

V_{CC} , V_{DD} és társaik – gondolatok az IC-k tápfeszültség-elnevezéseiről

Dr. Madarász László okl. villamosmérnök, madarasz@3lan.hu

Az integrált áramkörök lábkiosztását vizsgálva a tápfeszültség-csatlakozásoknál különféle jelöléseket látunk, pl. V_{CC} , V_{DD} . Megpróbáljuk követni ezek kialakulását, megvizsgáljuk, mit jelentenek, s azt, hogy mennyire következetesen használják ezeket a gyártók. A digitális integrált áramköröket sokféle szempont szerint lehet áttekinteni, most a tápfeszültség-jelölések szerint vizsgáljuk végig az áramköri csoportokat.

Az analóg és digitális integrált áramkörök egy vagy több tápfeszültséggel működnek. Ha egyetlen tápfeszültség elegendő az áramkör működtetéséhez, akkor angol nyelvű leírásban az áramkör lábkiosztásának rajzán V_S jelölheti a Voltage és a Supply angol szavak kezdőbetűiből kialakítva, magyar nyelvű katalógusban, leírásban ennek az U_T felel meg (a továbbiakban az angol nyelvű katalógusok jelöléseit használjuk majd). A másik pólust, a testelést 0 V vagy GND (a Ground angol szó rövidítése) azonosíthatja. Ha több tápfeszültségre van szükség, azokat sorszámozni lehetne (pl. V_{S1} , V_{S2} stb.). Az áramkörök gyártói azonban inkább különféle betűkombinációkat használnak a tápfeszültség-csatlakozás jelölésére.

A kezdetek, az első analóg IC-k

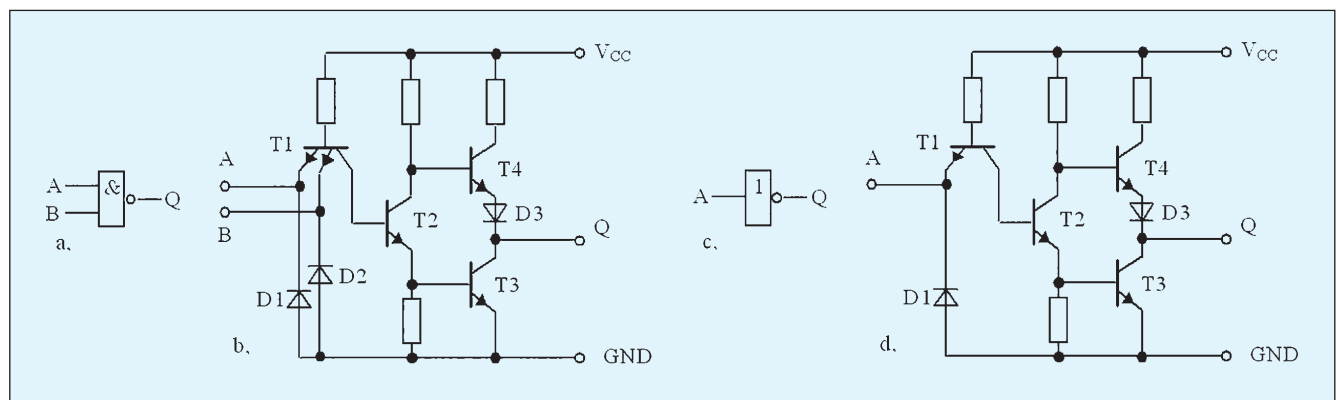
Az első monolitikus (azaz egyetlen félvezető lapkán kialakított) integrált áramköröket bipoláris

szilíciumtranzisztorokból alakították ki. A tranzisztorok többsége npn jellegű volt, egy-egy különleges kapcsolási részlet, pl. ellenütetű kimeneti fokozat kialakításakor jelent meg az áramkörben pnp tranzisztor. Az ilyen áramkör pozitív tápfeszültséggel működik, ezt esetenként a gyártó jelöli is ($+V_S$). Sok esetben azonban más jelölést látunk ezeknél az áramköröknél, olyat, ami utal kicsit a belső áramköri felépítésre. A V_C jelölés egy tranzisztor kollektorfeszültségére utalhat. Ennek továbbfejlesztéseként alakult ki a kollektor-oldali tápfeszültség jelölésére a V_{CC} megoldás.

Azt gondolhatnánk, hogy a V_{CC} jelzésű tápfeszültség ezután csak annyit jelent, hogy erre a tápfeszültség-pontra a belső áramkörben a tranzisztorok a kollektorukkal csatlakoznak. Gondolhatnánk azt is, hogy a V_{CC} tulajdonképpen pozitív tápfeszültséget jelent, ezért nincs előtte „+” jel. De még ezekben a feltételezésekben is csalódhatunk!

A több évtizede gyártott, nép-

szerű időzítő áramkör, az NE555 egyetlen pozitív tápfeszültséget igényel, ami + 5 V...15 V közötti lehet. A legtöbb gyártó katalógusában a pozitív tápfeszültséget fogadó láb jelölése V_{CC} az IC tokrajzán, a másik pólust a GND jelzésű láb fogadja. A veterán analóg integrált áramköröknél találunk azonban érdekes jelöléseket is! A uA741 műveleti erősítő kettős tápfeszültséggel működik, a csatlakozó lábakat a legtöbb gyártó $+V_S$ illetve $-V_S$ jelöléssel látta el. Az SGS-Thomson és a Texas Instruments azonban más megoldást választott, katalógusaikban ezeket a lábakat V_{CC+} és V_{CC-} jelöli! Utóbbi esetében már nem igaz, hogy a V_{CC} pozitív tápfeszültséget jelöl, de az sem, hogy az így jelölt pontra kollektorokkal csatlakoznak a belső tranzisztorok. A uA741 22 tranzisztort tartalmaz, ebből 14 npn (kollektorával a V_{CC+} és emitterével a V_{CC-} pontokhoz kapcsolódva), a többi nyolc pnp (ezek fordított módon csatlakoznak a tápfeszültségekre). Ebben az esetben a V_{CC} jelölés



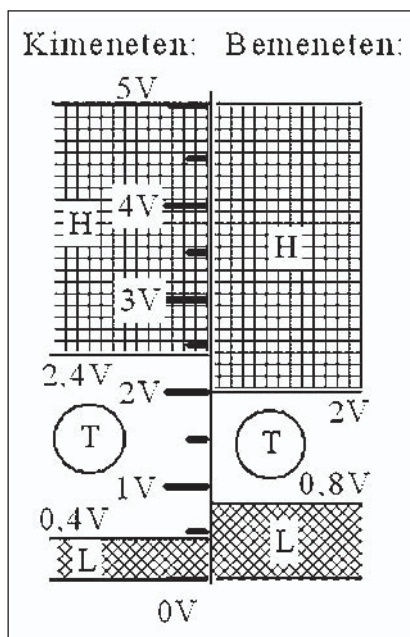
1. ábra

egyszerűen a tápfeszültség-pontokat jelzi, emellett legfeljebb arra utal, hogy bipoláris áramkör tápfeszültség-csatlakozójáról van szó, hiszen a bipoláris tranzisztornak van kollektor elnevezésű kivezetése (később majd kiderül, hogy ezt a jelentést sem hordozza a V_{CC} jelölés).

A TTL digitális áramkörök

A hatvanas évek közepén jelent meg az első olyan digitális IC-sorozat, mely nagy népszerűsége tett szert, a Texas Instruments SN74xxN családja. Ezek az SSI-MSI (kis- és közepes integráltságú) áramkörök bipoláris npn szilícium tranzistorokból építkeznek, tápfeszültségük +5 V. Ezt a pozitív tápfeszültséget az SN74xxN áramkörök tokrajzán minden esetben V_{CC} jelöli, a másik (0) pontot pedig GND . A sorozat egyik legismertebb tagja az SN7400N, mely négy darab két-bemenetű NAND kaput tartalmaz (az **1. ábrán** az **a** részlet az ilyen kapu rajzjelét mutatja be, a **b** részlet a kapcsolást ábrázolja). Sajátos módon még ennél az egyszerű áramkörnél sem igaz, hogy minden tranzisztor kollektorával kapcsolódik a V_{CC} pontra, hiszen a speciális első tranzisztornál a bázis van ellenálláson át a tápfeszültségre kötve. Ha a kapcsolás első tranzisztorának, T1-nek csak egy emittere van, akkor inverterként működik (a **c** részlet ennek logikai jele, a **d** pedig a kapcsolási rajza). Az SN7404N tok hat ilyen invertert tartalmaz.

A Texas Instruments TTL digitális sorozata sajátos, aszimmetrikus jeltartományokat használ a logikai szintek megjelenítésére (**2. ábra**). Ennek az egyik jellegzetessége, hogy a +5 V-ról működő áramkörök kimenetén a logikai magas szint akár +2,4 V is lehet, amit a bemenetek még helyesen értelmeznek, mert a bemeneti pontokon a magas szint alsó határértéke +2 V. Az ábrán látható jelszint-tartományokat nevezzük hagyományos TTL szinteknek, a +5 V tápfeszültségű áramkörök ezekkel működnek.



2. ábra

A PMOS, NMOS IC-k világa

A '60-as évek végén jelennek meg a nagyintegráltságú (LSI) digitális integrált áramkörök. Voltak TTL áramkörök közöttük, de hamarosan a MOSFET tranzisztorokra épülő IC-k váltak egyeduralmukodóvá. Először a PMOSFET növekményes típusal készítették nagyintegráltságú elemeket, elsőként a zsebszámológépek IC-it (kalkulátor csipek), majd általános célú SRAM, DRAM, EPROM memóriákat, 1971 után pedig mikroprocesszorokat. A PMOS integrált áramkörök logikai alapeleme, az INVERTER a **3. ábra** szerint épül fel (az **a** részlet a rajzjelét mutatja be, az INVERTER kapcsolása a **b** részleten látható). A **c** részlet egy torzított rajz, a tranzisztor aránytalanul nagy, annak érdekében, hogy olvasható méretű betűkkel a három kivezetését megjelölhessük. A PMOS kapcsolásnak megfelelően a T tranzisztor P csatornás, ezt egy mellé írt P betűvel is ki lehet emelni. A három elektródája pedig a source (S, ami a bipoláris tranzisztor emitterével rokon), a gate (G, ami a bázisnak felel meg), és a drain (D, ez a kollektorhoz hasonló feladatú kivezetés). A különböző FET-ek mindegyikének

többféle rajzjele is ismert, a növekményes MOSFET-hez is különböző rajzjeleket használnak, de a **3. ábrán** látható terjedt el. Ennek pedig van egy nagy gondolata: ha nem betűzik meg a tranzisztorok kivezetéseit, nem ismerhető fel, hogy melyik a source, melyik a drain. A tranzisztorokat befogadó félvezető-környezet, a szubsztrát is szerepel a tranzisztor rajzjelén, sőt, éppen ennek a középső vonalkának a nyílja jelzi a tranzisztor p vagy n csatornás jellegét. A legtöbb esetben a szubsztrát a source kivezetéssel össze van kötve, így csatlakoznak a megfelelő tápfeszültségre (ez látható a **3. ábrán** is). A PMOS áramkör -14...17 V körüli negatív tápfeszültséggel működik, ez (a V_{CC} mintájára) V_{DD} jelölést kapott, a 0, azaz a source-oldali tápfeszültség-csatlakozás pedig V_{SS} jelet.

Az LSI áramkörök környezetét már az általánosan elterjedt TTL IC-vel alakították ki. Ennek a megoldásnak olyan nagy hatása volt, hogy a PMOS áramköröket is „TTL kompatibilis” módon kellett alkalmazni. Ennek egy korai megoldása az volt, hogy ha pl. -15 V-os tápfeszültséggel működött az IC, a tápfeszültség-értékeket nem 0 (V_{SS}) és -15 V (V_{DD}) értékekkel írták elő a katalógusokban, hanem $V_{DD} = -10$ V, $V_{SS} = +5$ V értékekkel (ld. a legelső mikroprocesszorok, a négybites, PMOS i4004, i4040 katalógusait). A PMOS logikai elemek, pl. a **3. ábrán** látható PMOS inverter a kimenetén a közel V_{DD} feszültségű bemenőjel hatására telítésbe vezérelt T tranzisztor esetén a V_{SS} pontot vezeti ki, a V_{SS} -hez közeli gate-feszültség hatására pedig működő csatorna nélkül a tranzisztor lezár, így az R ellenálláson át a V_{DD} tápfeszültség van a kimeneten. A V_{SS} értéket a csatlakozó TTL áramkör tudja fogadni és kezelni, mint H szintet, az ellenálláson keresztül kivezetett V_{DD} azonban túlságosan nagy abszolút értékű negatív feszültség lehet. Ezt a TTL IC-k bemenete nem tudja elviselni, azokat diódás vágókapcsolásokkal kellett