

## Táp.1. Tápellátási kérdések

A digitális IC-k - áramfelvétele nagy meredekséggel változik. Különösen így van ez a korszerű CMOS logikáknál, melyek nyugalmi árama (amikor nincs jelváltozás) kicsi, néhány  $\mu\text{A}$ , az átmenetknél pedig az áramfelvétel nagy, értékre  $n\text{mA}$ , és gyorsan megnő. Az áram csúcsok ideje rövid, 10-50 ns nagyságrendjébe esik, viszont ezen idő alatt nagy  $Q$ -t [As], vagyis töltésmennyiséget igényelnek.

Az elmondottakra jó példák a dinamikus memóriák áram felvételi diagramjai. Lásd a memóriák fejezet ezt bemutató ábráját.

A gyors áramváltozások a működésben több szinten jelentenek problémát:

- Az összes áram átfolyik a közös földvezetéken és a tápvezeté(ke)ken
- A föld a rendszerben referencia feszültségpontnak számít, ezért a működés szempontjából minden rajta megjelenő zavar a rendszer működését hátrányosan befolyásolja.
- A felhasználás és a tápegység viszonylag "messze" vannak egymástól.

Valós áramköröknél az elektromos hatás  $\sim 10\text{-}20$  cm/ns sebességgel terjed. (Vigyázat! Az elektronok messze nem mozognak ilyen sebességgel a vezetékben). Ha 50 cm-nek tételezzük fel a felhasználás és a tápegység távolságát, ami egy reális közeli elhelyezést jelent, akkor az igényváltozástól a táplálás megváltoztatása 1 m-re van, ami 5 ns időt jelent. Ha a tápegység 0 idő alatt reagálna, ami persze nincs így, akkor is egy 5 ns-os áramhiánnyal kellene számolni.

A földvezetéken  $U_i = -L_{00} * \frac{di}{dt}$  feszültségugrás keletkezik. A referenciaföld elmozdul.

Szemléltetésül nézzünk egy számpéldát:

Legyen a vezeték inductivitása 100 nH, az áram változás 100 mA és a változás ideje 5 ns,

akkor  $100 * 10^{-9} \frac{100 * 10^{-3}}{5 * 10^{-9}} = 2\text{V}$  feszültségugrás áll elő, ami megegyezik a logikai "1" minimális szintjével. Ez a logikai körben roppant nagy feszültség, és az áramigény változásunk sokszor meghaladja a 100 mA-t.

Mit tudunk tenni?

- Csökkenteni az  $L_{00}$  öninduktivitást
- Csökkenteni a vezetéken fellépő áramigény változás sebességét

Nézzük először az inductivitás csökkentési lehetőségét!

A vezeték, vagyis egy egymenes tegercs inductivitása:

$$L = \mu_r * \mu_0 * \frac{l}{A}$$

Ahol,  $\mu_0$  a vákuum permeabilitása, természeti állandó

$\mu_r$  = a vezeték körülvevő közeg relatív permeabilitása. Esetünkbe ez levegő, ahol is a  $\mu_r = 1$ , ez nem csökkenthető. (a szigetelők  $\mu_r$  értéke is 1 körül van)

$l$  = a vezeték hossza. A berendezés konstrukciója (geometriája) megszabja. A túlzott hosszúságnövekedést meg kell akadályoznunk, de érdemi csökkentésre nincs mód.

$A$  = vezeték által befogott keresztmetszet. Ezt módunkban áll a használt vezeték átmérőjének helyes megválasztásával bizonyos határok mellett növelni, vagyis ezzel a beavatkozással az inductivitást csökkenteni.

Vezetéknél megnöveljük annak geometriai keresztmetszetét. A felvett áram, ha pl. 300 mA nyugalmi áram mellett számolunk a 100 mA változással, a rosszul hűlő helyekre megengedett  $2,5 \text{ A/mm}^2$  áramsűrűség mellett ( $A$ minél sajnos sokszor nagyobb megengedett áramra

számolnak) csak  $0,16 \text{ mm}^2$  vezeték keresztmetszetet igényelne, ami helyett, ha a szabványos  $1,5 \text{ mm}^2$ -es vezetéket használjuk közel 1/10-ére csökkentjük az indukciót.

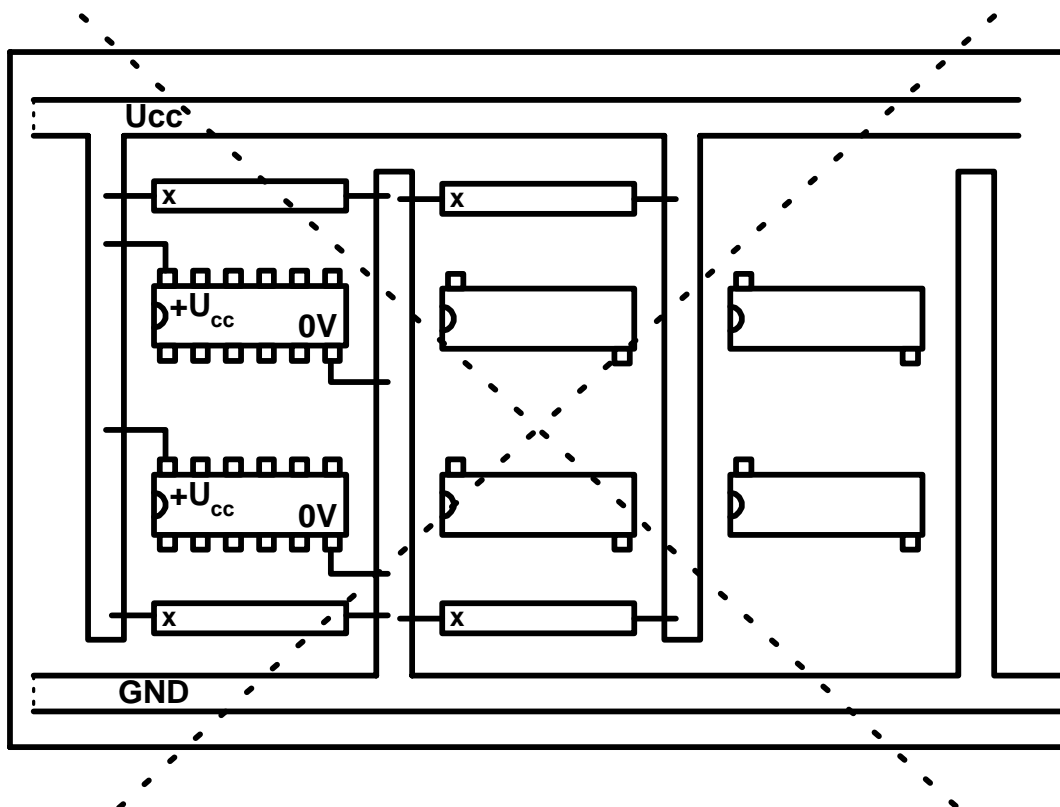
**NYÁK-on** a betáplálási pont és a legtávolabbi felhasználás helye adott, a vezeték hosszúsága érdemben nem csökkenthető. A rézfólia vastagsága technológiailag adott. Az áramsűrűség a jó hűlés miatt  $15 \text{ A/mm}^2$ -nél nagyobb is lehetne.

**Amit növelni tudunk, és kell is, L (az induktivitás) csökkentése miatt, az a fólia felülete.** Legnagyobb a fólia keresztmetszete, ha az egész NYÁK felületet beborítom vele. Ehhez külön réteg kell. Így jutunk a többrétegű úgynevezett multilayer NYÁK-hoz. A ma használatos minimális rétegszám 4 (vezetőrétegről van mindig szó, a szigetelő pedig mindig 1-el kevesebb rétegű). 1 réteg föld, 1 réteg táp, mindkettő az áramkör belsejében és 2 réteg a külső felületeken az összekötő vezeték, a logikai huzalozás számára.

A "tele föld" azon kívül, hogy az elérhető minimális induktivitást adja, árnyékoló szerepet is betölt, ezzel csökkenti a kártya zaj sugárzását és az egyes jelek közti áthallásokat.

Az összekötések jobb elhelyezése végett használnak 8-12, sőt akár 40 rétegű NYÁK-ot is, de mindig van külön föld és táp réteg, néha (és egyre sűrűbben) több is.

Tekintve, hogy a többrétegű NYÁK gyártás technológiája drága (egy 4 rétegű ára többszöröse a 2 rétegűnek) ezért sokszor elhagyják a földréteget, és persze a külön tápréteget is) és 2 rétegen próbálják a problémát megoldani. Az ilyenkor "szokásos" megoldás a "fésűs" föld táp kialakítás, ami **egyértelműen hibás**. Táp.1. ábra.



**x Szűrőkondenzátor  
(Tápláló kondenzátor)**

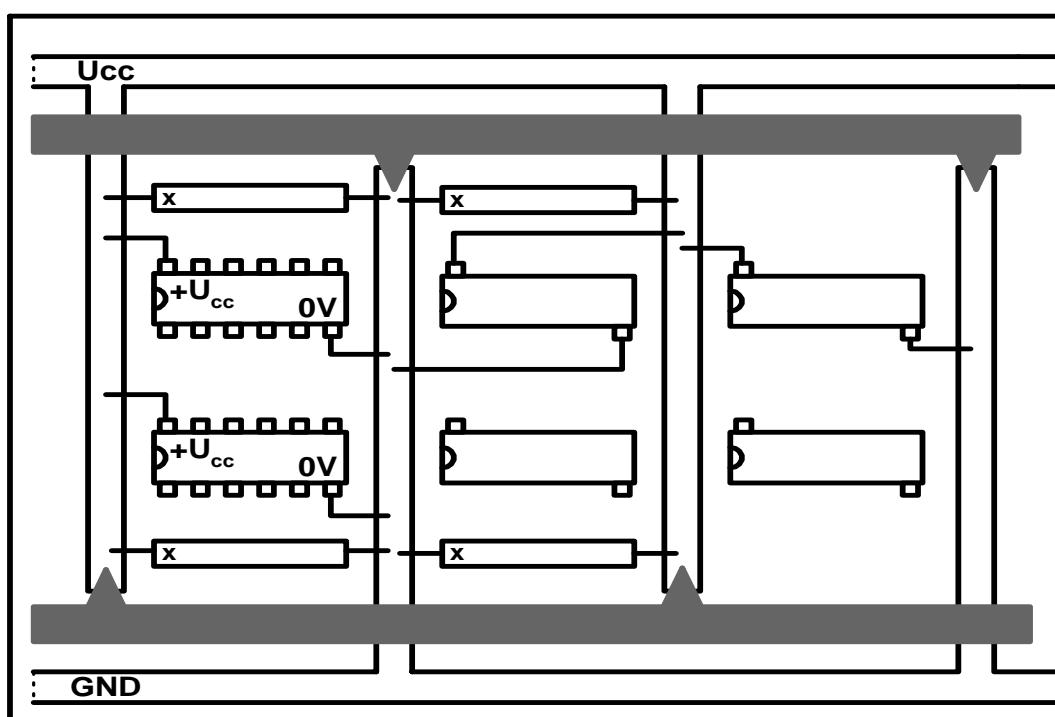
Táp. 1. ábra. Hibás föld-táp kialakítás kétrétegű NYÁK esetén

Ilyenkor két szomszédos sor földje "igen messze" kerül egymástól.

Egy a szerző által mért esetben a közel 300x300 mm-es kártyán a két szomszédos oszlop között ~ 20 mm volt a távolság, a jelvezetékek is kb. 25 mm volt, míg a két föld láb között ~ 500 mm volt a jelterjedési távolság.

Az "eredmény": áramfelvétel változáskor a két szomszédos IC földje között 1,5 ÷ 1,8 V különbség volt mérhető (más esetben ez több is lehet) és az állandóan L szinten lévő kimenetet, az érzékelő kapu tévesen rövid idejű, H szintű impulzusnak érzékelt.

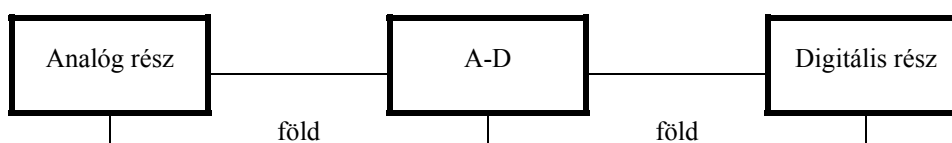
Az egyetlen szóba jöhető megoldás a kalickás földelés kialakítása volt. Szigetelt nagy keresztmetszetű vezetékkel, vagy tápsínnel (erre a célra készített fémlemez) a fésűk fogait több helyen összekötve mátrixszerű földelést, kalickát kialakítva teremtettük meg a megbízható működés feltételét. Ha nincs mód (pénz) a többrétegű NYÁK kialakítására, ez a kalickás megoldás kisebb áramköröknél, és nem a nagysebességű IC-nél, még elfogadható megoldást adhat. Táp.2. ábra.



**x Szűrőkondenzátor  
(Tápláló kondenzátor)**

Táp.2. ábra. "Kalickás" tápellátás kialakítása fóliázás és tápfeszültség sín használatával.

- Amennyiben egy kártyán digitális és analóg áramkör is található, a kettőt elkülönítve kell tervezni, a földjüket külön kialakítani és az A-D átalakítónál vagy a D-A átalakítónál egy ponton a gyártó ajánlását (Katalógusát!) messzemenően figyelembe véve összekötni. Táp.3. ábra.



Táp.3. ábra Digitális és analóg áramkör összekötésének vázlata

- Az áram változás meredeksége (mármint ami a tápellátó főlíákon és a földön végig folyik), és ezzel a feszültség ingadozás mértéke erősen csökkenthető, ha közvetlenül a felhasználás helyéhez legközelebb energiatároló kondenzátorokat helyezünk el. Ezt a helyes működéshez feltétlen szükséges kondenzátort általában szűrőkondenzátornak nevezik. Itt helyesebb lenne a **táplálókondenzátor** elnevezés. A kondenzátor minőségére különös igény nincs. Legrosszabb esetben is biztosítsa a minimálisan szükséges kapacitást és a már elmondott szempontok miatt, induktivitás-szegény kivitelű legyen.

$$C = \frac{Q}{U} = \frac{\Delta I \cdot \Delta t}{\Delta U} = \frac{0,1 \cdot 5 \cdot 10^{-9}}{0,1} = 5 \cdot 10^{-9}$$

Az előzőleg használt 100 mA áramváltozással, 5ns impulzus szélességgel és 0,1 V megengedhető feszültségváltozással számolva minimum 5 nF-os kondenzátorra lenne szükség. Tekintve, hogy valós esetben a  $\Delta t$  20-30 ns is lehet, a nagy integrálságú IC-ként minimum 100 nF esetenként akár 1000 nF  $\pm$  50 % tűrésű táplálókondenzátort használnak.

Nagy értékű (szűrő)kondenzátort igényelnek az adat leválasztó erősítők és a sínmeghajtó áramkörök is, pl. 74.245, valamint a számlálók.

Memória IC-k mellett nem ritka gyári előírás az 1500 nF sem.

Az energia tárolás lépcsős megoldásához tartozik, hogy IC soronként az ugyanígy a sorra számolt a  $n \cdot 10 \mu\text{F}$ , és a kártya tápcsatlakozó pontjaihoz  $n \cdot 100-1000 \mu\text{F}$  tantál elektrolit kondenzátort, elterjedt nevén "elkó"-t építenek be. Nagyobb hátlapokon  $n \cdot 1000 \mu\text{F}$  elhelyezése indokolt.

A tápegység puffer kondenzátora  $n \cdot 100\ 000 \mu\text{F}$  esetleg már F= Farad nagyságrendű alumínium elkó.

Az elkók "lassabban" reagálnak a töltés betöltésre (nagyobb a helyettesítő képben figyelembe vett soros ellenállásuk, így az időállandójuk), illetve a kivételre, mint a szilárd dielektrikumú kondenzátorok, viszont fajlagos kapacitásuk nagyobb. A tantál alapanyagú elkók nagyobb működési frekvenciájúak, kisebbek és persze drágábbak, mint az alumínium alapanyagúak.

A berendezés egyes részei különösen nagy mértékű zavaró jeleket termelnek, és ezek a tápellátáson keresztül eljuthatnak a berendezés ebből a szempontból kényes részeire is. Ez ellen hatásos védelmet jelent a nagy zajtermelő fokozatok tápfeszültségének felülvágó szűrőn keresztüli táplálása. Nagy zajtermelőnek számít, pl. a ma általánosan a digitális eszközökkel egy dobozba épített katódsugárcsőes monitor egység.

## Táp.2. Tápegység kiválasztás és használat szempontjai

Digitális berendezések áramellátásához szükséges tápegységeknek többnyire kapcsolóüzemű tápegységet használnak. A tápegységek nagy részét kereskedelmi forgalomból szerzik be. A tápegység kiválasztásnál, beépítésénél és használatánál több szempontot kell érvényesíteni:

- Először is a tápegységnek biztosítani kell a szükséges tápfeszültségeket.
- A digitális IC-k névleges működtető feszültségén kívül nemegyszer szükség van az egyéb funkciók ellátásához eltérő feszültségekre. Pl. - 5 V, + 12 V, - 12 V, stb. Hagyományosan e feszültségeket mindig a közös tápegység szolgáltatta. Nagyobb áramigény esetén ez ma is így van. Amennyiben azonban a szükséges egyéb tápfeszültség áramigénye csak néhány mA, úgy ma már nem egy esetben olcsóbb megoldás a minden tápfeszültséget szolgáltató nagy tápegység helyett a felhasználás helyére DC-DC átalakítót (konvertert) beépíteni, és

a "különleges tápfeszültséget" az általánosan használt fő tápfeszültségből itt előállítani. Egyes speciális feladatokra tervezett IC-k ezt külső elektrolit kondenzátorok segítségével saját maguk is megteszik. Pl. RS-232C adó-vevő IC-k.

- A tápegység által szolgáltatott áramnak mindenkor ki kell elégítenie a berendezés csúcsáram igényét. Ez a digitális áramkörök jellegzetes áramfelvétele miatt akár nagyságrenddel is eltérhet az átlagos áramfelvételtől.
- A tápegységeknek minden körülmények között (a rájuk megengedett bemeneti feszültség határok szélső értékeinél is) biztosítaniuk kell a feszültségek névleges értékek közt tartását. Ez tipikusan  $\pm 5\%$  de lehet  $10\%$ , illetve  $1-2\%$  is.
- A tápegységeknek önmagukban is meg kell felelniük a zavar védettségre és főleg a zavar kibocsátásra vonatkozó előírásoknak. Nem egy digitális berendezésben a kapcsoló üzemű tápegység a fő zavar forrás, ezért ez lényeges kikötés.
- A tápegységeknek önmagukban is teljesíteniük kell az életvédelmi előírásokat. Ezért sok tápegységet árnyékoló és hozzáférés ellen védő fémdobozban forgalmaznak. A dobozon lévő nyílásoknak nem szabad akkora méretűek lenniük, hogy rajta keresztül a veszélyes feszültség értékekhez óvatlanul hozzá lehessen érni. A külön nem dobozolt tápegységeknél a beépítés helyén kell gondoskodni a végtlen hozzáérés elleni védelemről.
- A burkolatnak biztosítania kell a keletkező hő elvezetését. Ehhez sokszor a felületén hűtőbordát helyeznek el, illetve megfelelő légáramlást biztosító rácsozattal látják el.
- A tápegység beépítésekor nagyon fontos, hogy a hűtést szolgáló nyílásokat ne takarjuk el, és a dobozban is biztosítsuk a szabad, a hűtést szolgáló légáramlást. Nem egy készülék konstrukció csak azért mutat bizonytalan működést, mert nem kielégítő a működés során keletkezett hő elvezetése.
- **FONTOS SZABÁLY:** Kapcsoló üzemű tápegységet csak leválasztó transzformátor használatával szabad mérni.
- Amennyiben a tápfeszültség egy részét nagyobb egyenfeszültségből áteresztős stabilizátorral állítjuk elő (ez a mai vegyes áramköröknél gyakori igény) lényeges, hogy az előállítás a kártyára betáplálási ponthoz közel történjen. A föld bekötési sorrendben hiba, ha a terhelés előbb van, mint az áteresztős stabilizátor. Az áteresztős stabilizátorok után is feltétlen kell (itt) szűrőkondenzátor alkalmazása. E nélkül a stabilizátor akár be is gerjedhet. A minimális értéket a katalógusok megadják.

### Táp.3. Ellenőrző kérdések

1. Miért szükséges a "tápláló" kondenzátor? Milyen értékűek használatosak? 3 p.
2. Milyen felépítésűnek kell lennie a "tápláló" kondenzátornak? Miért? 3 p.
3. Miért szükséges a többrétegű NYÁK (Multilayer) használata? 3 p.
4. Milyen megoldást tud használni a tápellátási rendszer kialakítására, ha rosszul értelmezett takarékosági okokból nincs mód a többrétegű NYÁK használatára? Mit okozhat ez? 5 p.
5. Milyen eszközre van feltétlen szükség egy kapcsoló üzemű táp mérésekor? 2 p.
6. Mire kell méretezni, illetve választani digitális berendezés tápegységét átlag, vagy maximális áramfelvételre? 2 p.
7. Milyen megoldással lehet csökkenteni egy kapcsoló üzemű tápegység bekapcsolási rúgását? 2 p.

8. Milyen hibára gyanakszik, ha a berendezés az asztal egyik sarkán hosszabb működés után hibásan működik, míg máshova áthelyezve, a készülék működése kifogástalan? 2 p.
9. Milyen megoldásokat lehet alkalmazni, ha egy kártyán többféle tápfeszültségre van szükség? Mik ekkor a követelmények a magvalósítással szemben? 4 p.
- 5 p.

**Táp. 4. Felhasznált irodalom:**

**Táp. 5. Jegyzetek:**