

# Digitális Laboratóriumi Gyakorlatok

## Jegyzőkönyv

1. gyakorlat

2024. február 22.

## Elméleti összefoglaló

Késő február, korai március tavaszi vizeire térve, a tavasz és tél kemény elektronikai laborjait nem felejtve folytatjuk tovább a kalandunkat a digitális áramkörök világában. A munkánkat az erősítő áramköröknél hagytuk abba, ami meg is alapozza a következő tanulmányainkat.

Röviden összefoglalva az ismert tudásainkat két fontos dologra kell emlékeznünk. Az egyik a tranzisztor, aminek volt egy olyan felhasználási módja, amikor a bázis feszültséggel irányítottunk, hogy a kollektor áram folyjon az emitter felé. Ezt előző félévben arra használtuk ki, hogy jel erősítést hajtsunk végre a bázis feszültségre, viszont ebben a félévben ez inkább csak az irányítás kontextusában fog előkerülni. A másik alkatrész amire emlékeznünk kell az a műveleti erősítő, ami egyszerűen azt csinálja, hogy a „két bemenetén” (invertáló és egyenes bemenet) lévő feszültség különbségét megszorozza „végtelennel” és azt kiadja a kimenetén. Továbbá ezen túl rendelkezik két tápegység bemenettel, ahonnan azt a feszültséget kapja, aminek keretein belül a végtelent kitudja adni. Természetesen ez így nem lenne túl hasznos, de ha a kimenetét negatívan visszacsatoljuk (összekötjük az invertáló bemenettel), akkor tuduk megfelelő feszültségosztókkal feszültség többszöröző (akár egyszerező) áramkört készíteni, ami azért jó, mert így nem a bejövő feszültséget terheljük, hanem a műveleti erősítőt.

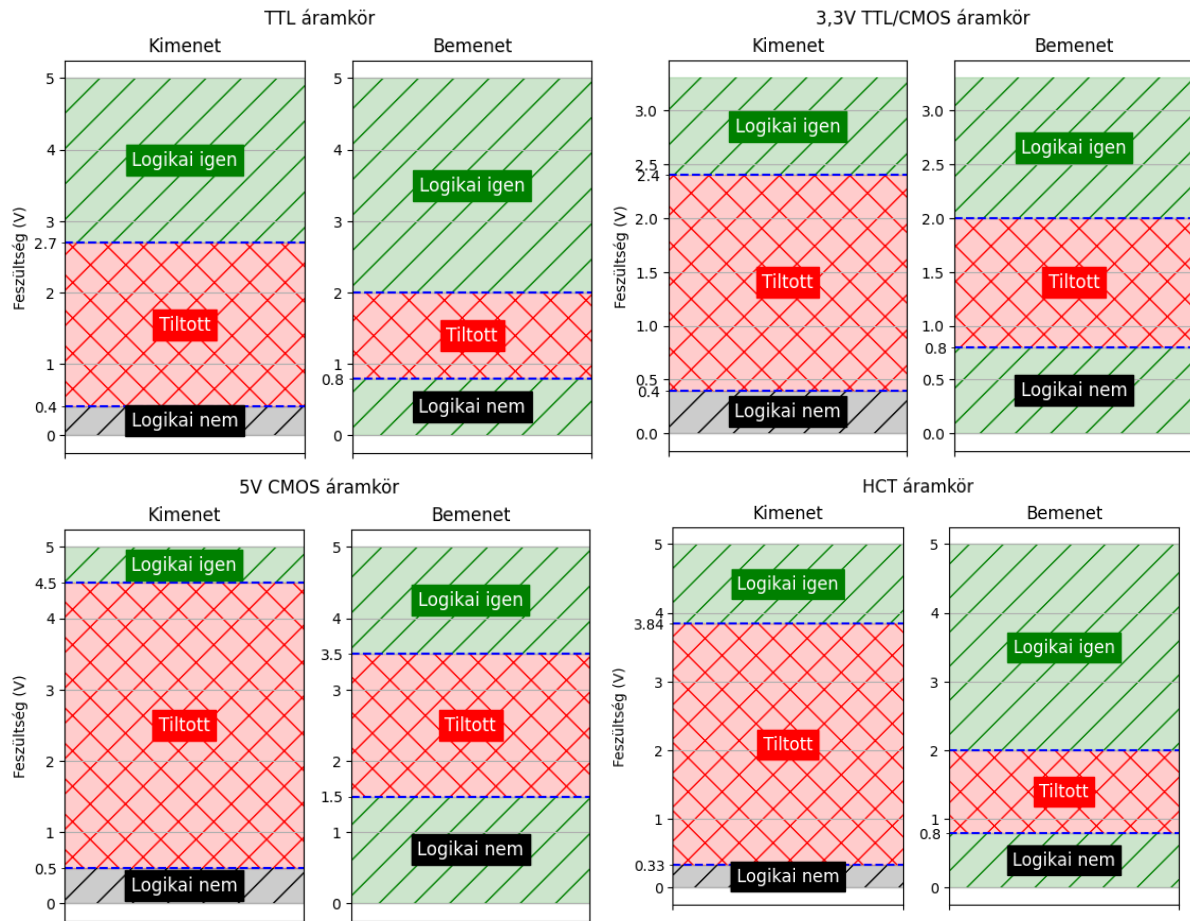
A digitális világban 10 féle ember létezik, aki érti a kettes számrendszert, és aki nem. Az általunk használt IC-k (integrált áramkörök) az előbbibe tartoznak, viszont mást nem értenek. Természetesen a folyamatosan értelmezett feszültségek világában elég nehéz lenne egy fix értéket meghatározni, vagy azt tartani (mivel még a kábelnek is van ellenállása, így feszültség esik rajta), ezért „igazszerű” és „hamiskás” értékeket, amik az 1 és 0 értéket képviselik, egy-egy feszültség tartományban értelmezzük. De, mint a világban minden sztenderdizált dolognál, így itt is, legalább egy fél tucatnyi sztenderd létezik arra, hogy ez milyen tartomány. Az első feladatban megtekinthető a legelterjedtebb, most piacon is megtalálható, logikai tartomány sztenderdek. Ezek úgy értelmezendők, hogy a kimeneti ábrán láthatjuk, hogy egy IC-nek milyen feszültséget kell kiadnia, ha igazat, vagy hamisat szeretne jelölni. Ha a kettő értéktartomány között találjuk az IC-t, akkor az épp érvénytelen jelet ad ki, és lehet az eszközünk érvénytelen bemenetet kapott, vagy megsérült. Ehhez hasonlóan a bemeneti ábra azt jelzi, hogy milyen feszültséget fogad majd a chip el logikai bemenetként. Ha ezen feszültségeken kívül vagyunk, akkor kockáztatjuk az eszköz hibás működését, vagy feszültség túllépés esetén az irreverzibilis anyagátalakulását. Ahogy láthatjuk a kimeneti feszültségek szigorúbban vannak mindig megadva, mint a bemeneti feszültségek, ez azért van, hogy előkészítsék számunkra, hogy az egyes aktív alkatrészeket, számunkra kedvező módon, egymás után kössük, és így érjünk el logikai működést (lásd későbbi laborok).

A hosszú fizikai bevezető után áttérünk a logikai bevezetőre. A logika igaz és hamis értékekkel dolgozik. Vannak logikai változóink, amik ezen két értékből választhatnak maguknak, és ezeket a változókat egyes műveletek kötik össze. Ezeket a műveletsorokat, kifejezéseket tudjuk speciális alakokra hozni a könnyebb munka érdekében. Két nagy iránya az informatikus számára a számítástudomány, ahol mindenről azt szeretnénk bemutatni, hogy kielégíthetetlenek az állítások és ezekhez CNF-et (Konjunktív normálformát) használunk, és a digitális elektronika, ahol meg mindenhez megoldást szeretnénk találni és DNF-et (Diszjunktív normálformát) használunk. Ezen a laboron még csak a logikai tagadással fogunk megismerkedni, ami egy adott logikai értéknek az ellenkezőjét adja vissza.

## Feladatok

### 1. Feladat

Az elérhető források alapján (internet használható), gyűjtse össze a jelenleg használatban lévő különböző logikai áramkör családok be és kimeneti feszültségszintjeit (pl. TTL, HCT, 3,3 V, ...) A talált adatokat foglalja táblázatba! Hivatkozzon forrásaira!



#### TTL áramkör esetén

$$V_{IL_{max}} = 0,8V, V_{IH_{min}} = 2V$$

$$V_{OL_{max}} = 0,4V, V_{OH_{min}} = 2,7V \text{ (3,3V esetén } V_{OH_{min}} = 2,4V)$$

#### 5V CMOS áramkör esetén

$$V_{IL_{max}} = 1,5V, V_{IH_{min}} = 3,5V$$

$$V_{OL_{max}} = 0,5V, V_{OH_{min}} = 4,5V$$

#### HTC áramkör esetén

$$V_{IL_{max}} = 1,5V, V_{IH_{min}} = 3,5V$$

$$V_{OL_{max}} = 0,33V, V_{OH_{min}} = 3,84V$$

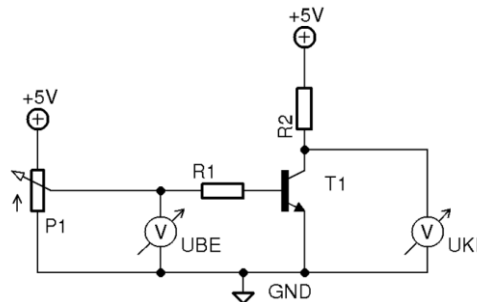
Mingesz Róbert 2020. 09. 25-én tartott Digitális architektúrák előadásfóliái alapján:

<https://learn.sparkfun.com/tutorials/logic-levels>

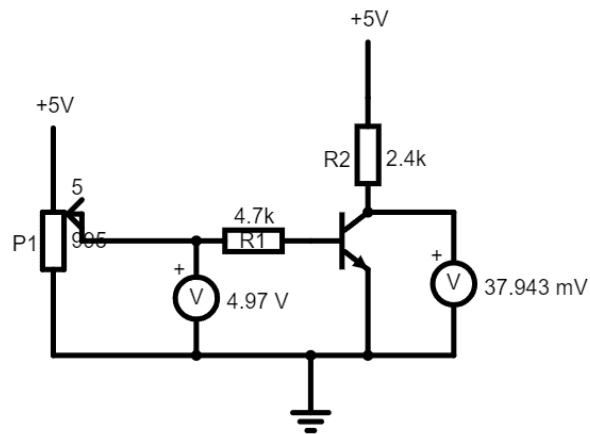
<https://vlsi-design-engineers.blogspot.com/2015/07/cmos-logic-families.html>

## 2. Feladat

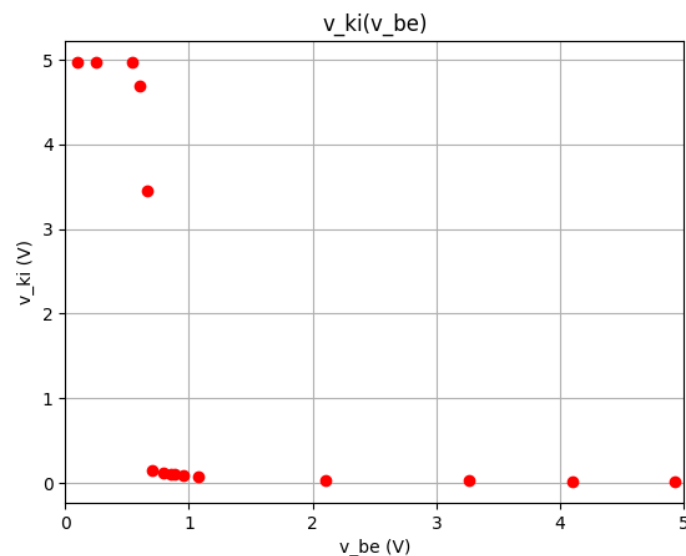
Építsen egy NEM kaput egy tranzisztor felhasználásával az alábbi ábra alapján. A  $P_1$  potenciométer helyett a tápegység szabályozható kimenete segítségével állítsa elő az  $U_{be}$  feszültséget. Mérje meg, és ábrázolja a létrehozott kapu  $U_{ki}(U_{be})$  karakterisztikáját. Mely áramkörcsaládokkal kompatibilis a kapu? ( $R_1 = 4,7k\Omega$ ,  $R_2 = 2,4k\Omega$ ,  $P_1 = 1k\Omega$ )



### Szimulátor



### Karakterisztika



### Magyarázat

A mérések alapján a TTL áramkörökkel kompatibilis az épített NEM kapu.

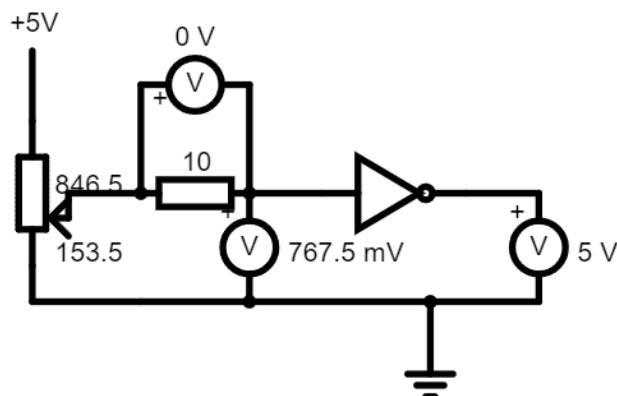
**Táblázat**

$V_{be}$	$V_{ki}$
4.93	0.02
4.1	0.022
3.26	0.026
2.1	0.037
1.074	0.0732
0.955	0.086
0.88	0.098
0.849	0.104
0.796	0.121
0.7	0.1562
0.658	3.45
0.602	4.69
0.543	4.97
0.251	4.97
0.1	4.97

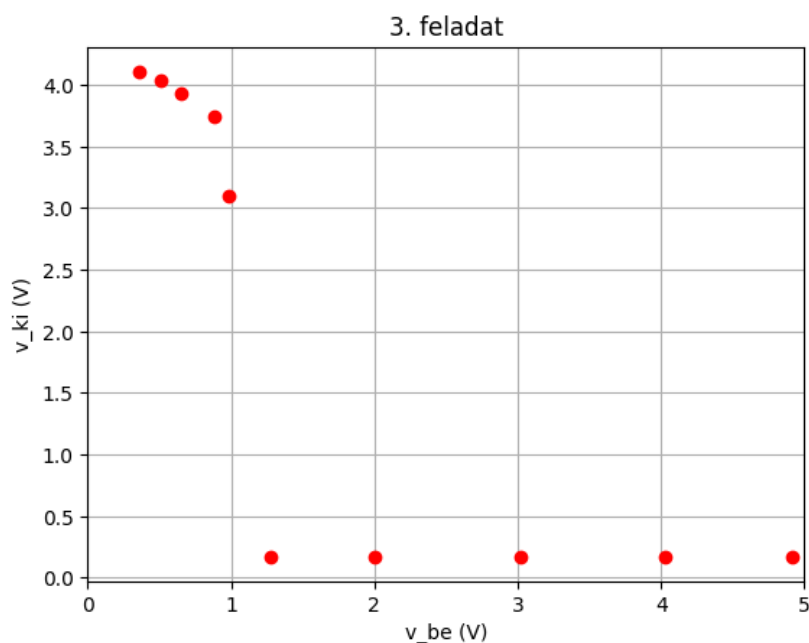
### 3-4. Feladat

Mérje meg a 74LS04 inverter bemeneti ( $I_{be}(U_{be})$ ) és transzferkarakterisztikáját ( $U_{ki}(U_{be})$ ). A  $P_1$  potenciométer helyett a tápegység szabályozható kimenete segítségével állítsa elő az  $U_{be}$  feszültséget. A kapcsolás bemenetét egészítse ki a megfelelő védőáramkörrel! ( $P_1 = 1k\Omega$ )

#### Szimulátor



#### Karakterisztika



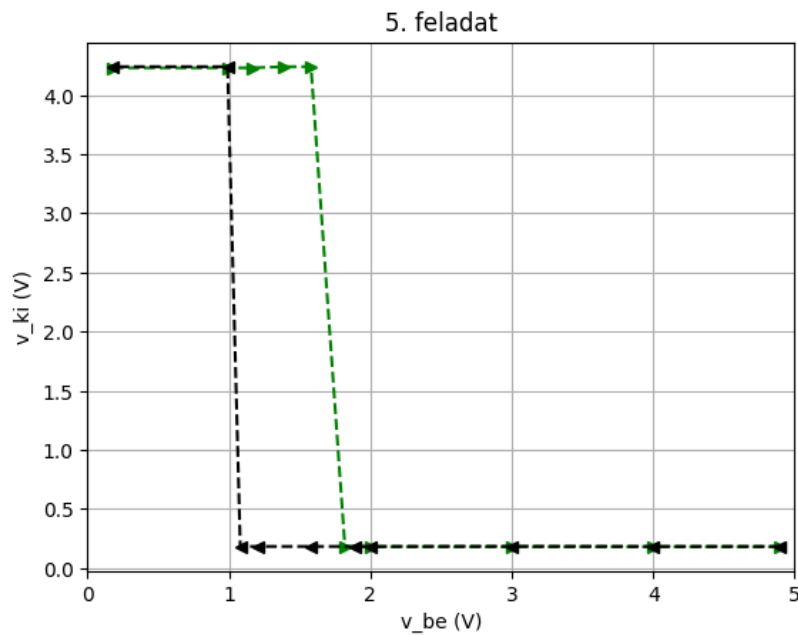
**Táblázat**

$V_{be}$	$V_{ki}$
0.361	4.11
0.51	4.04
0.652	3.93
0.885	3.74
0.986	3.1
1.28	0.171
2.0	0.172
3.02	0.172
4.03	0.172
4.92	0.172

## 5. Feladat

Mérje meg és ábrázolja a 74AHCT14 Schmitt-trigger kapu transzfer karakterisztikáját!

### Karakterisztika



### Táblázat

$V_{be}$ - Fel	$V_{ki}$ - Fel	$V_{be}$ - Le	$V_{ki}$ - Le
0.176	4.23	4.9	0.184
0.99	4.23	4.0	0.184
1.165	4.23	3.0	0.185
1.39	4.24	2.0	0.184
1.58	4.24	1.89	0.184
1.82	0.182	1.58	0.184
2.0	0.182	1.21	0.184
3.0	0.182	1.08	0.184
4.0	0.182	0.99	4.24
4.9	0.182	0.176	4.24