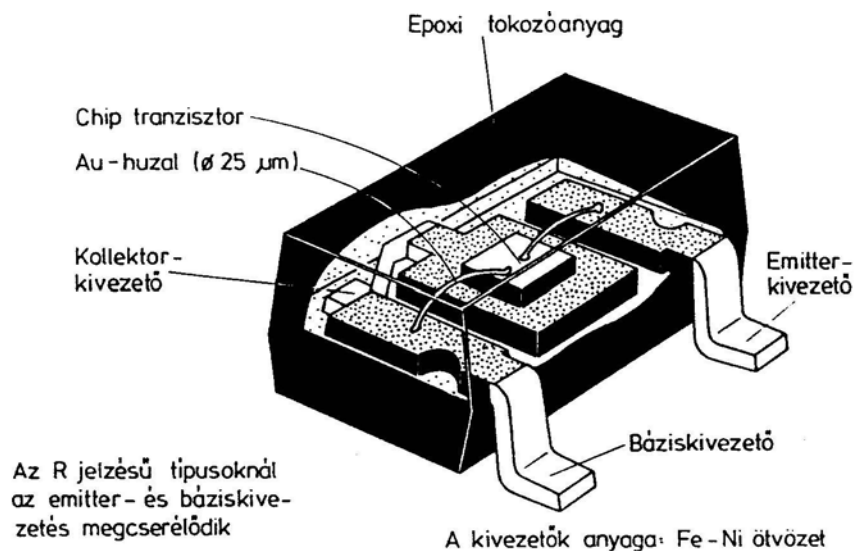
- SM kondenzátorok: Többrétegű kerámia, tantál, elektrolit és fémezett műanyag fóliás kondenzátorok. Kb. 4,7uF nagyságrendig létezik SM technológia.



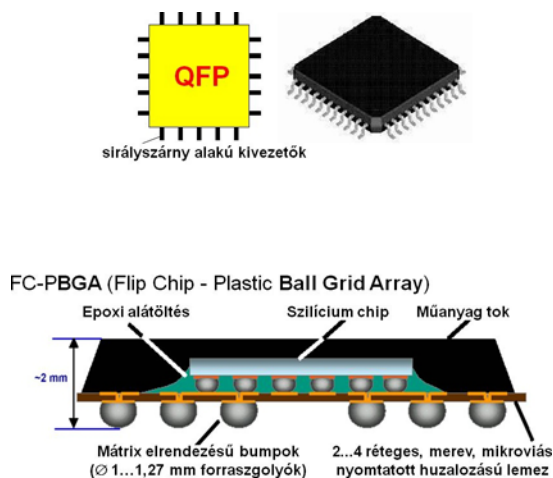
7. ábra. Felületszerelt kondenzátor⁴

- Tranzisztorok, és más 3 kivezetővel ellátott eszközök. SOT23 vagy SOT 32 tokozás

⁴ Forrás: Dr Ripka Gábor: Felületi szereléstechnológia Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1990

8. ábra. Felületszerelt tranzisztor⁵

- SM integrált áramkörök: Előre gyártott IC tokokat alkalmaznak, aminek az anyaga műanyag vagy kerámia. Készülhetnek kivezetésekkel vagy kivezetések nélkül. Ezek az IC-k tokozásban térnek el egymástól (9. ábra)

9. ábra. Finom raszterosztású, nagy kivezetés-számú IC-k⁶

- Egyéb alkatrészek. Mivel a felületszerelési technológia kezd egyeduralkodóvá válni, minden újabb alkatrész létezik SMD kivitelben is. Így pl. LED-ek, optocsatolók stb.

⁵ Forrás: Dr Ripka Gábor: Felületi szereléstechológia Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1990

⁶ Forrás: http://www.elect2eat.eu/elect2eat.eu/Components/index_hu.html Letöltés: 2010.09.06

FORRASZTÁS–TECHNOLÓGIAI ELJÁRÁSOK FURAT–ÉS FELÜLETSZERELÉSHEZ

Forrasztás: A forrasztás olyan közvetlen, anyaggal-záró kötés, amelyeket fémes alkatrészekhez alkalmazunk. A kötést az összekötendő elemeknél kisebb olvadáspontú anyag, a forrasz hozza létre. A forrasz megolvadásakor benedvesíti a felületet. A megolvadt forrasz lehűléskor megdermed és létrejön a kötés.

Forrasztott kötések fémekből készült alkatrészek kötésére használjuk.

A forrasztást úgy végzik, hogy a két munkadarab közötti ún. forrasztási részbe egy harmadik fém, a forraszt beolvasztják.

A kötés akkor lesz megfelelő, ha a forrasz az összekötött fémekhez erősen tapad, és a munkadarabok közötti rést teljes egészében kitölti.

A forrasz tapadását a forrasz és a kötendő fém határán kialakuló ötvözőkből álló réteg biztosítja. Ez a néhány mikron vastagságú réteg rideg, ezért nem engedhető meg, hogy ez a rideg réteg a két határfelületről kiinduló húzása során a forraszt teljes vastagságát kitöltse. Maradni kell még egy rétegnek az eredeti forrasztanyagból is. Ennek feltétele *a rövid forrasztási idő, és az elegendő forrasztási rész a két alkatrész között*. A gyakorlati tapasztalat azt mutatja, hogy a legnagyobb kötési szilárdságot 0,05 – 0,1 mm rés esetén érjük el.

A forrasztott kötés előnyei:

- A hegesztéssel szemben különböző fémek is összeköthetők akár nagy vastagságkülönbség esetén, mert nem áll fenn a beégés veszélye.
- Nem szükséges a lemezeket átfúrni, mint szegecskötés esetén, ezáltal nem gyengítjük a lemezeket.
- Nagyon jó a forrasztott kötések elektromos és hővezető képessége. Nagy felületek egyesíthetők.
- A forrasztás helyének nem kell hozzáférhetőnek lenni. Tömeggyártásra igen alkalmas.
- Helyszíni szereléskor nincs hosszú várakozási idő, mint például ragasztásnál a *térhálósodási* idő.

A forrasztott kötés hátrányai:

- Viszonylag kis szilárdság, emiatt nagy kötési felület szükséges.
- Kis hőmérséklettűrése. (A megengedett hőmérséklet a forrasztanyag olvadáspontja alatt 40 °C-al.)
- A felület előkészítés sokkal fontosabb, mint a hegesztett kötésnél.
- Fennáll az elektrolitikus korrózió veszélye különösen alumínium esetén, mert a forrasztanyag és az alumínium elektropotenciálja távol van egymástól.

A gyakorlatban sokféle forrasztási eljárást alkalmaznak, amelyek az olvadáspont és a forraszt szilárdsága alapján feloszthatók:

- Lágyforrasztásokra vagy
- Keményforrasztásokra.

Lágyforrasztás: Lágyforrasztáshoz olyan olvadt hozaganyagra van szükség, amelynek összetétele a forrasztani kívánt alapfémekétől eltérő, olvadáspontja pedig jóval alacsonyabb azokénál.

A **lágyforrasztás** hőmérséklete **450 C** alatti. Munkahőmérsékletnek az alkatrész azon legalacsonyabb hőmérsékletét nevezzük, amelyen a forrasz megömlik, szétterjed és kötni képes. Ezt az eljárást szinte minden fémhez alkalmazzák. Az elektronikában és az elektrotechnikában szívesen használják villamos vezetők kötésére, mivel a lágyforrasztással készített kötések újbóli felmelegítéssel könnyen oldhatók. Előnye, hogy a forrasztás könnyen elvégezhető, hátránya azonban, hogy kicsi a szilárdsága.

A **keményforrasztás** munkahőmérséklete már 450 C feletti. Akkor használják, ha a kötés szilárdsága és az üzemi hőmérséklet szempontjából nagyobbak a követelmények. A keményforrasztás szilárdsága megközelíti a hegesztés szilárdságát.

A forrasztáshoz használt forraszanyagok:

- Ólommentes forrasz pl. SAC: 95.5% Sn, 3,8% Ag, 0,7% Cu, Olvadáspontja 217 °C.
- Eutektikus ón-ólom forrasz: 63% Sn, 37% Pb, Olvadáspontja: 183 °C.

A jó forrasztáshoz szükség van még *folyasztószerre*.

A folyasztószer:

A folyasztószerre két okból van szükség. Minden fém (kivéve az arany és a platina), rendelkezik egy felületi réteggel, amely oxidokból, szulfidokból és egyéb szennyeződésből áll. A kötetést biztosító ötvöző réteg kialakulásához ezt a réteget el kell távolítani. Ennek megoldása a folyasztószer egyik feladata. A másik feladata a hőátadás javítása. A forrasztáshoz ugyanis a munkadarabokat és a forraszt a forrasztási hőmérsékletre fel kell melegíteni, amely mintegy 40 C° -al magasabb, mint a forrasz olvadási hőmérséklete. Mivel a folyasztószer olvadáspontja alacsonyabb, mint a forraszé, ezért először az folyik szét a felületeken. A szétfolyt folyasztószer kitölti a felületi érdességek miatti völgyeket, megnöveli a hőátadó kontaktfelületet.

A korszerű forrasztóanyagok a forrasz ötvözetet és folyasztószert egy huzalban egyesítve tárolják, a folyasztószer a forraszhuzal hossza menti csatornába van betöltve. Ezért a felület előkészítés és a forraszanyag részbe juttatása nagyon rövid időkésleltetéssel szinte egyidőben valósul meg. A folyasztószer mennyisége nem teszi lehetővé, hogy vastag oxid réteget, és erős szennyeződéseket, mint például zsír, eltávolítson. Ezeket reszelővel, vagy drótkéfével kell eltávolítani, illetve a zsíros szennyeződést lakkbenzinnel, vagy más szerves oldószerrel kell leoldani.

A csiszolópapír lágy fémek tisztítására nem jó, mert a levált finom szemcséket a felületről nem tudjuk eltávolítani. A folyasztószer mennyisége igen kényes dolog. Elegendőnek kell lenni a funkciói ellátásához, de túl sok sem lehet, mert károsíthatja az alkatrészeket és korróziót is okozhat.

Ezért a felesleges folyasztószert forrasztás után el kell távolítani!

A folyasztószer feladatai:

- Távolítsa el a forrasztó és az alapfém felületéről az oxid réteg maradékát (felületi oxidmentesítés)
- Segítse elő, hogy a forrasztó szétterüljön a felületen és így benedvesítse azt
- Védje meg a megolvadt forrasztó és a forrasztani kívánt fémeket az újraoxidálástól
- A forrasztás hőmérsékletén adják át helyüket a megolvadt forrasztónak.

Folyasztószer típusok:

- Fenyőgyanta :A legelterjedtebb . Alkohlban oldódik, oxidációra hajlamos.
- RMA (Rosin Mildy Activated): Savval kezelt fenyőgyanta, vagy szintetikus mása
- No-clean flux: Átlátszó. Forrasztás után a lemezt nem kell tisztítani.
- Vízben oldódó szerves anyagok.

Forrasztási technológiák

1. Kézi forrasztás

- **Pákás forrasztás:** Forrasztásnál a szükséges hő egy kellően felmelegített tárgy, a forrasztópáka biztosítja. A forrasztópáka feladata, hogy felmelegítse és megömlösse a forrasztóanyag végét.
- **Hőlégfúvós forrasztás:** A forrasztásnál a szükséges hő előállítására forró levegővel történik. A technológia egyszerre több láb melegítését teszi lehetővé, ami nagyon előnyösen alkalmazható pl. IC lábak kiforrasztásánál.

2. Gépi forrasztás

- **Mártó forrasztás:** A megtisztított, folyasztószertel kezelt nyomtatott áramkört egy folyékony forrasztószert tartalmazó kádba merítik. (A nyomtatott huzalozású lemezt kis szögben a forrasztófürdő felületére vezetik, azon meghatározott ideig vontatják) 60% vagy 63% ónt tartalmazó ón-ólom ötvözetet használnak. A fürdő hőmérséklete 230–260 °C. A forrasztási idő kb. 2–3s.

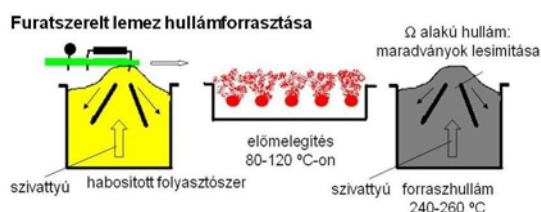
Mártó forrasztás hátránya: Az áramköri lemez teljes felületét beónozzák, ami gazdaságtalan. Ez maszk alkalmazásával elkerülhető. A nyomtatott lemezek forrasztási oldalát a mártó forrasztás után védőlakkal vonják be.

- **Újraömllesztés (reflow) forrasztás:** A forrasztóanyagot forrasztás előtt visszük fel a lemez kontaktusfelületeire (forrasztási pontokhoz), a kötés kialakulása előtt pedig felmelegítjük, azaz megömlösztjük. A forrasztás során a forrasztópaszta formájában előre felvitt, kellő mennyiségű forrasztó újraolvasztása (folyasztása, -ömllesztése, -folyasztása) és visszadermedése révén alakul ki a kötés.

A **reflow forrasztást** infrasugaras és/vagy meleg levegős, védőgázos szállítószalagos kemencében végzik. Az eljárást felületszerelt technológiák estében alkalmazzák.

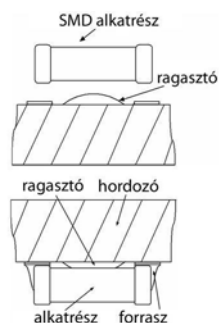
- **Hullámforrasztás:** A hullámforrasztás az egyik leggyakoribb gépesített forrasztási technológia. A forrasztanyagot és a hőt is a forraszhullám szolgáltatja. A tömegforrasztási eljárások közül a legkorszerűbb. A forrasztanyagot szivattyú nyomja át egy résen, így álló hullámot hoz létre. A nyomtatott huzalozású lemezt áthúzzuk a hullámon úgy, hogy a forrasztási pontokat érje. Mivel a hullám csak érinti a lemezt így nem éri nagy hő terhelés, valamint a forrasz felülete mindig friss és oxidmentes.

A hullámforrasztást elsősorban furatszerelt alkatrészek illetve rögzített felületszerelt alkatrészek gépesített forrasztási technológiájaként alkalmazzák.



10. ábra. Furatszerelt alkatrészek hullámforrasztása⁷

A felületszerelt (SMD) alkatrészeket a hullámforrasztás előtt ragasztással rögzítik.



11. ábra. Felületszerelt SMD alkatrész hullámforrasztása⁷

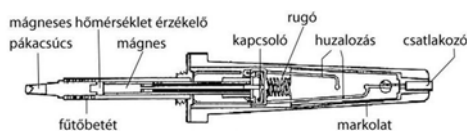
- **Kemenceforrasztás:** A megtisztított, fogyasztószerrel és forrasszal ellátott alkatrészeket összeillesztik és a pontosan beállított hőmérsékletű kemencébe teszik. A forrasztást védőgáz alatt végzik.
- **Lángforrasztás:** Olyan rejtett kötések forrasztása is elvégezhető ma már, amelyhez egyébként hővezetéssel melegítő eszköz nem férhetne hozzá.
- **Fénnyel végzett forrasztás:** Az energiát sugárzásként, érintkezés nélkül juttatják a forrasztási helyre. Infravörös sugarak, látható fény vagy lézersugarak az energiahordozók, amiket lencsékkel fókuszálnak a forrasztási helyre.

⁷ Forrás: http://www.elect2eat.eu/elect2eat.eu/Components/index_hu.html Letöltés: 2010.09.06

- **Indukciós forrasztás:** Nagyfrekvenciás árammal indukált energiát hasznosítja.

A kézi forrasztáshoz a mai napig leggyakrabban forrasztópákát használnak:

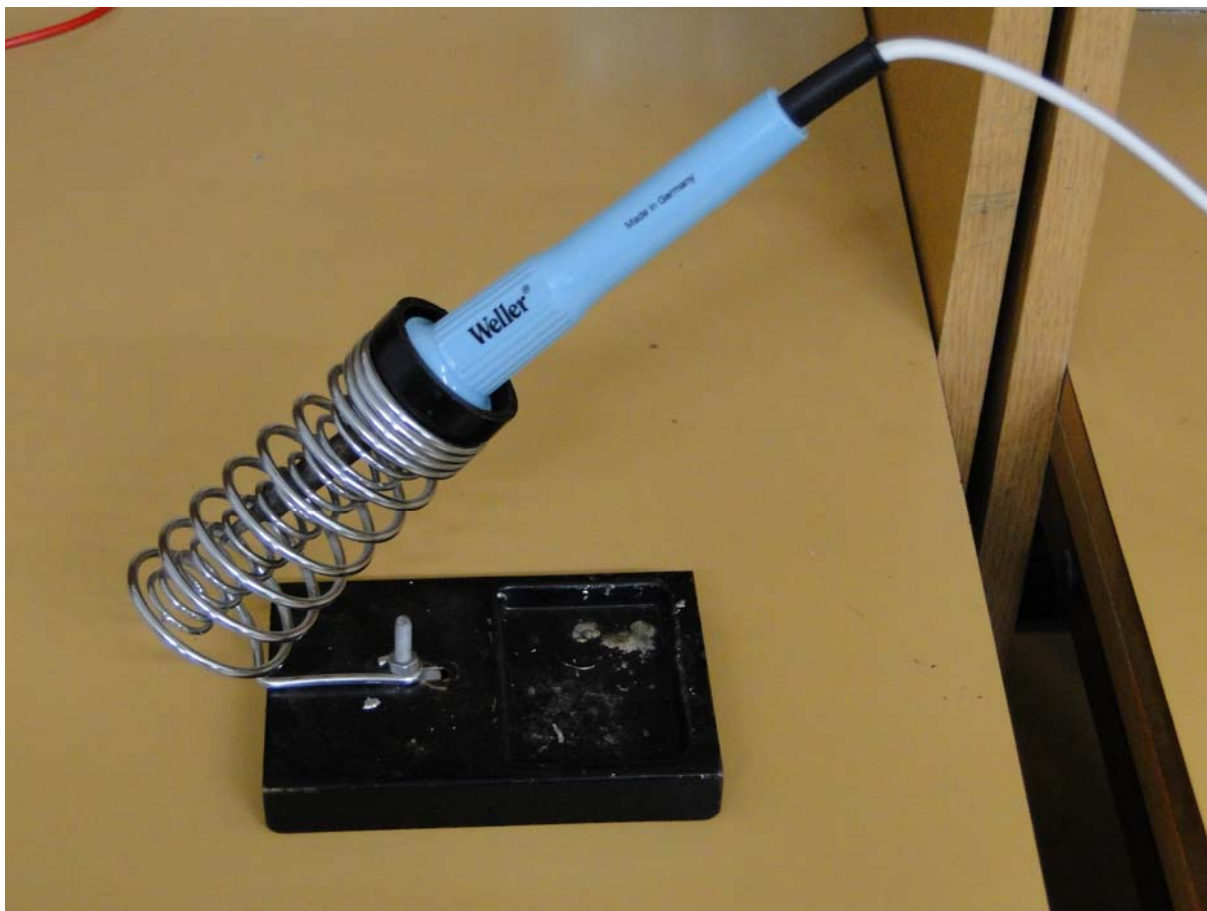
Forrasztópáka: Feladata, hogy felmelegítse és megömlessze a forraszhuzal végét. Viszonylag egyszerű eszköz, két fő része a pákacsúcs és az azt tartó nyél. A pákacsúcsot beépített elektromos ellenállás-betéttel melegítik, és ez tárolja, valamint továbbítja a forrasztáshoz szükséges hőt. (12.ábra)



12. ábra. Forrasztópáka⁸

Villamos fűtésű, hőfokszabályozós pákák: A hőmérséklet szabályozós forrasztópákákban hőelemmel mérik a csúcs hőmérsékletét és így szabályozzák a fűtőszál hőmérsékletét.

⁸ Forrás: http://www.elect2eat.eu/elect2eat.eu/Components/index_hu.html Letöltés :2010.09.06



13. ábra. Hőfokszabályozós páka

- **Curie pontos:** a pákacsúcsot a Curie-pont fölé hevítjük, akkor a hőérzékelő elveszíti a mágnesezhetőségét és egy visszahúzó rugó hatására kikapcsolja a kapcsolót. Ha a pákacsúcs hőmérséklete a Curie pont alá esik, a hőérzékelő ismét mágnesezhetővé válik és behúzza a kapcsolót. Ezek a forraszcúcsok különböző formában és méretben, négyféle szabályozott hőmérsékletre (260–310–370–400 °C) készülnek.
- **Hődilataációs szabályozás:** Egy hőérzékelő rúd a hőmérséklet szerint változtatja a hosszát miközben egy mikrokapcsolót működtet. A mikrokapcsoló ki-be kapcsolja a fűtőszálat, ezzel biztosítja az állandó hőmérsékletet.
- **Elektronikus szabályozás:** Egy, a páka hegyébe épített termisztor szolgáltatja a hőmérsékletszabályzó automatikának a jelet, amivel a páka hőmérséklete fokozat nélkül szabályozható.

Speciális forrasztópákák:

- **Pillanatforrasztó** (pisztoly páka): Szakaszos üzemeltetésű. A páka hegye a szekunder oldalon rövidre zárja a transzformátort.



14. ábra. Pillanatpáka⁹

- **Hálózattól független pákák:** Vezeték nélküli forrasztópáka. A forrasztáshoz szükséges energiát akkumulátor biztosítja.

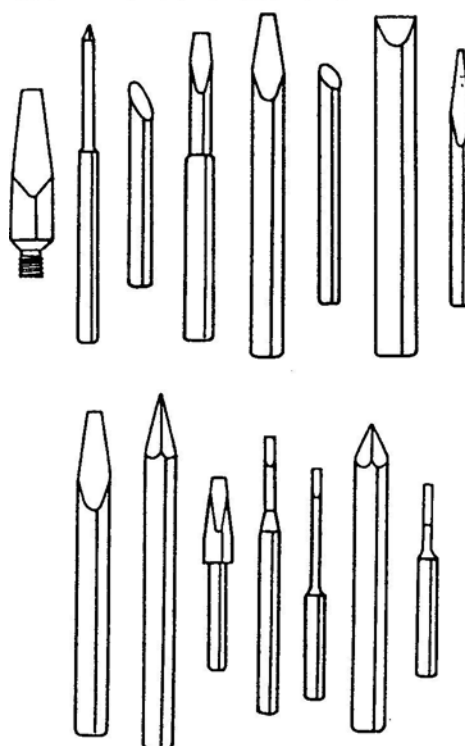


15. ábra Akkumulátoros forrasztópáka⁸

Pákacsúcsok: A forrasztópákák teljesítményét elsősorban a felhasználási területük szabja meg. A 15W-os pákák a kisméretű, míg a nagyobb 30–50 W-os pákák a nagyobb méretű alkatrészekhez elegendőek.

A pákacsúcs méretének elegendően kicsinek kell lenni ahhoz, hogy a forrszem látható maradjon forrasztás közben, és elegendően nagynak ahhoz, hogy a szükséges forrasztási teljesítményt át tudja adni. (16. ábra)

⁹ <http://www.hobbyrendeles.hu/index.php?&menu=250&op=1> Letöltés:2010-08-31



16. ábra. Pákcácsúcsok¹⁰

Az elektronikus alkatrészek kézi forrasztásának lépései:

1. Furatszerelt alkatrészek forrasztása:

- **Felületek tisztítása, alkatrész lábainak hajlítása:** A szerelő NYÁK lemezt és az alkatrész kivezetéseit meg kell tisztítani. Ezután az alkatrész lábait szükség esetén a szerelő NYÁK lemez furataihoz megfelelő méretűre kell hajlítani.
- **Alkatrész beültetés:** A megtisztított és megfelelő méretűre hajlított alkatrész lábakat beültetjük a hordozó furataiba. Ha szüksége az alkatrész kivezetéseit a forrasztási oldalon is meghajlítjuk azért, hogy az alkatrészt rögzítsük a forrasztás idejére.
- **Folyasztószer adagolás:** Folyasztószert adagolunk a forrszemre és a kivezetésekre.
- **Forrasztópáka csúcsának előkészítése:** A pákcácsúcs tiszta és frissen ónozott legyen forrasztás előtt. Forrasztás közben a forrasztandó felülethez olyan szögben kell hozzáérinteni, hogy a forrasztás szemmel követhető legyen.

¹⁰ Forrás: Dr Ripka Gábor: Felületi szereléstechnológia Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1990

- **A hő közlése:** A felmelegített pákacsúcsot hozzá kell érinteni a forrasztási felülethez. A pákacsúcsot az alkatrész kivezetés és a forrszem találkozási pontjához kell érinteni. Addig kell ott tartani, amíg a forrasztandó felületek teljesen át nem melegednek. Ezután forraszanyagot kell adagolni. A forrasznak kellőképpen nedvesítenie kell a felületeket. Nedvesítés után a forrasztópáka csúcsát el kell távolítani.



17. ábra. Felületszerelt alkatrész forrasztása¹¹

- **Sok-kivezetős alkatrészeknél** az átellenes kivezetéseket forrasztjuk be először, hogy rögzítsük alkatrészt.
- **Lehűtés:** A pákacsúcs eltávolítása után a megolvadt forrasz megdermed és létrejön a kötés. A pákacsúcs eltávolítása után meg kell várni, amíg a forrasztott kötés lehűl (nem szabad mozgatni). Ellenkező esetben *hidegkötést* kapunk.
- **Alkatrész lábainak méretre vágása:** A forrasztás után a túl hosszú alkatrész kivezetéseket le kell vágni.
- **Folyasztószer** maradványinak eltávolítása, a beültetés utolsó lépése.

2. Felületszerelt alkatrészek forrasztása – pákával

Felületszerelési technológiánál pákával ritkán dolgozunk

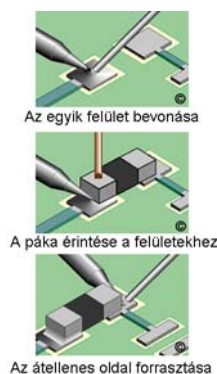
- **Folyasztószer adagolása:** A megfelelő tisztítás után folyasztószer adagolása a forrasztási felületre. (A FLUX tollal tegyünk egy pöttyöt a forrasztási felületre!)
- **Forrasz felvitele:** A forrasztópákát töröljük meg a nedves szivacson, majd a forrasztón huzalból juttassunk egy kicsit a pákahegyre, és azonnal ónozzuk be vele az egyik PAD-et! Azért kell ezt a műveletet gyorsan végezni, mert ha sokáig a pákán marad az ón, elpárolognak belőle fontos alkotórészek, és salakos, trutymós kinézete lesz megszilárdulás után. Az ilyen ón rosszul folyik, és nem futja be rendesen a felületet. Ezután ismét FLUX-ozzuk be a felületet!

Először az alkatrész egyik oldalát forrasztjuk be!

¹¹ Forrás: http://www.elect2eat.eu/elect2eat.eu/Components/index_hu.html Letöltés: 2010.09.06

- **Alkatrész beültetése:** Csomagoljuk ki az alkatrészt, és helyezzük a PAD-ek fölé! Az alkatrész beültetésénél vigyázzunk, hogy ne mozdítsuk el az alkatrészt! A beültetésnél felülről finoman támasszuk meg az alkatrészt, vigyázva, hogy el ne mozduljon! A forrasztópákával ömlesszük újra a PAD-en lévő önt, így az alkatrész összeforrasztódik a PAD-del és újra vízszintes helyzetbe kerül.

Figyelem! Tilos az alkatrész tetejét erősen nyomni! Az ellenállások fémréteg mintázatát csak egy igen vékony lakkréteg választja el a külvilágtól, amelyet könnyen megsérthetünk egy erős nyomással vagy egy hegyes csipesszel.



18. ábra Felületszerelt alkatrész forrasztása¹²

- **Másik oldal beförasztása:** Miután az előző oldalon a forrasztás megkeményedett, és ezzel létrejön a forrasztott kötés, melegítsük az alkatrész másik kivezetésénél lévő PAD-et is, és hangyányi ón adagolásával forrasztjuk be!
- **Folyasztószer** maradványinak eltávolítása. Szükség esetén tisztítsuk meg a forrasztott kötések és ellenőrizzük a forrasztásokat!

Forrasztáskor ügyeljünk a forrasztás hőmérsékletére és időtartamára!

SZINKRON DECIMÁLIS SZÁMLÁLÓ, DIGITÁLIS ÁRAMKÖRÖK JELLEMZŐI

Számlálók

A számlálók alapvetően kétfélek lehetnek a flip-flopokat vezérlő órajel kapcsolódása alapján.

¹² Forrás: http://www.elect2eat.eu/elect2eat.eu/Components/index_hu.html 2010.09.06

- **Aszinkron számlálók** esetén az órajelet csak az első flip-flop kapja meg. A többi flip-flop órajelet az előző flip-flopok kimenő jele szolgáltatja. A számlálás irányát két dolog határozza meg:
 - A flip-flop az órajelet milyen élére (átmenetére) billen
 - A flip-flopot az előző flip-flop ponált vagy negált kimenete vezérli
- **Szinkron számlálók** esetén az összes flip-flop ugyanazt az órajelet kapja. A számlálási állapotokat a flip-flop aszinkron vezérlő bemeneteire adott vezérlő jelek határozzák meg. Szinkron számláló tervezésénél tulajdonképpen egy olyan kombinációs hálózatot tervezünk, ami a flip-flopok bemenetén előállítja a megfelelő vezérlő jeleket.

A decimális számlálást megvalósító szinkron számláló **állapot átmeneti táblája** :

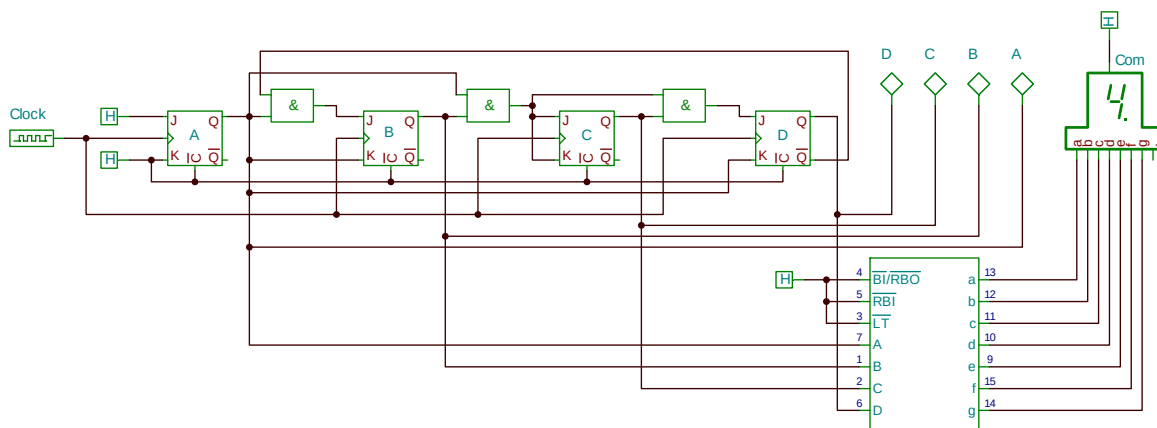
n-dik állapot				Flip-flopok								(n+1)-dik állapot			
D	C	B	A	J _D	K _D	J _C	K _C	J _B	K _B	J _A	K _A	D	C	B	A
0	0	0	0	0	H	0	H	0	H	1	H	0	0	0	1
0	0	0	1	0	H	0	H	1	H	H	1	0	0	1	0
0	0	1	0	0	H	0	H	H	0	1	H	0	0	1	1
0	0	1	1	0	H	1	H	H	1	H	1	0	1	0	0
0	1	0	0	0	H	H	0	0	H	1	H	0	1	0	1
0	1	0	1	0	H	H	0	1	H	H	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0	H	H	0	H	0	1	H	0	1	1	1
0	1	1	1	1	H	H	1	H	1	H	1	1	0	0	0
1	0	0	0	H	0	0	H	0	H	1	H	1	0	0	1
1	0	0	1	H	1	0	H	0	H	H	1	0	0	0	0

Az állapot átmeneti táblából meghatározható **flip-flop vezérlési függvények**:

Vezérlési függvények J vezérlő bemenet K vezérlő bemenet

D flip-flop	$J_D = CBA$	$K_D = A$
C flip-flop	$J_C = BA$	$K_C = BA$
B flip-flop	$J_B = D_{\text{negált}}A$	$K_B = A$
A flip-flop	$J_A = 1$	$K_A = 1$

A számlálást megvalósító kapcsolási rajz:



19. ábra. Szinkron decimális számláló

A digitális áramkörök legfontosabb jellemzői:

- **Logikai szintek:** A logikai 0 és a logikai 1 feszültség szintje milyen. A jelszintek nagyságát a katalógusok mindig valamilyen tűréssel adják meg, amelyen belül kell maradniuk a szinteknek megengedett terhelés változások, tápfeszültség változás, hőmérséklet változás stb. hatására.
- **Zajtartalék (Noise margin):** Azt a jeltartományt (feszültség tartományt) jelenti, amelyen belül a logikai szint a rázsuperponálódott zavar jellel ingadozhat anélkül, hogy téves működés jönne létre. Értékét log.0 -ban és log. 1 -ben is megadják.

Egy áramkör zajtartaléka abból a szempontból jellemzi az áramkört, hogy mennyire érzékeny a zavarokra.

- **Teljesítmény disszipáció (felvett tápteljesítmény PD):** Alapvető, a felhasználási területet nagymértékben meghatározó egyenáramú jellemző. A felvett tápáram és tápfeszültség szorzata. Minél kisebb a felvett teljesítmény annál kisebb teljesítményű tápegység szükséges.
- **Jelterjedési késleltetési idő (propagation delay):** A bemeneti vezérléstől a kimenet log0-ba (t_{pd0}) vagy log1-be (t_{pd1}) ugrásáig eltelt késleltetési idő.
- **Kimenet meghajtó képessége (fan out):** Értékét log.0-ban és log.1-ben is megadják. Megadja, hogy egy áramköri kimenet hány saját családjához tartozó áramkör bemenetet képes meghajtani.

- A forrasztás szerszámainak és eszközeinek használata,
- A forrasztáshoz szükséges anyagok használata,
- Mennyiségérzék,
- Az elektronikai méréseknél alkalmazott mérőműszerek használata (oszilloszkóp, digitális multiméter, funkció generátor)
- Digitális áramkörök mérése
- Számolási készség.

A témakörhöz tartozó ismeretek gyakorlati alkalmazásához szükséges az alábbi személyes (SZe), társas (Tá) és módszer (Mo) kompetenciák fejlesztése:

- Logikus gondolkodás (Mo)
- Látás (Tá)

Az ajánlott tevékenységforma a tananyag feldolgozása során:

A feladat végrehajtása összetett tudást igényel. Ehhez forrasztási és digitális technikai és mérés technikai ismeretekre van szüksége.

- Olvassa el figyelmesen a tananyag furatszerelt elektronikai alkatrészek forrasztására vonatkozó technológiai leírásokat!
- Az internet segítségével dolgozza fel az E-tanulás alapú képzés és továbbképzés az elektronikai szereléstechológia témakörben ide vonatkozó fejezeit. Tanulmányozza az ott látható rajzokat (www.elect2eat.eu) !
- Tanári irányítással próbapanelen végezzen forrasztási gyakorlatokat különböző aktív és passzív alkatrészek be- illetve kiforrasztására!

A gyakorlati feladatok végrehajtásánál maximálisan tartsa be a munka- és balesetvédelmi szabályokat!

- Tanulmányozza át Szűcs László: Digitális áramkörök című könyvéből a szekvenciális hálózatok tervezésével kapcsolatos ismereteket.
- Zsom Gyula: Digitális technika I. című könyvéből nézzen utána a digitális áramkörök legfontosabb jellemzői jelentéseinek.
- Elevenítse fel a villamos mérőműszerek használatával kapcsolatos ismereteit! Különös tekintettel az oszcilloszkóp, függvénygenerátor és digitális multiméter használatára.
- Tervezze meg a számlálót!
- Gyűjtse össze a számláló realizálásához szükséges alkatrészeket és anyagokat!
- Tanári irányítással mérje meg az áramkör jelszintjeit, teljesítményfelvételét, a kapuk késleltetését.
- Vegye fel az áramkör állapotait!

Mérés során tartsa be a munka és- balesetvédelmi szabályokat!

Önállóan oldja meg az "Önellenőrző feladat" című fejezet gyakorló feladatát és ellenőrizze tudását a " Megoldások " című fejezet áttanulmányozásával.

Bővítse tudását!

Végezzen kutatómunkát az alábbi témakörökben!

- Stencilkészítési technológiák
- Szelektív forrasztás
- Ólommentes forrasztás –előnyei, –hátrányai

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1.feladat

Állítsa össze próbapanelen a 19. ábrán látható szinkron decimális számláló kapcsolását. Ábrázolja a kapcsolás kimenő jeleit az órajel függvényében!

A mérést kétcsatornás oszcilloszkóp segítségével végezze el!

Az idődiagramból vegye fel a számláló bináris állapotait!

2. feladat

Mérje a kapcsolás teljesítményfelvételét! (Indokolja meg, hogy a különböző számlálási állapotokban miért változik a teljesítményfelvétel!)

Mérje meg a logikai 0-hoz és a logikai 1-ez tartozó feszültség szinteket az áramkör kimenetén! (A méréshez válassza meg a mérőműszert!)

3. feladat

Készítse el a decimális számláló kapcsolás nyomtatott áramköri (NYÁK) tervét!

A kapcsolás alkatrész oldala .

A kapcsolás forrasztási oldala.



4. feladat

Készítse el a NYÁK lemezt !

Forrassza be a kapcsolás alkatrészeit a beültetési rajznak megfelelően !



5. feladat

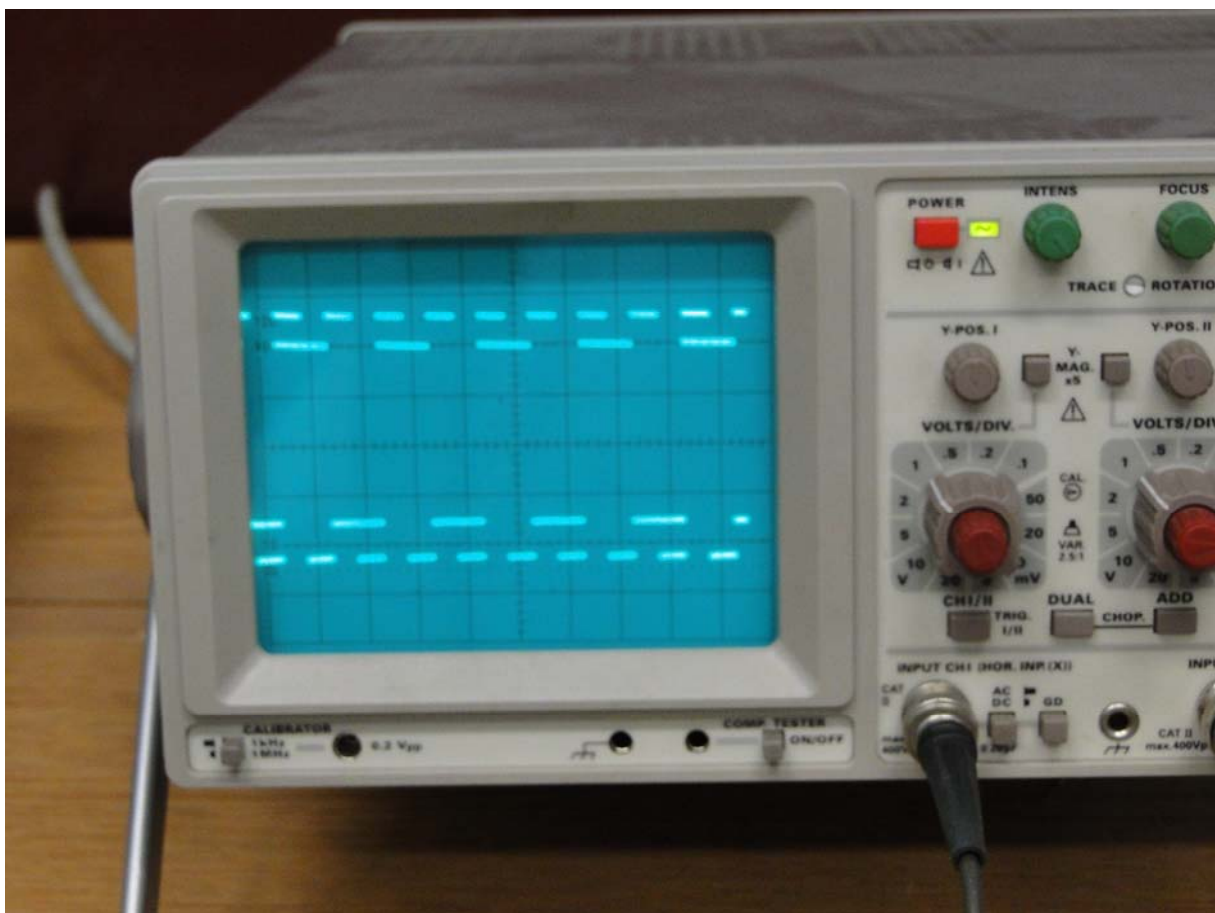
Élessze fel a kapcsolást!

A tápfeszültség és az órajel csatlakoztatása után ellenőrizze a kapcsolat működését a hétszegmenses kijelző és a LED diódák segítségével!

MEGOLDÁSOK

1.feladat

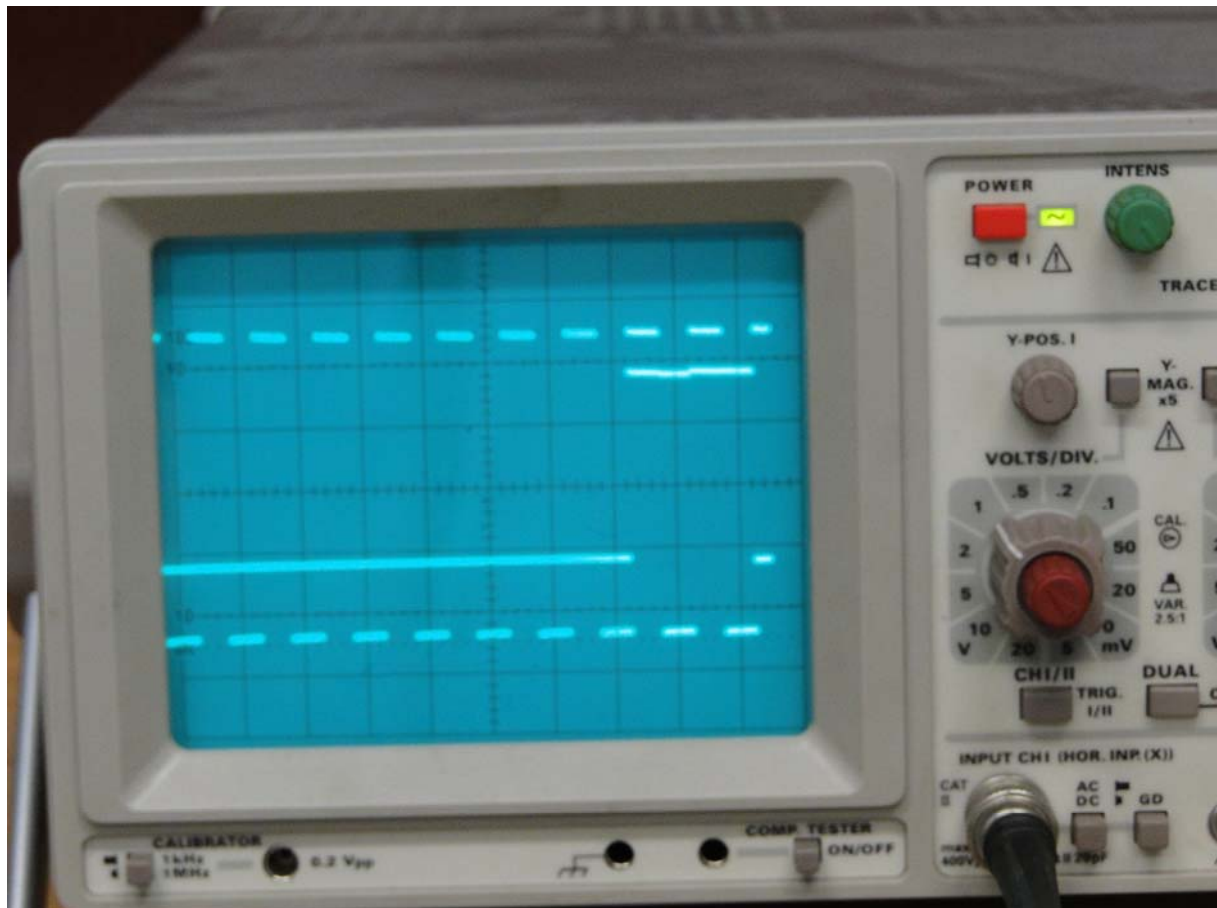
Az kétsugaras oszcilloszkóp egyszerre két jel egyidejű mérésére alkalmas. Ahhoz, hogy a számláló jelalakját felrajzoljuk, külön-külön kell megvizsgálnunk minden kimenetet. A legjobb, ha mindegyik kimenetet az órajelhez képest vizsgáljuk. Ahhoz, hogy az oszcilloszkóp képernyőjén az egyszerre vizsgált két jel elkülöníthető legyen vagy toljuk el az egyik jel vízszintes tengelyét, vagy az egyik jel amplitúdóját vegyük kisebbre. Ez utóbbi módszerrel kapott jelalakokat láthatjuk a 20. ábrán



20. ábra. A Q_A Kimenet idődiagramja

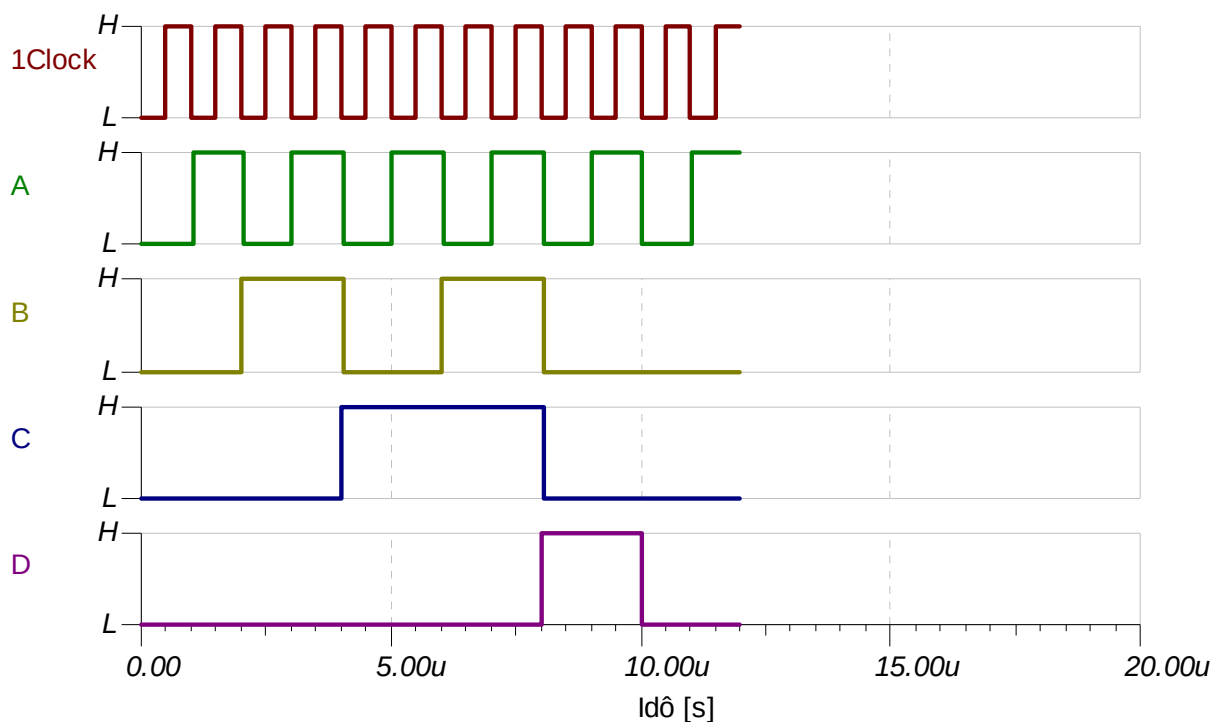
A Q_B és Q_C kimenetek jelalakjai jellegre a Q_A kimenetével megegyeznek, csak a frekvenciájuk csökken mindig felére az előző kimenő jel frekvenciájához képest.

A 21. ábrán a legnagyobb helyi értékű Q_D kimenő jele látható az órajel függvényében. Az oszcilloszkópról leolvasható, hogy a Q_D csak nyolc órajel periódus után lesz aktív, amikor a számláló felveszi a 8-as állapotot. A 9-es állapot után (két órajel periódus múlva) ismét visszatér alacsony (log. 0) szintre.



21. ábra. A QD kimenet idődiagramja

Az oszcilloszkóp ábrák segítségével felvett idődiagram



22. ábra A decimális számláló idődiagramja

Az idődiagramból felvehető bináris állapotok:

Q _D	Q _C	Q _B	Q _A
0	0	0	0
0	0	0	1
0	0	1	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	0	1
0	1	1	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	0	1
0	0	0	0

2. feladat

A kapcsolás teljesítményének felvételét a tápfeszültség és a tápáram mérésére vezetjük vissza.

A tápfeszültség értéke a beállított 5V.

A tápáram felvétel 95 és 106 mA között mozog attól függően , hogy milyen állapotot vesz fel számláló. A felvett állapottól függ ugyanis, hogy a hétszegmenses kijelző melyik szegmense világít és a LED-ek közül melyik nyit (világít).

Az elektronikai tervezésben mindig a legrosszabb (Worst Case) esetet kell figyelembe venni. Ezek figyelembe vételével $P_f = U_t \cdot I_t$ $P_f = 0,53W$.

A logikai szintek vizsgálatánál a digitális feszültségmérő helytelen eredményt adna.

Oka: A digitális berendezések órajeleként TTL szintű négyszögjelet használnak.

A digitális feszültségmérők a szinuszos jel effektív értékére vannak kalibrálva.

Helyes eredményt akkor kapunk, ha oszcilloszkóppal mérjük a logikai szintek feszültségét, vagy különböző szintű egyenfeszültségek hatására vizsgáljuk a kimenet feszültség szintjeit.

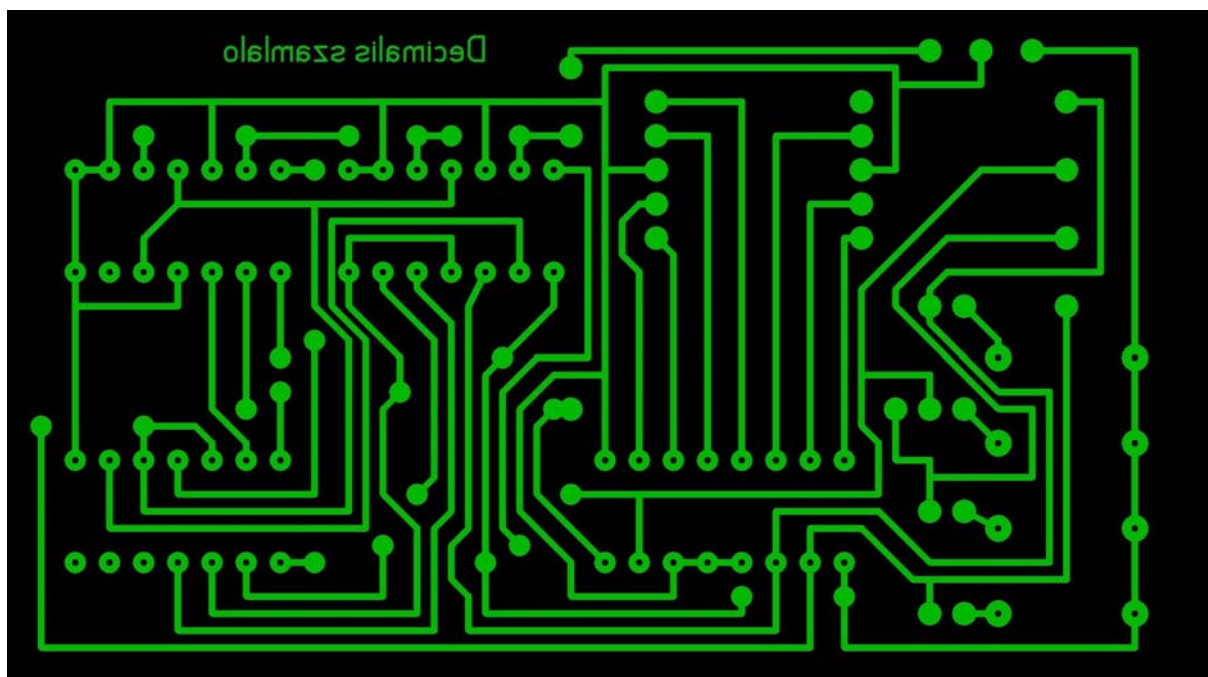
$Log1 = 3,7 V$

$Log0 = 0,18 V$

A mérés pontosságának növelése érdekében feszültségmérésnél az oszcilloszkópot a lehető legnagyobb érzékenységre állítsa be!

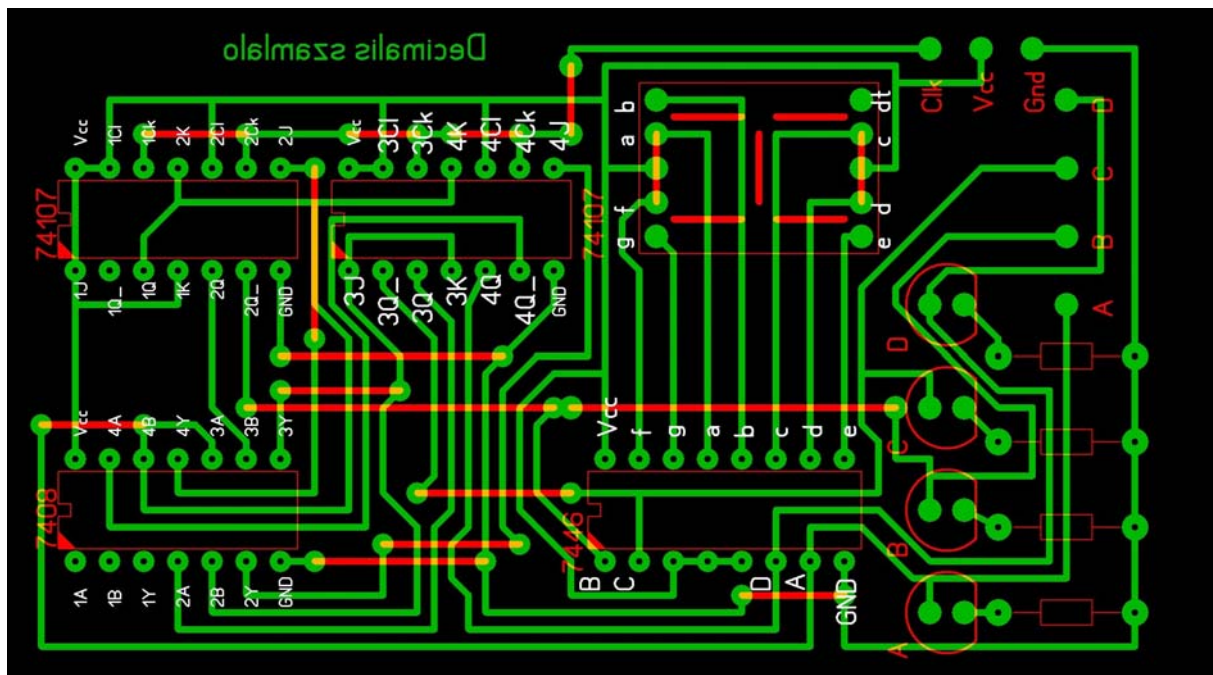
3. feladat

A decimális számláló NYÁK rajza számítógépes tervező rendszerrel előállítva: A nyomtatott áramkör forrasztási oldala:



23. ábra. A NYÁK forrasztási oldala

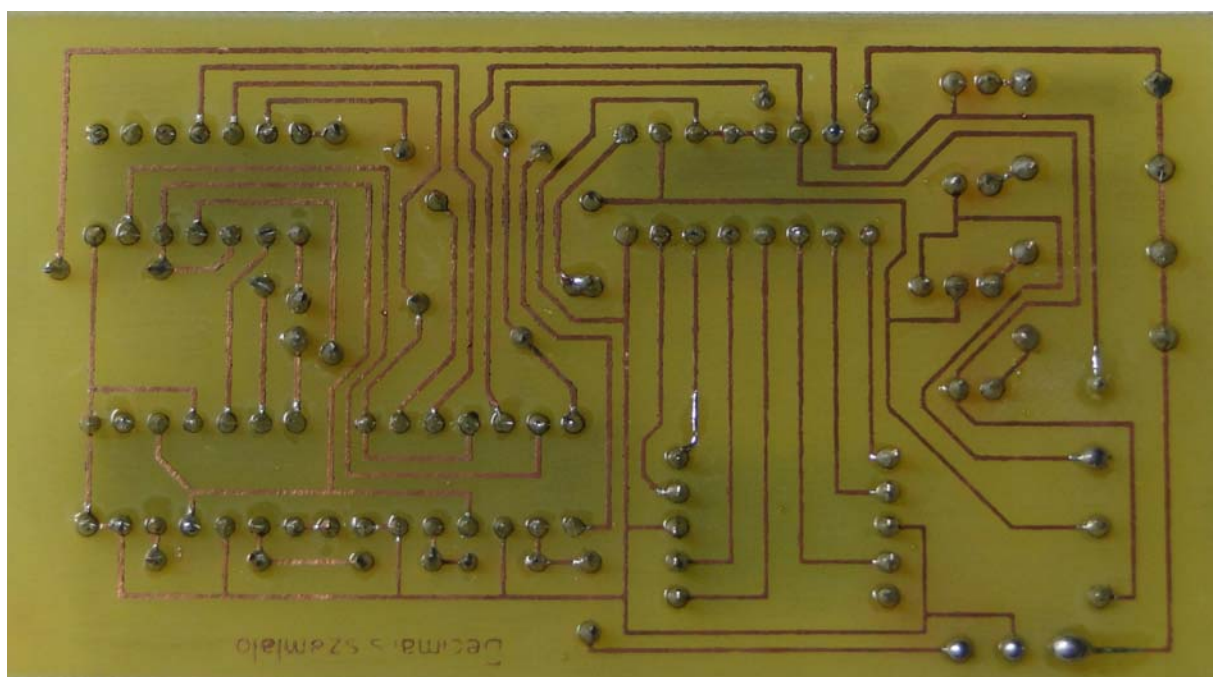
A nyomtatott áramkör beültetési oldalának rajza:



24. ábra A NYÁK beültetési oldala

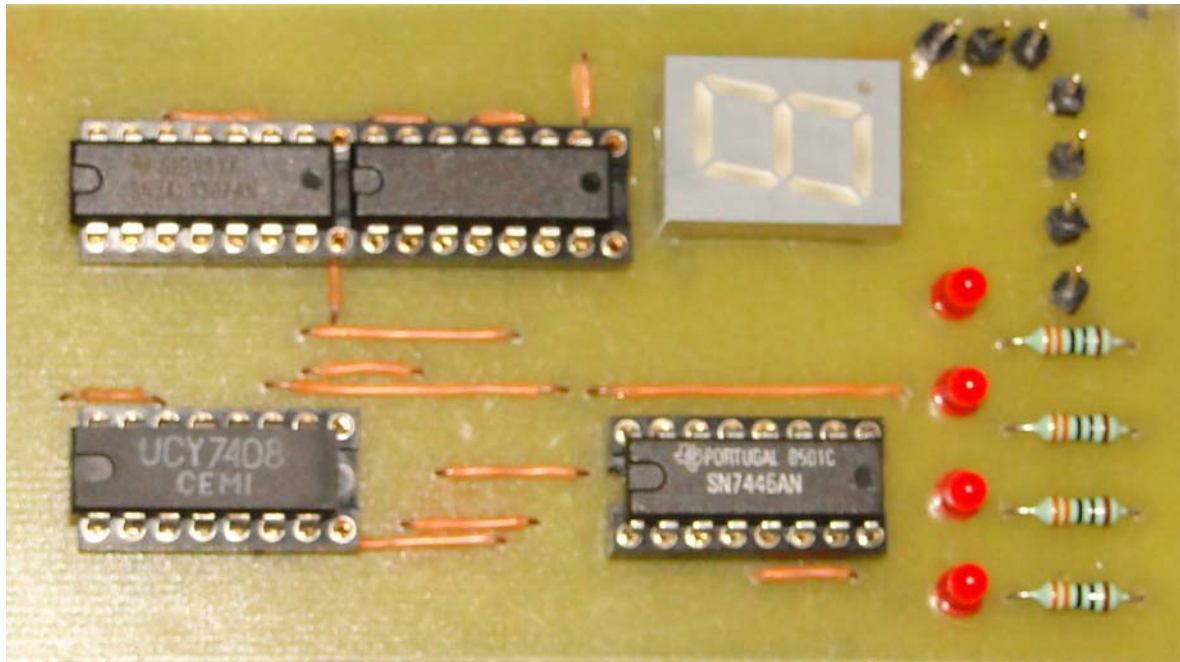
4. feladat

A kész NYÁK lemez forrasztási oldala:



25. ábra. A kész NYÁK forrasztási oldala

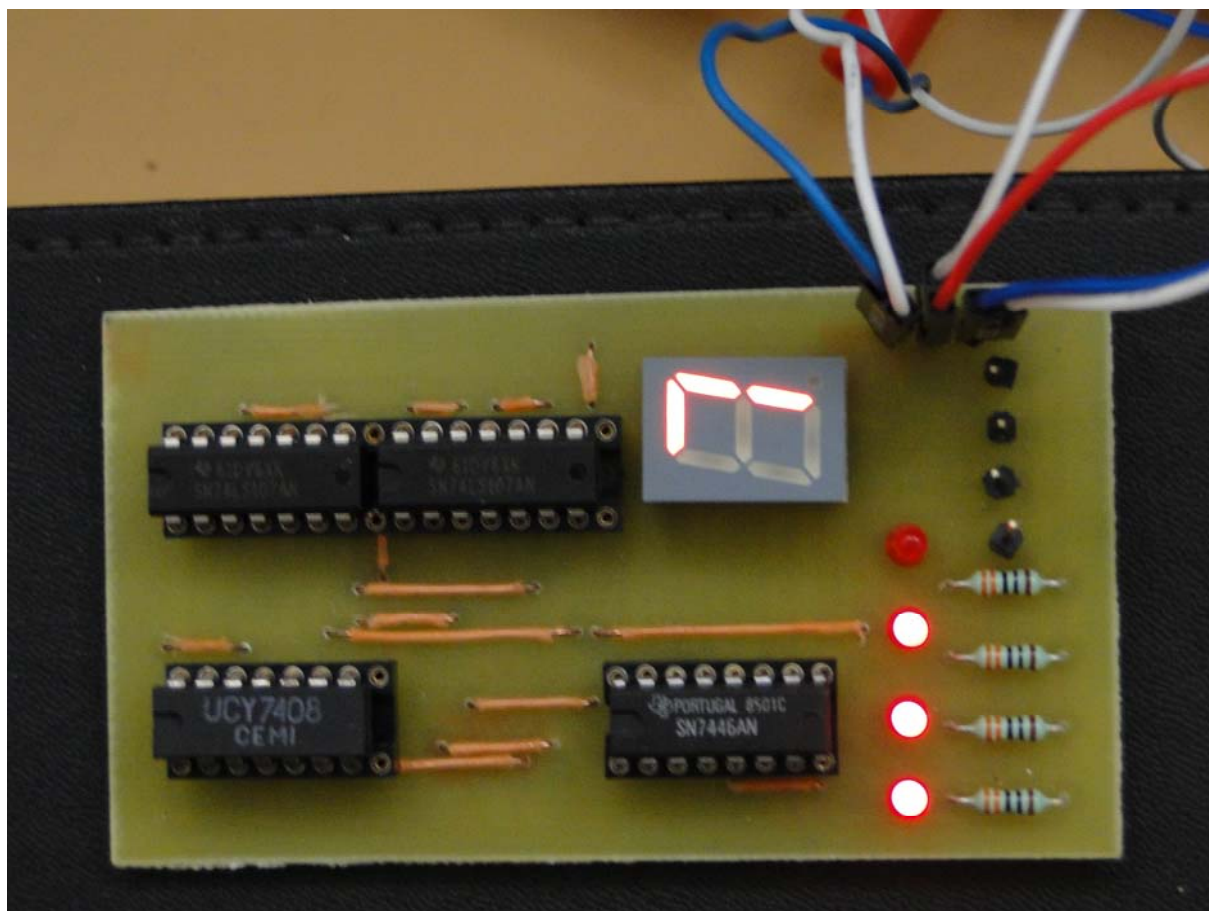
Az elkészített áramkör NYÁK lemezének beültetési oldala:



26. ábra. A kész NYÁK beültetési oldala

5. feladat

A felélesztett és működőképes áramkör



27. ábra. A "felélesztett" áramkör működés közben

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

Dr. Ripka Gábor : FELÜLETI SZERELÉSTECHNOLÓGIA

Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1990

Kovács Csongor: Digitális elektronika alapjai

General Press Kiadó ,Budapest, 2010

AJÁNLOTT IRODALOM

Sajtó Ernő: Lágyforrasztás az elektronikában

Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1990

A(z) 1396–06 modul 009–es szakmai tankönyvi tartalomeleme
felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
31 522 01 0000 00 00	Elektromos gép- és készülékszerelő

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:
12 óra

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1–2008–0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210–1065, Fax: (1) 210–1063

Felelős kiadó:
Nagy László főigazgató