

# ÁLTALÁNOS INFORMÁCIÓK

1. A PU-2000 mérőhely 12 V-os táplálású. Ha a mérőkártyán ettől eltérő feszültségre van szükség, be kell állítani a kártya behelyezése előtt.
2. Ha a PU-2000 tápfeszültség kikapcsolása után a gyakorlatot folytatni kívánjuk, inicializálni kell a PU-2000-et, mint azt a következő táblázatban láthatjuk, és növelni a jelzőt, ahogy azt a mérési eljárás megkívánja.

## 3. PARAMÉTER BEÁLLÍTÁS

sorszám	bevitel	kijelzés	megjegyzés
1		PC1	mérőkártya kódszámának első része
2	245	245	a mérőkártya kódjának első 3 számjegye
3	*	PC2	a mérőkártya kódszámának második része
4	159	159	a mérőkártya kódszámnak utolsó 3 számjegye
5	*	EB-134	mérőkártya kód és egységszám váltakozva ki jelezve
6	*	101	hallgatói azonosító szám (első 3 számjegye)
7	szám	szám	első 3 számjegy
8	*	102	hallgatói azonosító szám (következő 3 számjegy)
9	szám	szám	következő 3 számjegy
10	*	103	hallgatói azonosító szám (utolsó 3 számjegy)
11	szám	szám	utolsó 3 számjegy
12	*	F	funkció kiválasztás
13	1	Fn1	kísérlet mód kiválasztása
14	*	EOO	a kísérlet jelző kezdő értékre állítása
15	*	E01	a kísérlet jelző növelése

4. A kísérlet mód alatt az input (bemeneti) feszültségek vagy tápfeszültségek a normál értéken vannak. Ha más előírás nincs, akkor a megengedett eltérés 10 % a névleges értékekhez képest.

# EB-134

## KOMPLEX DIGITÁLIS ÁRAMKÖRÖK

### 1. GYAKORLAT AZ 555-ÖS IDŐZÍTŐ (TIMER)

#### 1.0 CÉLKITŰZÉS

A laboratóriumi gyakorlat elvégzése után a hallgató az alábbi feladatok elvégzésére legyen képes:

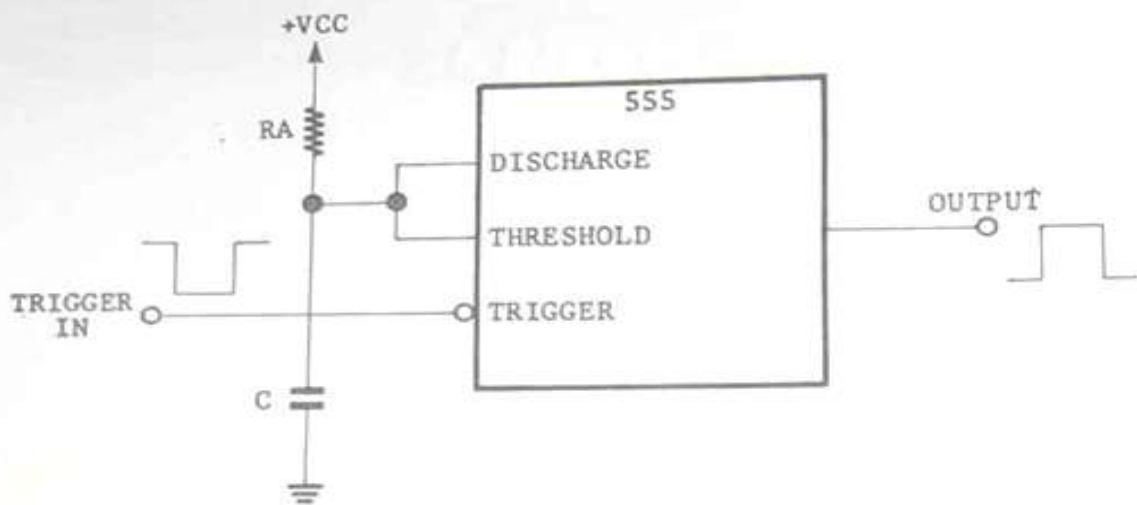
- meg tudja határozni az 555-ös integrált áramkör funkcióit,
- ki tudja számítani annak kimenőimpulzus szélességét, amikor az monostabil áramkörként dolgozik,
- ki tudja számítani annak oszcillálási frekvenciáját, amikor az, astabil áramkörként működik.

#### 2.0 BEVEZETÉS

Az 555-ös időzítő integrált áramkör egyike a leggyakrabban használt áramköröknek. Használható egyedi impulzus- generálására, amely igen pontosan meghatározott hosszúságú, egy rövid impulzusra adott válaszként. Ezt "monostabil" módnak nevezzük. Felhasználható folyamatos impulzuskeltésre nagy frekvenciapontossággal. Ezt "astabil" módnak hívjuk.

Az 555-ös monostabil módjában a kimenőjel időzítése az  $R_a$  és  $C$  értékektől függ, az 1. ábra szerint. Az impulzus- szélességet az alábbi formulával határozhatjuk meg:

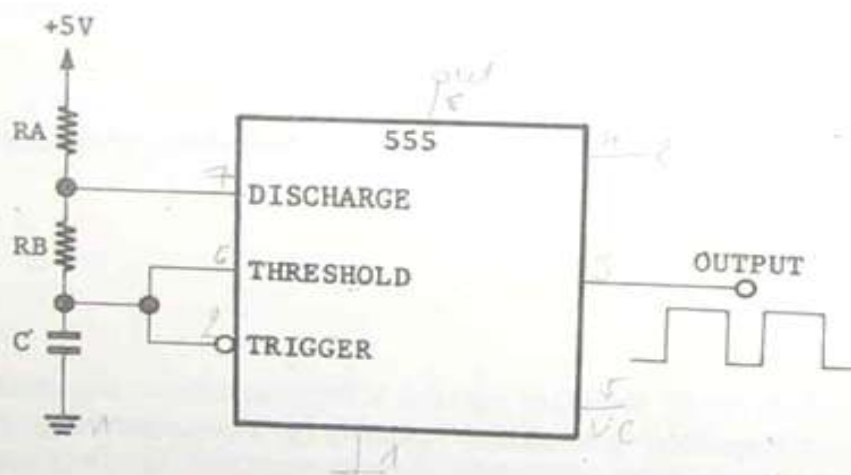
$$T = 1.1 \times R_a \times C$$



1. ábra: Monostabil áramkör

Az impulzus akkor alakul ki, ha a "Trigger" bemenet értéke a tápfeszültségérték 1/3-a alá esik, mely az EB-134 esetén 5V.

A bemenő, vagy "trigger" impulzusnak rövidebbnek kell lennie, mint a kimenő impulzus szélességének,  $T$ -nek. Gyakran elegendő, ha a "trigger" impulzust egy "differentiátor" áramkörrel formáljuk, mely kondenzátorból és ellenállásból áll. Ezen áramkör kimenőimpulzusának szélessége hozzávetőleg egyenlő az RC időállandóval. Az 555-ös astabil kapcsolását mutatja a 2. ábra.



2. ábra: Astabil áramkör

Az időt az  $R_a$ ,  $R_b$  és  $C$  értékei határozzák meg. A kimenő jel szintje magas a  $T_h$  idő alatt:

$$T_h = 0.695 \times (R_a + R_b) \times C$$

A kimenő jel szintje  $Tl$  ideig alacsony:

$$Tl = 0.695 \times Rb \times C$$

A teljes periódus, melyet  $T$ -vel jelölünk és a frekvencia, melyet  $F$ -el jelölünk, az alábbi módon számítható ki:

$$T \approx Th + Tl = 0.695 \times (Ra + 2Rb) \times c$$

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1.44}{(Ra + 2Rb) \times c}$$

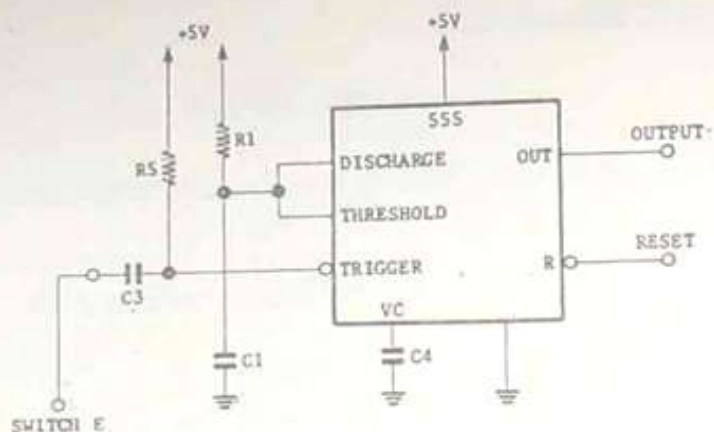
Az 555-ös két kiegészítő vezérlő bemenettel rendelkezik. A "Reset" bemenet azonnal leállít bármilyen kimenő jelet, és a kimenetet alacsony állapotba viszi. A  $C_v$  vezérlő bemenet segítségével változtatni lehet a kimenő impulzus szélességét, ráadott egyenfeszültség megváltoztatásával, mely módosítja az astabil áramkör frekvenciáját.

### 3.0 ESZKÖZÖK

- 1 PU-2000 mérőhely
- 1 mérőkeret
- 1 EB-134 mérőkártya
- 1 DL-20 összekötő huzal- és rövidzárkészlet
- 1 kétcsatornás oszcilloszkóp
- 1 függvénygenerátor
- 1 univerzális műszer (analóg vagy digitális)
- 1 frekvenciamérő (opcionális)

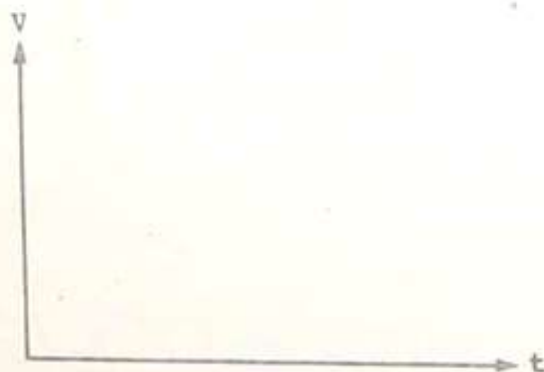
### 4.0 A GYAKORLAT VÉGREHAJTÁSA

1. Helyezzük be az EB-134-es kártyát a kártyamegvezető sínbe, majd toljuk be a PU-2000-be.
2. Ha az EB-2000 ki van kapcsolva, akkor kapcsoljuk be, majd hajtsuk végre a paraméter beállítását, az általános információk című részben leírtak szerint.
3. Állítsuk a kfsérletjelzőt 1-re!
4. Keressük meg az 555-ös időzítőt az EB-134-en és alakítsunk ki monostabil áramkört a 3. ábra szerint. Az E kapcsolót a trigger bemenetére kötjük. Az  $R_1$  ( $100K\Omega$ )-et, mint  $R_a$ -t, a  $C_1$ -et ( $4,7 \mu F$ ), mint  $C$ -t használjuk a bevezetésben leírt egyenletekben.



3. ábra: Monostabil áramkör

5. Állítsuk az E kapcsolót "1" helyzetbe!
6. Kapcsoljuk az E kapcsolót a nulla állásba, közben nézzük az 555-ös kimenetét oszcilloszkópon. Ismételjük meg az 5. pontban leírt eljárást, és a 6. pontban leírtakat néhányszor, hogy megvizsgálhassuk a kimeneti feszültség nagyságát és időzítését. Rajzoljuk a kimenő jelalakot (monostabil kör) a 4. ábrába.



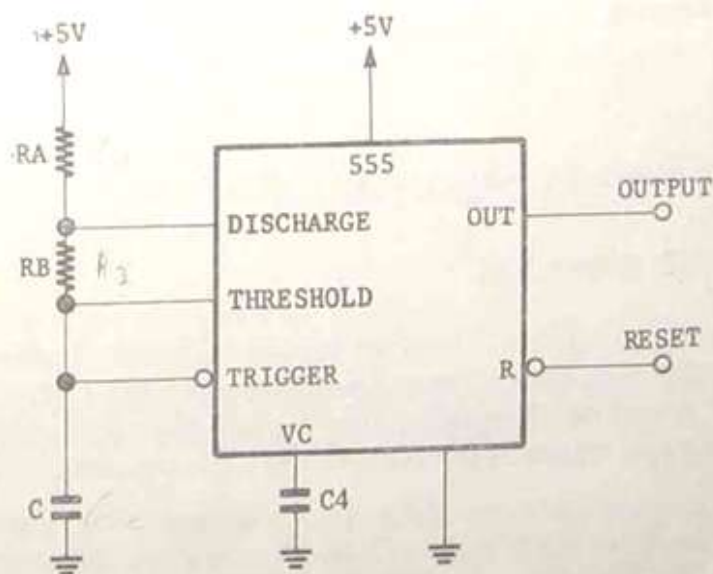
4. ábra: A monostabil áramkör jelalakja

7. Kapcsoljuk be a függvénygenerátort, állítsunk be azon 1 Hz-es négyszögjelet. Használjuk a függvénygenerátor TTL kimenetét. Ha nincs a függvénygenerátornak TTL kimenete, akkor olyan négyszögjelet állítsunk be, ahol a minimális feszültség 0 volt, a maximális pedig 4 volt.
8. Bontsuk meg a kapcsolatot E és C3 között, és csatlakoztassuk a C3-hoz a függvénygenerátort az E kapcsoló helyére. A függvénygenerátornak most egy ismétlődő trigger jelet kell adnia az 555-ös monostabil áramkör számára.
9. Mérjük meg az 555-ös kimenő jelalakját oszcilloszkóppal az R1 és R2 (mint Ra) és C1 és C2 (mint C) négy kombinációjával. Ha szükséges, változtathatjuk a frekvenciát, hogy stabil impulzusformát kapjunk. Az eredményeket az 5. ábrába rögzítsük.

Ra	C	Impulzusszélesség	Számított T
R1 = 100K $\Omega$	C2 = .01 $\mu$ F		
R2 = 4.7K $\Omega$	C2 = .01 $\mu$ F		
R1 = 100K $\Omega$	C1 = 4.7 $\mu$ F		
R2 = 4.7K $\Omega$	C1 = 4.7 $\mu$ F		

5. ábra: Mérési eredmények

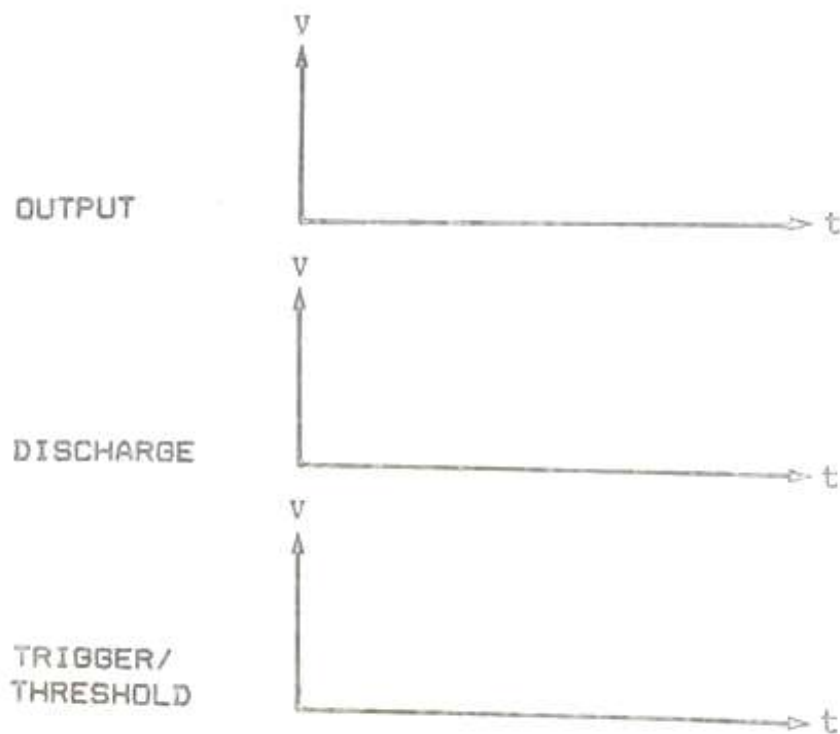
10. Jegyezzük meg a RESET bemenet kimeneti jelalakra gyakorolt hatását, amikor a RESET bemenetet leföldeljük.
11. Számítsuk ki az impulzusszélesség elméleti értékét az Ra és C valamennyi kombinációja esetén, az 5. ábrából olvasva Ra és C értékeit.
12. A kísérletjelzõt állítsuk 2-re.
13. Bontsuk szét a monostabil kört, alakítsunk ki astabil áramkört a 6. ábra alapján. Használjuk R1-et Ra-ként, R3-at Rb-ként és C2-t C-ként a kiinduló áramkör számára.



6. ábra: Astabil áramkör

14. Csatlakoztassuk az oszcilloszkóp 1. csatornáját az 555-ös kimenetéhez és állítsuk be az oszcilloszkópot úgy, hogy a jelalak egy, vagy két ciklusát vizsgálhassuk a képernyőn.

15. Csatlakoztassuk az oszcilloszkóp 2. csatornáját előbb a "DISCHARGE" bemenethez, majd a "TRIGGER" és "THRESHOLD" bemenethez, melyek össze vannak kötve.
16. Rajzoljuk le a három jelalakot, hogy meggyőződjünk arról, hogy azok időviszonyai helyesek. A 7. ábra a mért feszültséget és az időt ábrázolja!



7. ábra: Jelalakok

17. A kísérletjelzõt állítsuk 3-ra!
18. Ismételjük meg a 15. és 16. pontban leírtakat 8 kombinációban, alkalmazva az R1 vagy R2-t mint Ra-t, R3 vagy R4-et mint Rb-t, és C1 vagy C2-t mint C-t. Valamennyi kombinációban jegyezzük fel a periódust (kimenő jelét) és azt az időt, ameddig a jel magas és alacsony. (Th és Tl). Az eredményeket a 8. ábrába rögzítsük!

$R_a = R_1, R_b = R_1$
$R_a = R_2, R_b = R_2$
$C = C_1, C_2$



Ra	Rb	C	Mért			Számított		
			Periódus	Th	Tl	Periódus	Th	Tl
100K $\Omega$	33K $\Omega$	4.7 $\mu$ F						
4.7K $\Omega$	33K $\Omega$	4.7 $\mu$ F						
100K $\Omega$	2.2K $\Omega$	4.7 $\mu$ F						
4.7K $\Omega$	2.2K $\Omega$	4.7 $\mu$ F						
100K $\Omega$	33K $\Omega$	.01 $\mu$ F						
4.7K $\Omega$	33K $\Omega$	.01 $\mu$ F						
100K $\Omega$	2.2K $\Omega$	.01 $\mu$ F						
4.7K $\Omega$	2.2K $\Omega$	.01 $\mu$ F						

8. ábra: Mérési eredmények

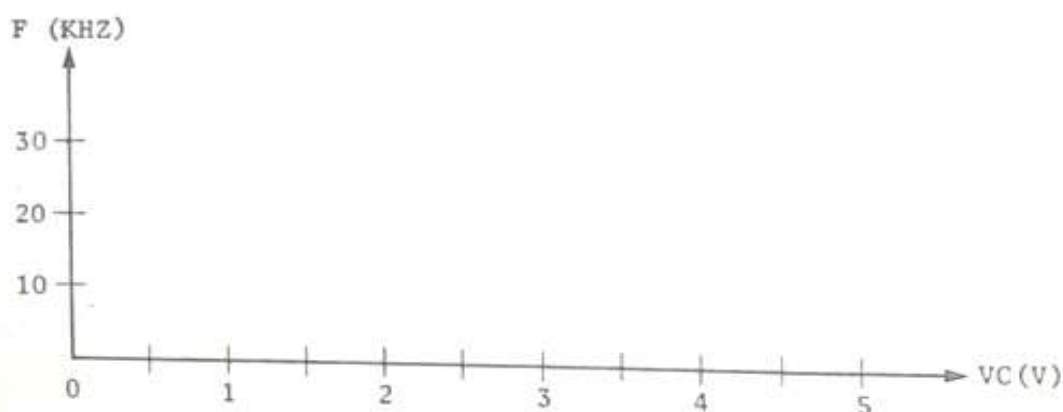
19. Jegyezzük fel a kimeneti jelformának megváltozását, amikor a Reset bemenetet földeljük.
20. Számítsuk ki a periódusidőt, Th és Tl-et a 8. ábrában használt alkatrészértékek alapján és írjuk be oda.
21. A kísérletjelzõt növeljük 4-re.
22. Állítsunk össze astabil áramkört, használjuk fel az R2 = 4.7 K $\Omega$ , R4 = 2.2 K $\Omega$  és C2 = 0.01  $\mu$ F alkatrészeket mint Ra-t, Rb-t és C-t.
23. Állítsuk a PS-1 (tápegység)-en a legalacsonyabb szintet és csatlakoztassuk az 555-ös áramkör Vc bemenetéhez. Csatlakoztassuk az univerzális műszert PS-1 feszültségének mérése céljából.
24. Ha van frekvenciaszámlálónk, csatlakoztassuk azt az astabil áramkör kimenetére az oszcilloszkóp helyére. Ha nincs számlálónk, használjuk az oszcilloszkópot a kimenő jel periódusának mérésére, az eredményt konvertáljuk át frekvenciába.
25. Növeljük a PS-1 feszültségét 0,5 V-os lépésekben 5 Voltig, mérjük a feszültséget és a kimenő jel frekvenciáját minden egyes feszültségen. Az eredményt írjuk be a

9. ábrába. Ha frekvenciaszámlálót használunk, nem kell kitölteni a "periódus" nevű sort.

PS-1	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
periódus										
frekvencia	74,7	33,22	29,32	25,42	21,61	18,22	14,88	12	9,0	6,2

9. ábra: Frekvenciamérés

26. Rajzoljuk a 10. ábrába, hogyan alakul a feszültségváltozás függvényében (PS-1 változása) a frekvencia.



10. ábra: Frekvenciaváltozás

## 5.0 MEGFIGYELÉSEK

1. Hogyan viszonyul a monostabil áramkör impulzusszélessége az elméletileg számított értékhez képest? Néha hibásan számolt?
2. Kommentálja a monostabil trigger impulzusának mért jelalakját.
3. Az 555-ös astabil kör kimenő jelalakja egyezik-e az elméletivel?
4. Rajzolja le a mért discharge, trigger/threshold jelalakot.
5. Rajzolja le a Reset bemenet hatását.

6. Milyen volt a  $V_c$  bemeneti feszültség változásának hatása? Milyen felhasználásra gondol, ha ezt az effektust kívánjuk felhasználni?
7. Rajzolja le az 555-ös időzítő három lehetséges felhasználási módját.

# EB-134

## KOMPLEX DIGITÁLIS ÁRAMKÖRÖK

### 2. GYAKORLAT BINÁRIS SZÁMLÁLÓK

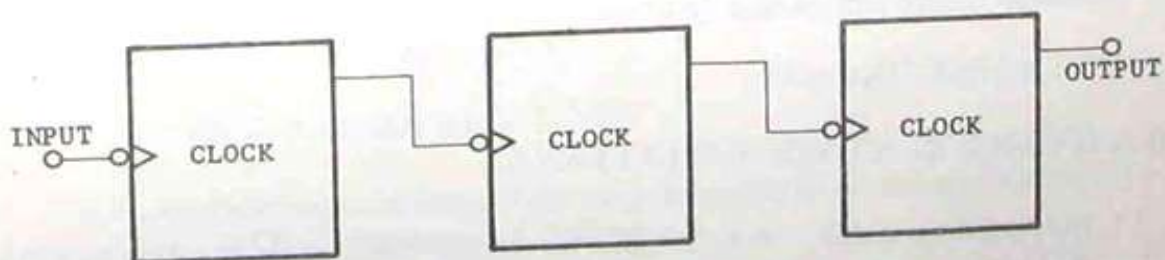
#### 1.0 CÉLKITŰZÉS

A laboratóriumi gyakorlat elvégzése után a hallgató az alábbi feladatok elvégzésére legyen képes:

- meg tudja határozni a 4 bites bináris számláló funkcióit. Le tudja rajzolni a kimeneti jelalakot.
- képes sorba kapcsolni több számlálót, tudja használni a számlálót, és hogyan kell párhuzamosan beírni egy bináris számot a számlálóba, felhasználva azt tároló regiszterként.

#### 2.0 BEVEZETÉS

A bináris számláló néhány T típusú flip-flop kapcsolást tartalmaz, amint az az 1. ábrán látható. A T flip-flop lényeges jellemzője, hogy a kimenet állapotot vált vagy őriz amikor a bemenő órajel magasból alacsonyba vált.



1. ábra: Bináris számláló

## LABORATÓRIUMI MÉRÉSEK

A kimenő jelek mindig négyszög alakúak. Mint látjuk, a kimeneti jel órajel hatására változik meg, a kimenő jel periódusa a bemeneti periódusidő duplája.

Ha egy bináris 1 állapotú digit értékét növeljük eggyel, átvitel (carry) keletkezik. Ez tapasztalható a számlálók esetében is, amikor az órajel hatására a digit 1-ből 0-ra vált, miközben átvitel keletkezik a következő digitre. A bináris számlálót impulzusok léptetik. Mivel két óra-impulzus hatására egy kimenő impulzust kapunk, a flip-flop-ot frekvenciaosztónak (2-vel való osztás) használhatjuk. A bináris számlálót, mint frekvenciaosztót a gyakorlatban is összeállítjuk. Az EB-134-es panelen 74LS197-es 4 bites bináris számlálót alkalmazunk. A 74LS197-ben össze van kötve egy egy bites számláló és egy 3 bites számláló. A 4 bites bináris számlálóként működő áramkörök az EB-134 panelen úgy működnek, hogy az első flip-flop kimenő jele a második flip-flop órajelének van bekötve. A kísérletben később alkalmazzuk a 74LS197 számláló párhuzamos beírási lehetőségét, mely lehetővé teszi annak 4 bites tároló regiszterként való alkalmazását.

**MEGJEGYZÉS:** Az 555-ös lefutási ideje túl hosszú ahhoz, hogy megfeleljen egy nagysebességű számláló - mint például 74LS197 - órajelének. Ennek kiküszöbölésére a balszélső számláló bemenetén egy segédbuffer található az óracsatlakozó és az IC bemenete között. A buffer "átlátszó" a hallgató számára. A jobb oldali számláló nem tartalmaz buffert és ezért nem számláltatható biztonságosan 555-össel. Ez igen érdekes gyakorlat, lehetőséget nyújt nagysebességű oszcilloszkóppal az 555-ös kimenő jelalakjának vizsgálatára.

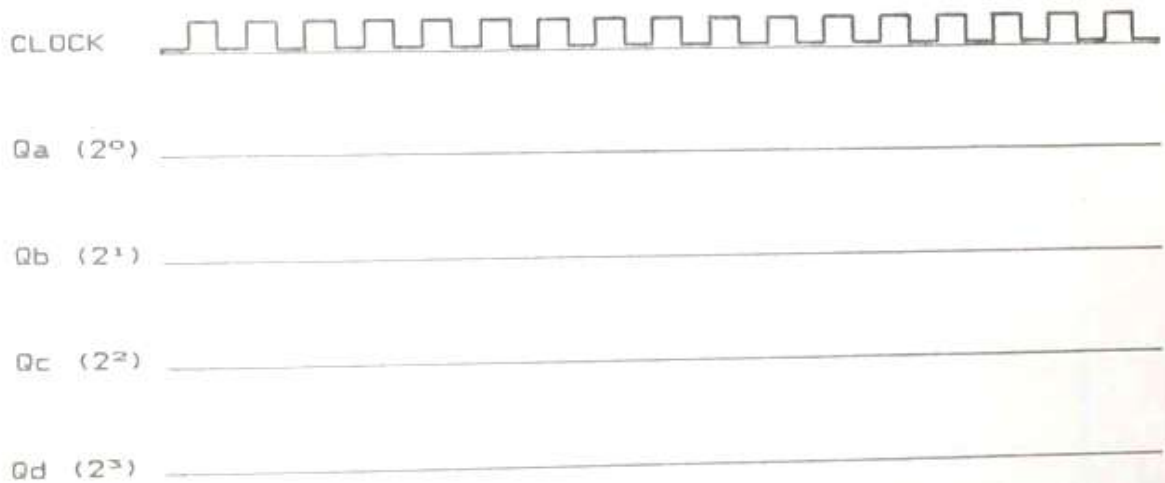
### 3.0 ESZKÖZÖK

- 1 PU-2000 mérőhely
- 1. mérőkeret
- 1 EB-134 mérőkártya
- 1 DL-20 vezeték- és rövidzárkészlet
- 1 kétcsatornás oszcilloszkóp
- 1 frekvenciamérő (opcionális)
- 1 TTL szintjelző (opcionális)

### 4.0 A GYAKORLAT VÉGREHAJTÁSA

1. Helyezzük be az EB-134-es kártyát a kártyamegvezető sínbe, és toljuk be a PU-2000-be.
2. Ha a PU-2000 ki volt kapcsolva, kapcsoljuk be, hajtjuk végre a paraméterek beállítását az "Általános Információk" című részben leírtak szerint.

3. Állítsuk a gyakorlatjelzőt 5-re.
4. Kössünk össze astabil oszcillátort az 555-ös timerből (az 1. kísérletben leírtak szerint) az  $R_2 = 4,7 \text{ K}\Omega$ ,  $R_4 = 2,2 \text{ K}\Omega$  és  $C = 0,01 \mu\text{F}$  felhasználásával. Ellenőrizzük le az áramkör helyes működését.
5. Kössük az 555-ös kimenetét az első 4 bites bináris számláló órajel bemenetére (counter 1).
6. Csatlakozzunk az oszcilloszkóp 2. csatornájával a számláló  $Q_d (2^3)$  pontjára, az 1. csatornájával pedig az órajel bemenetére (555 kimenete). Úgy állítsuk be az oszcilloszkópot, hogy mutassa a  $Q_d$  kimenet jelének egy vagy két ciklusát. Jegyezzük fel a jelalakokat és azok időzíési viszonyait.



2. ábra: A számláló jelalakjai

7. Tegyük a 2. csatorna mérőzsinórját sorra a  $Q_a (2^0)$ ,  $Q_b (2^1)$  és  $Q_c (2^2)$  pontokra, és rajzoljuk fel valamennyi jelalakot.
8. Növeljük 6-ra a kísérletjelzőt.
9. Ha van frekvenciamérőnk, mérjük meg és jegyezzük fel az órajel,  $Q_a (2^0)$ ,  $Q_b (2^1)$ ,  $Q_c (2^2)$  és  $Q_d (2^3)$  kimenetének frekvenciáit.

Amennyiben nincs frekvenciamérőnk, számítsuk ki a frekvenciákat az oszcilloszkóppal mért jelalakok periódusából (melyeket a 2. rajzban rögzítettünk), és az alábbiakban jegyezzük le azokat:

ÓRAFREKVENCIA	= .....
Qa ( $2^0$ ) FREKVENCIA	= .....
Qb ( $2^1$ ) FREKVENCIA	= .....
Qc ( $2^2$ ) FREKVENCIA	= .....
Qd ( $2^3$ ) FREKVENCIA	= .....

3. ábra: A kiszámított frekvenciák

10. Csatlakoztassuk a RESET bemenetet (R a számlálón) a földhöz. Figyeljük meg, hogy a Q kimenetek törlődnek.
11. Kössük az első 4 bites számláló Qd ( $2^3$ ) kimenetét (counter 1) a második számláló (counter 2) órajel-bemenetére. Vegyük le a földvezetékét az első számláló RESET bemenetéről. Most egy 8 bites számlálót kapunk.
12. Mérjük meg és jegyezzük fel a második 4 bites számláló Qa ( $2^4$ ), Qb ( $2^5$ ), Qc ( $2^6$ ) és Qd ( $2^7$ ) kimenetein lévő jelek frekvenciáját.

Qa ( $2^4$ ) FREKVENCIA	= .....
Qb ( $2^5$ ) FREKVENCIA	= .....
Qc ( $2^6$ ) FREKVENCIA	= .....
Qd ( $2^7$ ) FREKVENCIA	= .....

4. ábra: A kiszámított frekvenciák

13. A következő kísérletben láthatjuk, hogyan számol a számláló bináris aritmetikában. Az E kapcsolóról érkezik jel az órajelbemenetre. A 74LS197 nagyon rövid impulzusok számlálására képes, melyek gyorsak, néhány nano-szekundumosak. Amikor a kapcsoló billen, rövid impulzusok sorozatát állítja elő a kontaktusok rugalmassága miatt.

Emiatt a kapcsoló egy átbillentése a számlálót többször lépteti. Ha a kapcsolóval az 555-öst vezéreljük monostabil kapcsolásban, akkor annak kimenetén csak egy impulzus keletkezik a kapcsoló átbillentésekor.

14. A kísérletjelzőt állítsuk 7-re.

15. Állítsunk össze az 555 felhasználásával monostabil áramkört (az első kísérletben leírtakhoz hasonlóan). Használjuk R1-et és C2-t Ra-ként és C-ként az áramkörben. Csatlakoztassuk bemenetként E pontot közvetlenül a Trigger bemenethez. Ellenőrizzük le többször az 555-ös kimenetének oszcilloszkópos vizsgálatával, hogy a

monostabil áramkör helyesen működik-e az E ponton levő impulzus alacsony jel-szintjékor.

16. Csatlakoztassuk az 555-ös kimenetét az első 4 bites bináris számláló órajelbemenetére és kössük a második 4 bites számláló órajelbemenetét össze az első számláló Qd kimenetével.

17. Földeljük egy pillanatra a számláló Reset bemenetét.

18. Figyeljük meg a számlálókra kapcsolt LED-eken a két négybites számláló Q kimeneteinek állapotát, és ellenőrizzük, hogy azok logikai 0 szintűek. Irjuk be a logikai állapotokat az 5. ábra első sorába.

Impulzusok száma	2. Számláló				1. Számláló			
	Qd	Qc	Qb	Qa	Qd	Qc	Qb	Qa
	(2 <sup>7</sup> )	(2 <sup>6</sup> )	(2 <sup>5</sup> )	(2 <sup>4</sup> )	(2 <sup>3</sup> )	(2 <sup>2</sup> )	(2 <sup>1</sup> )	(2 <sup>0</sup> )
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1						0	1	0
2						1		0
3						1	1	
4					1			
5					1		1	
6					1	1		
7					1	1	1	
8				1				
9				1			1	
10				1		1		

5. ábra: Logikai állapotok



19. Állítsuk E-t 0-ba, majd 1-be.
20. MÉRJÜK MEG az összes Q kimenet logikai állapotát, és írjuk az 5. ábrába (1. impulzus után).
21. Folytassuk a 19. és 21. pont szerinti eljárásokat a 10. impulzusig.
22. Növeljük a kísérletjelzőt 8-ra.
23. Kapcsoljuk le az első 4 bites számláló bemenetéről az 555-ös kimenetét, és kapcsoljuk le az első 4 bites számláló Qd kimenetét a második számláló bemenetéről. Bontsuk az 555 és E kapcsoló között a vezetékét.
24. A 4 bites bináris számláló D bemenetei a számlálóba történő párhuzamos beírásra szolgálnak. A D bemenetek tartalma a Q kimenetekre kerül, amikor az LD (load) töltés bemenetre egy alacsony impulzus jut. Megjegyezzük, hogy az EB-134-es kártyán a D bemenetek 4 kapcsolóra csatlakoznak.
25. Kössük E-t az első számláló LD bemenetére.
26. Állítsuk A, B, C és D kapcsolókat 1, 0, 0, 1 állapotba.
27. Az E impulzus alacsony majd magas legyen újra.
28. MÉRJÜK MEG a Q kimenetek logikai állapotát és ellenőrizzük, hogy azok megegyeznek-e a D bemenetekre dolgozó kapcsolók állapotával.
29. Ismételjük a 26-tól 28-ig pontokban leírt eljárásokat különböző kapcsolóállásokkal.

## 5.0 MEGFIGYELÉSEK

1. Milyen frekvenciaosztási arányok valósíthatók meg a számlálókkal? Volt egész számú osztási arány? Volt-e kettő hatványai szerinti osztás?
2. Ismertesse a bináris számláló működését.
3. Mi történik, ha leföldeljük a törlés vonalat?
4. Ismertesse a párhuzamos töltési funkciót.
5. Hogyan lehet egy olyan számlálót, mint például a 74LS197 felhasználni egy elektronikus órában?
6. Milyen egyéb felhasználási területeit javasolná a 74LS197-nek?

# EB-134

## KOMPLEX DIGITÁLIS ÁRAMKÖRÖK

### 3. GYAKORLAT

#### A DIGITÁLIS-ANALÓG ÁTALAKÍTÓ

##### 1.0 CÉLKITŰZÉS

A laboratóriumi gyakorlat elvégzése után a hallgató az alábbi feladatok elvégzésére legyen képes: meg tudja határozni a digitális - analóg átalakító funkcióját, ki tudja számítani egy ismert digitális bemenő- jel esetén a kimeneti feszültséget és a lépcsőfeszültséget. Képes leellenőrizni egy digitális - analóg átalakítót és annak linearitását. Tudni fogja, min alapul a digitális - analóg átalakító súlyozóképessége.

##### 2.0 BEVEZETÉS

A digitális - analóg átalakító (DAC) egy olyan egység, mely egy bemenő digitális jelet analóg kimenőfeszültséggé alakít. A DAC rendszerint tartalmaz egy ellenállásos feszültségosztó hálózatot, félvezetős kapcsolókkal, melyek a feszültségosztást állítják be, hogy a bejövő logikai jel függvényében a referenciajel hányad része jusson a kimenetre. A feszültségosztó áramkör egy stabil és pontos referenciafeszültséget kap, mint bejövő jelet. Az EB-134-en egy DAC-08-as integrált áramkört használnak. Ez egy 8 bites DAC, 8 logikai bemenettel. A kimenőfeszültség a DAC digitális bemeneteire jutó jel bináris ekvivalensének függvénye. A 8 bemeneti vonal segítségével a DAC képes 256 ( $2^8$ ) különböző kimeneti jel előállítására. Mint a legtöbb DAC, a DAC-08 egység a referenciafeszültséget ( $V_{ref}$ ) a kombinációk számának megfelelő egységekre osztja, ezen esetben 256 lehetséges kombináció van. Egy lépés nagysága:

$$\text{Lépés feszültség} = \frac{V_{ref}}{256} \text{ volt}$$

Ha  $N$  a bináris bemenő jel decimális ekvivalense, akkor a kimeneti feszültség  $N$ -szerese a lépcsőfeszültség-nek:

$$V_{out} = \frac{N \times V_{ref}}{256}$$

### 3.0 ESZKÖZÖK

- 1 PU-2000 mérőhely
- 1 mérőkeret
- 1 EB-134 mérőkártya
- 1 DL-20 vezetékes rövidzárkészlet
- 1 függvénygenerátor
- 1 kétcsatornás oszcilloszkóp
- 1 TTL szintmérő (opcionális)

### 4.0 A GYAKORLAT VÉGREHAJTÁSA

1. Helyezzük be az EB-134 kártyát a kártyamegvezető sínbe, és toljuk be a PU-2000-be.
2. Ha a PU-2000 ki volt kapcsolva, kapcsoljuk be, és hajtsuk végre az ÁLTALÁNOS INFORMÁCIÓK című részben leírt paraméter beállításokat.
3. Állítsuk a kísérlet jelzõt 9-re.
4. Keressük meg a digitális - analóg konvertert az EB-134-en. Kössük a  $V_{ref}$  referencia feszültséget a +5V-os csatlakozóhoz. MÉRJÜK MEG UNIVERZÁLIS DIGITÁLIS MŰSZERREL ÉS JEGYEZZÜK FEL A REFERENCIAFESZÜLTSÉGET.

$$V_{ref} = \dots\dots\dots$$

5. Most használjunk két 4 bites számlálót mint regisztereket a bináris bemenő szám DAC-hez való továbbítása céljára. A számlálók kimenetei össze vannak kötve a DAC-nek  $2^0$  -  $2^7$  bemeneteivel az EB-134-es kártyán. Először az első majd a második számlálóba egy-egy az A-D kapcsolókon beállított számot fogunk betölteni.
6. Töröljük mindkét 4 bites számlálót, földre kötve Reset bemeneteiket.
7. Vizsgáljuk meg a számláló kimenetekre kötött LED-eket, és győződjünk meg, hogy egyik sem világít (logikai nulla állapot).
8. MÉRJÜK MEG A DAC-NAK A  $V_{out}$  JELÉT DIGITÁLIS MŰSZERREL.

$$V_{out} (00000000) = \dots\dots\dots$$

9. Párhuzamos befrással vigyünk az 1 számlálóba 0000 értékű bináris kódot. Állítsuk a DCBA kapcsolókat 0000 állásba, majd egy pillanatra földeljük le az 1 számláló LD bemenetét.

10. Párhuzamosan töltsünk a 2. bináris számlálóba 1000 értékű bináris kódot. Állítsuk a DCBA kapcsolókat 1000 értékűre, majd földeljük le egy pillanatra a 2. számláló LD bemenetét.

11. Ellenőrizzük le, hogy a  $2^7 - 2^0$  számláló kimenetek az 10000000 bináris értéken állnak.

12. Pontosan mérjük meg a Vout feszültséget (megjegyzés: digitális voltmérőt használjunk).

Vout (1000 0000) = .....

13. Majd töltsünk az 1 számlálóba 0001 értéket és ellenőrizzük le, hogy a számláló értéke most 10000001. Most a bináris szám értékét 1-el növeltük.

14. Pontosan mérjük meg a Vout jelet. Számítsuk ki a Vout jel változásának nagyságát, amikor a bemenet 10000000-ról 10000001-re váltott egy lépést.

Vout (1000 0001) = .....

Lépcsőfeszültség = .....

15. Ismételjük a 9-14 pontokban leírtakat az 1. ábrában adott bináris számokkal, az eredményt jegyezzük fel az 1. ábrába.

Első szám	második szám	Vout (első)	Vout (második)	Lépés feszültség,
0000 0010	0000 0011	9,01	9,1	
0010 0001	0010 0010	9,4	9,43	
1111 0000	1111 0001	4,91	4,94	
1111 1110	1111 1111	5,18	5,2	

1. ábra: Digitális-analóg átalakítás

16. Növeljük 10-re a kfsérletjelzót.

17. Kapcsoljunk össze két 4 bites számlálót egy 8 bites bővíthető számlálóra (lásd a 2. gyakorlatot). Inputként használjunk 555-ös időzítőt, mely astabil oszcillátorként működjön (lásd 1. gyakorlat). Használjuk R2, R4-et és C2-öt, mint Ra, Rb és C-t.

18. Ellenőrizzük le oszcilloszkóppal, hogy a számláló kimenő jelei helyesek-e.

19. Rajzoljuk be a Vout jelalakot a 2. ábrába.



2. ábra: Kimeneti feszültség

20. Állítsuk az oszcilloszkóp függőleges és vízszintes érzékenységét addig, amíg nem lehet látni a jelalak egyedi lépéseit.

Lépésfeszültség = .....

21. Kapcsoljuk szét a 8 bites számláló áramkört és az 555-ös astabil áramkört.

22. Növeljük a kísérletjelzőt 11-re.

23. Kapcsoljuk be a függvénygenerátort és állítsuk úgy be, hogy az szinuszos jelalakot adjon 0 V értékű minimum és 5 V értékű maximális feszültséggel. Használjunk DC eltolás- szabályzót, hogy ezen feszültségeket megkapjuk. Csatlakoztassuk a függvénygenerátort a  $V_{ref}$  bemenethez. A kapcsolásban a DAC, mint AC változtatható csillapító működik.

24. Párhuzamosan töltsünk be a számlálóba bináris 11111111 értéket, ezt azok továbbítják a DAC-re.

25. Mérjük meg a  $V_{out}$  feszültséget oszcilloszkóppal és jegyezzük fel annak csúcstól - csúcsig mért feszültségét.

$V_{csúcs-csúcs}$  = .....

26. Változtassuk meg a DAC-re adott bináris bemenő jeleket a 3. ábra szerintiekre, és jegyezzük be oda a  $V_{out}$  jel csúcstól - csúcsig mért feszültségét minden egyes számnál.

Bemenet	0000 0000	0000 1000	0010 0000	0100 0000	1000 0000
$V_{out}$ (csúcs-csúcs),	4	4	3,5	3	2

3. ábra: Kimeneti feszültség

27. Változtassuk a függvénygenerátor frekvenciáját addig, míg azt nem látjuk, hogy az AC kimenő feszültség csökkenni kezd, vagy míg a jelalak nem kezd el torzulni. Jegyezzük fel azt a maximális és azt a minimális frekvenciát, melyeken ezek a változások elkezdődnek, s írjuk ezt a 4. ábrába.

Maximális frekvencia = ..... Hatás = .....

Minimális frekvencia = ..... Hatás = .....

4. ábra: Az osztó sávszélessége

28. Számítsuk ki az 5. ábrában adott bináris bemeneti információk alapján a Vout elméleti értékeit és írjuk be azokat az 5. ábrába a SZÁMÍTOTT Vout mezőbe, a mért értékeket, melyet a 12. és 15. pontokban mértünk, írjuk a MÉRT Vout mezőbe.

Bináris bemenet	Számított Vout	Mért Vout
1000 0000		
0000 0010		
0010 0001		
1111 0000		
1111 1110		

5. ábra: Feszültségosztás

## 5.0 MEGFIGYELÉSEK

1. Hasonlítsuk össze a mért és számított lépcső-feszültséget. Mi a különbség a leolvasotthoz képest? Mekkora a számolási hiba?
2. Írja le a 19. pontban lerajzolt Vout jelalakot. Van-e nonlinearitás a lefutásban, hogyan látja?
3. Határozza meg az AC jelalak, Vref feszültségként történő alkalmazásának hatását!
4. Kommentálja a DAC frekvenciamenetét, a 27. pontban megállapítottak alapján.

# EB-134

## KOMPLEX DIGITÁLIS ÁRAMKÖRÖK

### 4. GYAKORLAT

#### ANALÓG - DIGITÁLIS ÁTALAKÍTÓ (ADC)

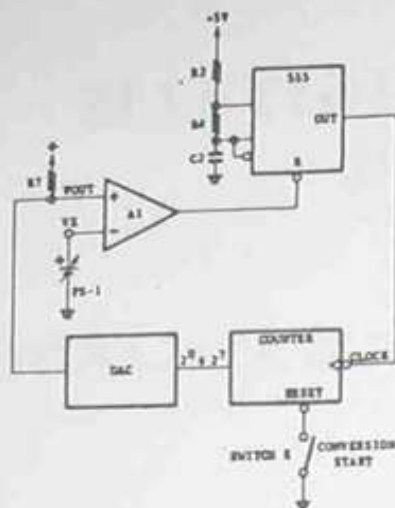
##### 1.0 CÉLKITŰZÉS

A gyakorlat elvégzése után a hallgató az alábbi feladatok elvégzésére legyen képes:

- tudjon konstruálni és vizsgálni egy analóg - digitális átalakítót.
- képes legyen meghatározni annak funkcióját, és megmérni működését!

##### 2.0 BEVEZETÉS

Az előző kísérletben egy digitális - analóg átalakítót vizsgáltunk. Az analóg - digitális konverter (ADC), fordított funkciót lát el, digitális jelet állít elő egy analóg bemenő feszültségből. Az ADC ezen a gyakorlaton egy számlálót használ a DAC vezérlésére. A DAC kimenő feszültségét (digitális - analóg átalakító) a feszültség- komparátor bemenő feszültségével hasonlítjuk össze. Amikor a DAC feszültsége egyenlő, vagy nagyobb, mint a bemeneti feszültség, CLOCK jel nem alakul ki. A digitális szó a DAC bemenetén ekkor egyenlő a bemeneti feszültséggel. A PS-1 tápfeszültséget mint bemeneti feszültségforrást alkalmazzuk. Az 1. ábrán az ADC blokkdiagramja látható.



1. ábra: ADC blokk diagram

Az ADC-nél a lépésfeszültség hasonló, mint ahogyan azt DAC (digitális - analóg átalakító)-nál láttuk. Az EB-134-en elhelyezett 8 bites DAC-re az alábbi egyenlet érvényes:

$$\text{lépés szám} = \frac{V_{ref}}{256} \text{ volt}$$

A  $V_x$  feszültség mérésekor az ADC bináris kimenetének decimális ekvivalense.

$$N = \frac{V_x}{V_{ref}} \times 256$$

A gyakorlatban alkalmazott ADC-k sokkal gyorsabbak mint az EB-134-en alkalmazott áramkör mert egy "megközelítő regisztert" - SAR regisztert alkalmaznak bennük. Ezért ott a konvertálási sebesség bitenként változik.

### 3.0 ESZKÖZÖK

- 1 PU-2000 mérőhely
- 1 mérőkeret
- 1 EB-134 mérőkártya
- 1 DL-20 vezeték- és rövidzárkészlet
- 1 Digitális voltmérő
- 1 kétsatornás oszcilloszkóp
- 1 TTL logikai szintmérő (opcionális)



## 4.0 A GYAKORLAT VÉGREHAJTÁSA

1. Helyezzük be az EB-134-es kártyát a megvezető sínbe, majd toljuk a PU-2000-be.
2. Ha a PU-2000 ki van kapcsolva, kapcsoljuk be azt és hajtsuk végre az ÁLTALÁNOS INFORMÁCIÓK című részben leírt paraméterbeállítást.
3. Állítsuk a kísérletjelzőt 12-re!
4. Állítsunk össze az 555-ösből egy astabil oszcillátort R2, R4 és C2 mint Ra, Rb és C felhasználásával (lásd 1. kísérlet!).
5. Csatlakoztassuk az 555-ös kimenetét az 1. számláló órajelbemenetére valamint az 1. számláló Qd ( $2^3$  kimenetét a 2. számláló órajelbemenetére).
6. Kössük +5 V-ra a DAC Vref bemenetét!
7. Ellenőrizzük le az áramkör működését a DAC Vout jelének oszcilloszkópos vizsgálatával.
8. Állítsuk az E kapcsolót 1-be.
9. Csatlakoztassuk az E csatlakozóját mindkét 4 bites számláló törlésbemenetéhez. Az E kapcsolót ekkor az ADC törlésére használhatjuk, és az analóg - digitális átalakítás indítására.
10. Csatlakozzunk a digitális voltmérővel a PS-1-re a PU-2000-ren és állítsunk be PS-1-en egy 5 V-nál kisebb értéket. Nem szabad, hogy a PS-1 értéke ezen kísérlet során meghaladja az 5 V-ot.
11. Csatlakoztassuk a PS-1-et a Vx csatlakozóhoz, mely a feszültségkomparátornak egy nem invertáló bemenete. A PS-1 feszültsége egy digitális értékké alakul át.
12. Csatlakoztassuk az oszcilloszkóp 1. csatornáját a DAC kimenetére (Vout), az oszcilloszkóp trigger jele a jelalak negatív éle lesz.
13. Vizsgáljuk a feszültségkomparátor kimenetét az oszcilloszkóp 2 csatornájával. Változtassuk a PS-1 értékét (feszültség), és jegyezzük fel a komparátor kimeneti jelalakjának változását. Rajzoljuk fel a két jelalakot korrektt időzítségi viszonyokkal PS-1 = 1,0 V, PS-1 = 2,5 V és PS-1 = 4,0 V esetén. Minden egyes esetben jegyezzük fel a DAC kimeneti feszültségét, melynél a komparátorkimenet alacsonyba vált (2. ábra).

## KOMPARÁTOR KIMENET

## DAC KIMENET ( $V_{out}$ )

$$V_x = 1 \text{ V,}$$

$$V_x = 2.5 \text{ V,}$$

$$V_x = 4 \text{ V}$$

2. ábra: A feszültség hullámformája

14. Növeljük a kísérletjelzőt 13-ra.

15. Csatlakoztassuk a komparátor kimenetét az 555-ös törlés bemenetére. Ez a számláló megállítást okozza, amikor a komparátor kimenete alacsonyba vált.

16. Most állítsuk be a PS-1-et 0 V feszültségre és töröljük a számlálókat az E kapcsoló alacsonyba majd magasba kapcsolásával.

17. Pontosan mérjük meg és jegyezzük fel a PS-1 feszültségét és a  $2^7 - 2^0$  logikai szinteket. Jegyezzük be a 3. ábrába az eredményeket. Csatlakoztassuk  $V_x$ -et a földhöz a 0 V méréséhez.

$V_x$	$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$	számított $V_{out}$
0 V									
1 V									
2 V									
3 V									
4 V									
5 V									

3. ábra: Feszültség számítások

18. Ismételjük a 16 és 17 pontokban leírtakat, több mint 4 féle PS-1 feszültségértékre (1 Volt-tól - 5 Voltig).
19. Most a 3. ábra minden egyes sorában számítsuk ki a DAC Vout értéket a Vref értékéből és azon logikai szintek értékéből, melyek a számláló stop állapotában mérhetők.

## 5.0 MEGFIGYELÉSEK

1. Írja le a 13. pont szerint mért jelalakot. Mekkora feszültség szint van a DAC kimenetén, amikor a feszültség-komparátor kimenete alacsonyba vált? Milyen ponton vált a komparátor kimenete újra magasba?
2. Kommentálja a pontosságot, mellyel a PS-1-et mértük.
3. Milyen hatása van a Vref pontosságának az ADC pontosságára?
4. Hogyan lehet használni ezen áramköröket digitális voltmérőkben?
5. Milyen változást javasol az áramkörben, a pontosság vagy a sebesség növelése céljából?

# EB-134

## KOMPLEX DIGITÁLIS ÁRAMKÖRÖK

### 5. GYAKORLAT

#### DEKÓDEREK, MULTIPLEXEREK ÉS DEMULTIPLEXEREK

### 1.0 CÉLKITŰZÉS

A kísérlet elvégzése után a hallgató legyen képes

- ismertetni, hogyan működik a dekóder, le tudja rajzolni annak kimenő jelalakját.
- meg tudja határozni a multiplexer működését és meg tudja magyarázni a kimenő jeleket, amikor a kimenetre több jelet multiplexelnek.
- képes legyen elmondani, hogy hogyan használjuk a dekódert, valamint a D flip-flopot egy multiplexelt jel demultiplexelésére.

### 2.0 BEVEZETÉS

A dekóder olyan eszköz, melynek címző és engedélyező bemenetei, és több kimenete van. A címző bemenetre adott bináris számnak megfelelő sorszámú kimenet aktívvá válik, ha az áramkör működése nincs letiltva az engedélyező bemenetén. Például a negyedik kimenet akkor lesz aktív, ha a címző bemenetre 11 bináris kódot kapcsolunk 1 a 4-ből típusú dekóder esetén.

A multiplexer olyan eszköz, melynek digitális adatbemenetei, címző és engedélyező bemenetei, valamint adatkimenete van. A 4 bemenetű multiplexernek például 4 adatbemenete van, melyek közül egy kapcsolódhat a kimenetre. A kimenetre kapcsolódó adatbemenetet a címző bemeneten kell kiválasztani.

A kiválasztandó bemenet bináris címét adva a címző bemenetre, létrejöhet a kapcsolat a bemenet és a kimenet között, ha az eszköz működése az engedélyező bemeneten nincs letiltva.

A bemenet címzését változtatva rendre a címzett bemenetek kapcsolódnak a kimenetre.

A gyakorlaton a multiplexerek címzése számlálóval történik. Ez a számláló a dekódert is címzi. Ezért ha egy dekóder bizonyos sorszámú kimenete aktív lesz, ugyanolyan sorszámú bemenet címződik ki a multiplexeren is. Ha a dekóder kimenetét egy D flip-flop órajelének használjuk és a multiplexelt jelet annak adatbemenetére visszük, akkor a flip-flop Q kime-

netén a multiplexeren kiválasztott bemenet jele jelenik meg. A multiplexelt jelből bármely meghatározott jelet kiválaszthatjuk a megfelelő dekóder kimenő jelet a D flip-flop órajel bemenetére kötve. Ha a dekóder kimenet fázisban van a multiplexer órajelével, akkor időzítsi hiba léphet fel, mert a flip-flopot akkor billentjük, amikor az adat bemenetén a jel megváltozik. Ezért a legjobb, a multiplexelt jelet megőrizni, amíg annak átvitele meg nem kezdődik. Az EB-134-en ezt a dekóder kapuzásával oldják meg, és előállítanak egy rövidebb pulzust a korrekt időzítés végett.

### 3.0 ESZKÖZÖK

- 1 PU-2000 mérőhely
- 1 Mérőkeret
- 1 EB-134 mérőkártya
- 1 DL-20 vezeték- és rövidzárkészlet
- 1 Kétcsatornás oszcilloszkóp

### 4.0 A GYAKORLAT VÉGREHAJTÁSA

1. Helyezzük az EB-134-es kártyát a kártyamegvezető sínbe, majd toljuk be a PU-2000 csatlakozójába.
2. Ha a PU-2000 ki volt kapcsolva, kapcsoljuk be és hajtsuk végre az ÁLTALÁNOS INFORMÁCIÓK-nál leírt paraméterbeállításokat!
3. Állítsuk a kísérlet jelzőt 14-re!
4. Keressük meg az "1 a 4-ből" dekóder áramkört. A vezérlő jelek a 4 bites számlálóra érkeznek. A  $2^2$  (I1) és  $2^1$  (IO) a címző vonalak, a  $2^0$  (EN) a vezérlésengedélyezés.
5. A kísérletben az 1. számlálót, mint tároló regisztert alkalmazzuk, melynek tartalma az A, B, C kapcsolókról van betöltve, így generálhatjuk a dekóder igazságtáblájának megfelelő kódot.
6. Kössük rá a számláló Load bemenetét az E-re.
7. Töltsük be a regiszterbe a kapcsolók állapotát az E kapcsoló alacsonyba majd újra magasba kapcsolásával. Így az A, B és C kapcsolók állapota letárolásra kerül a számlálóba. Az A, B, C kapcsolók a  $2^0$ ,  $2^1$  és  $2^2$  értékű kimeneti lábakra dolgoznak.
8. Csatlakozzunk az oszcilloszkóppal a Q kimenetekre. A befrási procedura segítségével vegyük fel az "1 a 4-ből" dekóder igazságtábláját (1. ábra).

II	IO	EN	Q3	Q2	Q1	Q0
0	0	0	1	1	1	0
1	0	0	1	0	1	1
0	1	0	1	1	0	1
1	1	0	0	1	1	1
0	0	1	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1

1. ábra: A dekóder igazságtáblája

9. Növeljük a kísérletjelzőt 15-re!

10. Keressük meg a 4 bemenetű multiplexer áramkört. A vezérlő bemenet jeleit a 4 bites számláló  $2^2$  és  $2^1$  kimenetei adják.

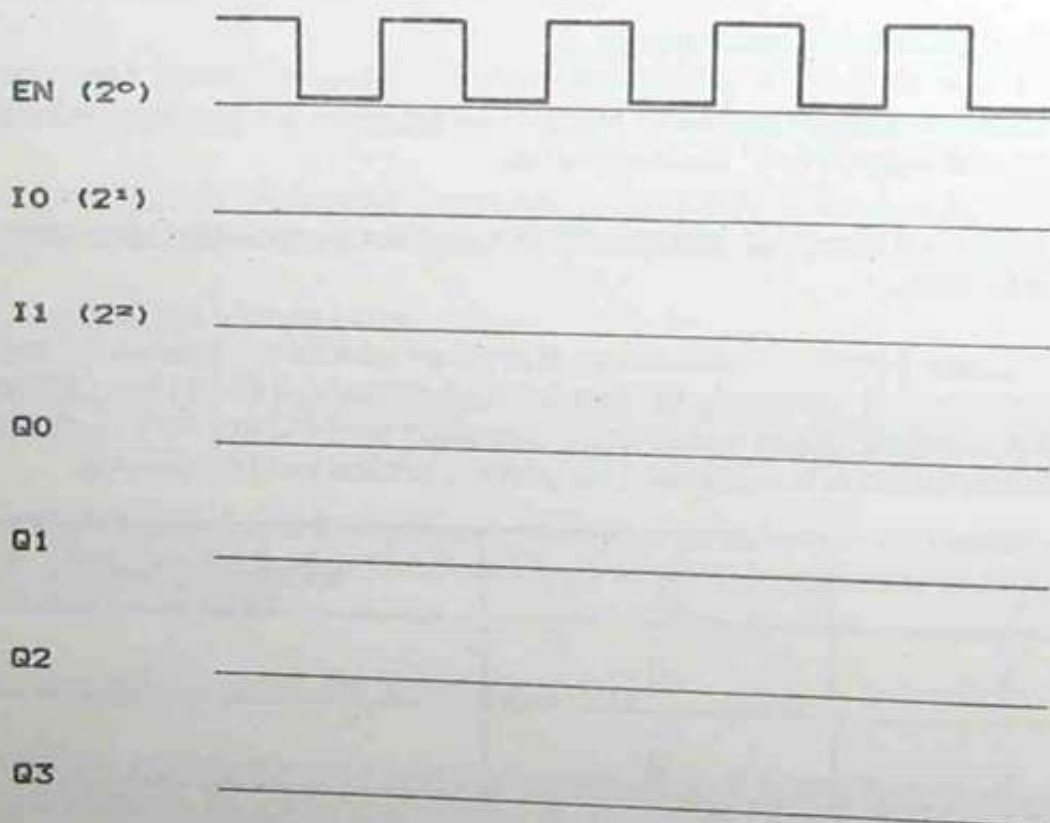
11. Kössük a 4 bemenetű multiplexer ENABLE bemenetét földre, a kimenet engedélyezéséhez.

12. Töltsünk be az az 1. számlálóba a B és C kapcsolókról a 2. ábrabeli igazságtáblába adott értékeket. Minden egyes bemeneti feltétel kijelöli az I0-tól I3-ig jelölt bemeneti jelek közül azt, melyet a multiplexer kimenetére továbbítanak. Mindegyik bemenetet kössük földhöz és keressük meg, melyiknek a tartalma kerül a kimenetre.

$2^2$	$2^1$	kiválasztott bemenet
0	0	
1	0	
0	1	
1	1	

2. ábra: Multiplexer igazságtábla

13. Vegyük le a 4 bemenetű multiplexer ENABLE bemenetéről a földet, és figyeljük meg, hogy a kimeneti feszültség egy DC logikai szint.
14. A gyakorlat további részében nézzük meg az áramkör dinamikus működését. Dinamikus működésnél a bemenő jelek nem DC szintek, hanem impulzus sorozatok.
15. Növeljük a kísérletjelzőt 16-ra!
16. Állítsunk össze 555-ből egy astabil oszcillátort, felhasználva R2, R4, C2-t, mint Ra, Rb és C-t (lásd az 1. kísérletet!).
17. Kössük az 555 kimenetét az 1. számláló bemenetére és kössük össze az 1. számláló Qd ( $2^3$ ) pontját a 2. számláló CLOCK bemenetével.
18. Ellenőrizzük le az astabil és a számláló áramkör helyes működését!
19. Az oszcilloszkóp felhasználásával rajzoljuk le a számláló  $2^2$ ,  $2^1$ , és  $2^0$  kimeneteinek jelalakjait és az "1 a 4-ből" dekóder Q3, Q2, Q1 és Q0 kimeneteinek jelalakjait. Az oszcilloszkóp trigger jele a számláló  $2^0$  súlyozású kimenő jelének pozitív éle.



3. ábra: A dekóder kimeneti jelalakja

20. Kössük a számláló  $2^4$  kimenetét a 4 bites multiplexer I0 bemenetére. Az engedélyező bemenetet földeljük le.
21. Csatlakoztassuk a dekóder Q0 pontját a D flip-flop óra- bemenetére. Csatlakoztassuk a multiplexer kimenetét a D flip-flop D bemenetére.
22. Az oszcilloszkóp CH1 csatornájával lépünk a dekóder Q0 kimenetére, a CH2-vel a multiplexer kimenetére.
23. Rajzoljuk be a 4. ábrába a két jel idődiagramját 8 vagy több Q0 impulzusnyi időre.
24. Helyezzük a 2. csatorna mérőzsinórját a flip-flop Q kimenetére és a jel idődiagramját rögzítsük a 4. ábrán. Helyezzük át a 2. csatorna mérőzsinórját a  $2^1$  lábba, és ugyanezen ábrába a mért idődiagramot rajzoljuk be!

Q0 OUTPUT (CLK input)



MULTIPLEXER OUTPUT (D input)



FLIP-FLOP OUTPUT (Q output)

INPUT SIGNAL  $2^1$ 

#### 4. ábra: Idődiagram

25. Kössük le az "1 a 4-ből" dekóder Q0 jelét a D flip-flop órajel bemenetéről és kössük rá a Q1, Q2 vagy Q3 jelek egyikét erre a helyre. Ellenőrizzük, hogy a demultiplexelt  $2^4$  jelalakot csak akkor kaptuk meg, ha Q0-t használtuk.

## 5.0 MEGFIGYELÉSEK

1. Adjuk meg a dekóder igazságtábláját!
2. Ismertessük a multiplexer működését és igazságtábláját!
3. Mi az összefüggés a dekóder és a multiplexer jelalakjai között?



4. Hogyan kell kialakítani a multiplexer/demultiplexer áramkört ahhoz, hogy egyidejűleg 4 különböző logikai jelet lehessen a multiplexeren átküldeni, visszanyerve a jelalakot a kimeneten?
5. Lehet-e a LATCH áramkört használni a D flip-flop helyett demultiplexerként?
6. Az EB-134-en miért a  $2^0$  jelhez kapcsoljuk a dekóder engedélyező vonalát?

# EB-134

## KOMPLEX DIGITÁLIS ÁRAMKÖRÖK

### 6. GYAKORLAT

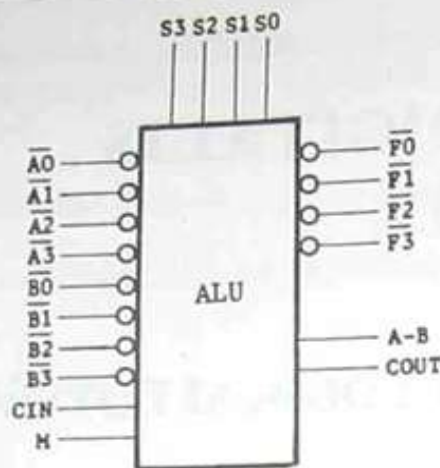
#### AZ ARITMETIKAI-LOGIKAI EGYSÉG (ALU)

##### 1.0 CÉLKITŰZÉS

A kísérlet elvégzése után a hallgató legyen képes ismertetni az aritmetikai- logikai egység funkcióit és felhasználásait. Képes megmagyarázni, hogy az aritmetikai és logikai funkciók hogyan programozhatók a bemenő vezérlő szavakkal.

##### 2.0 BEVEZETÉS

Bináris számokat bináris összeadó áramkörökkel lehet összeadni, melyek logikai kapuk összekapcsolása révén keletkeznek. Ugyanolyan logikai és aritmetikai műveletek más kapuáramkörökkel is végezhetők. Ha ezeket az áramköröket egy tokban egyesítik és kiegészítő kapukkal (melyek a funkciókiválasztást végzik) látják el, akkor ALU-t kapunk. A 74LS181 ALU 16 bináris aritmetikai műveletet tud végrehajtani két 4 bites szón. Ezek a műveletek 4 funkciókiválasztó vonallal választhatók ki (S0, S1, S2, S3). A funkciók magukba foglalják az összeadás, kivonás, dekrementálás és direkt (közvetlen) átadás műveleteket. A 74LS181 funkciói aritmetikaiak és logikaiak lehetnek, a "mode" bemenet állapotától függően. A logikai funkciók nem igénylik az átvitelbit továbbítását bitről-bitre. Az 1. ábra mutatja a 74LS181 be- és kimeneteit.



1. ábra: Az ALU be- és kimenetei

A be- és kimeneti jelek rendeltetése:

- 4 bemenet az A bináris szónak.
- 4 bemenet a B bináris szónak.
- 4 kiválasztó vonal S0-tól S3-ig, melyek meghatározzák az A és B bináris szavakon végzendő logikai és aritmetikai műveleteket.
- Az M (üzemmód vezérlés) meghatározza, hogy az A és B bináris szavakkal logikai művelet végzése lesz-e.
- Áthozat Cin.
- 4 bites bináris kimenőszó, F0-tól F3-ig jelölve, mely az A és B bináris szavakon végzett logikai vagy aritmetikai művelet eredménye.
- Kimenő átvitel Cout
- Komparátor kimenet (A=B)

Az ALU a következő műveletekre képes:

- 16 logikai művelet
- 5 aritmetikai művelet
- 8 kombinált aritmetikai/logikai művelet végrehajtása.

A 2. ábra tartalmazza azon aritmetikai és logikai funkciókat, mely az A és B bemenő adatokon végezhetők az S bemenet állapotának megfelelően.

KIVÁLASZTÁS MÓD BEMENET				LOGIKAI FUNKCIÓ	ARITMETIKAI FUNKCIÓ
S3	S2	S1	S0	MODE= 1	MODE= 0, $\overline{Cin}=1$ (nincs átvitel)
0	0	0	0	$F = \overline{A}$	$F = A$
0	0	0	1	$F = \overline{A + B}$	$F = A + B$
0	0	1	0	$F = \overline{A}B$	$F = A + \overline{B}$
0	0	1	1	$F = 0$	$F = \text{minus 1 (ketteskomplement)}$
0	1	0	0	$F = \overline{A}\overline{B}$	$F = A \text{ plus } \overline{A}\overline{B}$
0	1	0	1	$F = \overline{B}$	$F = (A + B) \text{ plus } \overline{A}\overline{B}$
0	1	1	0	$F = A \oplus B$	$F = A \text{ minus } B \text{ minus } 1$
0	1	1	1	$F = \overline{A}\overline{B}$	$F = \overline{A}\overline{B} \text{ minus } 1$
1	0	0	0	$F = \overline{A} + B$	$F = A \text{ plus } AB$
1	0	0	1	$F = \overline{A \oplus B}$	$F = A \text{ plus } B$
1	0	1	0	$F = B$	$F = (A + \overline{B}) \text{ plus } AB$
1	0	1	1	$F = AB$	$F = AB - 1$
1	1	0	0	$F = 1$	$F = A \text{ plus } A$
1	1	0	1	$F = A + \overline{B}$	$F = (A + B) \text{ plus } A$
1	1	1	0	$F = A + B$	$F = (A + \overline{B}) \text{ plus } A$
1	1	1	1	$F = A$	$F = A \text{ minus } 1$

2. ábra: ALU igazságtábla

### 3.0 ESZKÖZÖK

- 1 PU-2000 mérőhely
- 1 mérőkeret
- 1 EB-134 mérőkártya
- 1 DL-20 vezeték- és rövidzárkészlet
- 1 digitális voltmérő vagy logikai szintjelző

### 4.0 A MÉRÉS MENETE

1. Helyezzük be az EB-134-es kártyát a kártyamegvezető sínbe és toljuk a PU-2000 csatlakozójába.
2. Ha a PU-2000 ki volt kapcsolva, kapcsoljuk be és hajtsuk végre az ÁLTALÁNOS INFORMÁCIÓK című részben megadottak szerint a paraméter beállítást.
3. Állítsuk a kísérletjelzőt 17-re.
4. A kísérletben felhasználunk 2 db 4 bites számlálót az ALU A és B bemenetére továbbítandó információ őrzésére. Az 1. számláló ( $2^3$ -tól  $2^0$ -ig) kimenetei az A bemenetre, a 2. számláló ( $2^7$ -tól  $2^4$ -ig) jelei a B bemenetre továbbítandó információkat őrzik. Az S bemenetek (funkciókiválasztás) a vezérlő információt közvetlenül az A, B, C és D kapcsolókról fogadják. A bejövő átvitel (áthozat) Cin az E kapcsolóról érkezik. A betöltendő adat legnagyobb helyiértékű bitjét a D, a legalsó helyiértékű pedig az A kapcsoló adja. Abban az üzemmódban, amikor a bemenetek és kimenetek magas jelszinttel aktívak, a Cin és Cout jeleket invertálni kell.
5. Az A - D kapcsolókon tárolt információk az adott számlálóba úgy kerülnek, hogy az áramkör LOAD bemenetét aktiváljuk.
6. A 74LS181-es ALU-t először logikai módban vizsgáljuk. Ha a MODE bemenet magas logikai szinten van, az ALU logikai módban dolgozik. A MODE csatlakozón belső felhúzóellenállás van, ezért a logikai mód kiválasztásakor nem kell földelni.
7. MÉRJÜK MEG ÉS JEGYEZZÜK FEL A 3. ábra alapján az F kimenetek értékeit valamennyi ott felsorolt feltétel beállításával.

S3 S2 S1 S0	B3	B2	B1	B0	A3	A2	A1	A0	F3	F2	F1	F0	FUNKCIÓ
0000	0	1	1	1	1	0	0	1					
(azonos)	1	0	0	1	0	0	1	1					
(azonos)	0	0	1	1	1	1	1	0					
0001	1	1	0	0	0	0	0	0					
(azonos)	1	1	1	0	1	1	0	0					
(azonos)	0	0	0	1	0	0	1	1					
0011	1	0	1	0	1	1	0	0					
(azonos)	0	1	1	0	0	0	1	0					
0100	0	1	1	0	0	0	1	1					
(azonos)	1	0	1	1	1	1	1	0					
(azonos)	0	0	0	1	0	1	1	1					
0101	1	1	0	0	0	0	0	1					
(azonos)	0	1	0	1	1	1	1	0					
(azonos)	0	0	0	0	1	0	0	1					
0110	1	0	0	1	1	1	0	0					
(azonos)	1	1	0	0	0	1	1	0					
(azonos)	1	0	1	0	1	0	0	0					
1001	1	0	0	1	1	1	0	0					
(azonos)	1	0	1	0	0	1	1	0					
(azonos)	1	1	0	0	1	0	0	0					

## LABORATÓRIUMI MÉRÉSEK

S3 S2 S1 S0	B3	B2	B1	B0	A3	A2	A1	A0	F3	F2	F1	F0	FUNKCIÓ
1 0 1 0	0	0	1	1	1	1	1	1					
(azonos)	1	0	1	0	0	0	0	0					
1 0 1 1	1	0	0	1	0	0	1	1					
(azonos)	0	1	1	1	1	0	0	1					
(azonos)	1	0	1	1	1	1	1	0					
1 1 0 0	1	1	0	0	0	0	0	0					
(azonos)	1	1	0	0	0	0	0	0					
1 1 1 0	1	0	1	0	0	0	0	0					
(azonos)	0	0	0	0	1	0	1	1					
(azonos)	1	1	0	0	1	0	0	1					
1 1 1 1	1	1	0	0	0	1	1	0					
(azonos)	1	0	1	0	1	1	0	0					

3. ábra: Logikai mód

8. A 3. ábra alapján állapítsuk meg, hogy az S bemenetek állapota milyen logikai műveleteknek felel meg.
9. Növeljük a kísérletjelzőt 18-ra.
10. Csatlakoztassuk a MODE csatlakozót a földhöz az aritmetikai mód kiváltására. A Cin (áthozat) csatlakozó az E kapcsolóhoz van kötve.
11. Állítsuk az E kapcsolót "1"-be. Mivel Cin invertált bemenet, ezért nincs áthozat, amikor E magas szintet ad.
12. Töltsük a számlálóba a 4. ábrán megadott A és B értékeket. Mérjük és írjuk az ábrába az ezekhez tartozó F értékeket.

S3 S2 S1 S0	B3	B2	B1	B0	A3	A2	A1	A0	F3	F2	F1	F0	FUNKCIÓ
0000	0	1	1	1	1	0	0	1					
(azonos)	1	0	0	1	0	0	1	1					
(azonos)	0	0	1	1	1	1	1	0					
0001	1	1	0	0	0	0	0	0					
(azonos)	1	1	1	0	1	1	0	0					
(azonos)	0	0	0	1	0	0	1	1					
0011	1	0	1	0	1	1	0	0					
(azonos)	0	1	1	0	0	0	1	0					
0100	0	1	1	0	0	0	1	1					
(azonos)	1	0	1	1	1	1	1	0					
(azonos)	0	0	0	1	0	1	1	1					
0101	1	1	0	0	0	0	0	1					
(azonos)	0	1	0	1	1	1	1	0					
(azonos)	0	0	0	0	1	0	0	1					
0110	1	0	0	1	1	1	0	0					
(azonos)	1	1	0	0	0	1	1	0					
(azonos)	1	0	1	0	1	0	0	0					
1001	1	0	0	1	1	1	0	0					
(azonos)	1	0	1	0	0	1	1	0					
(azonos)	1	1	0	0	1	0	0	0					
1010	0	0	1	1	1	1	1	1					
(azonos)	1	0	1	0	0	0	0	0					



S3 S2 S1 S0	B3	B2	B1	B0	A3	A2	A1	A0	F3	F2	F1	F0	FUNKCIÓ
1 0 1 1	1	0	0	1	0	0	1	1					
(azonos)	0	1	1	1	1	0	0	1					
(azonos)	1	0	1	1	1	1	1	0					
1 1 0 0	1	1	0	0	0	0	0	0					
(azonos)	1	0	0	1	1	1	0	0					
1 1 1 0	1	0	1	0	0	0	0	0					
(azonos)	0	0	0	0	1	0	1	1					
(azonos)	1	1	0	0	1	0	0	1					
1 1 1 1	1	1	0	0	0	1	1	0					
(azonos)	1	0	1	0	1	1	0	0					

4. ábra: Aritmetikai mód

13. Vizsgáljuk meg a 4. ábrában rögzített eredményeket és állapítsuk meg és írjuk be az aritmetikai funkciót. Ha szükséges, a kísérlethez kiegészítő bemeneti feltételeket is vegyük figyelembe az egyértelmű eredmény érdekében.
14. Növeljük meg a kísérletjelzőt 19-re!
15. Állítsuk az E kapcsolót "0"-ba áthozat generálása céljából az ALU számára. Az áthozatra akkor van szükség, ha 4-nél több bites aritmetika céljából több ALU áramkört működtetünk együtt.
16. A 4. és 5. pontban leírt betöltési eljárással az 5. ábra alapján az ott leírt logikai szinteket állítsuk be.
17. Minden egyes bemeneti kombinációkészletet állítsunk be, mérjük meg és jegyezzük fel az F kimenetek értékét és a Cout állapotát.

S3 S2 S1 S0	B3	B2	B1	B0	A3	A2	A1	A0	F3	F2	F1	F0	Cout
1 0 0 1	0	0	0	0	0	0	0	0					
(azonos)	1	0	1	0	0	1	1	1					
(azonos)	1	1	1	1	0	1	1	1					
(azonos)	0	1	1	1	0	1	1	1					
0 1 1 0	0	0	0	0	0	0	0	0					
(azonos)	1	1	1	1	1	1	1	1					
(azonos)	1	1	0	0	0	1	1	0					
(azonos)	0	1	1	0	1	1	0	0					

5. ábra: Bináris aritmetika

18. Növeljük a kísérletjelzőt 20-ra!

19. Állítsuk Cin értékét 1-be az E kapcsolóval. A 4. és 5. pontban leírt betöltési művelettel állítsuk be a 6. ábrán adott logikai bemenő jeleket. Valamennyi beállítás esetén mérjük meg az F kimenetek logikai állapotát és rögzítsük az A=B állapotot.

S3 S2 S1 S0	B3	B2	B1	B0	A3	A2	A1	A0	F3	F2	F1	F0	A=B
0 1 1 0	1	1	0	1	1	0	0	0					
(azonos)	0	1	1	0	0	1	1	0					
(azonos)	0	1	1	1	0	1	1	0					
(azonos)	0	0	1	1	0	0	1	1					

6. ábra: Komparátor kimenet.

## 5.0 MEGFIGYELÉSEK

1. A 3. ábrában rögzített eredmények egyeznek-e a 2. ábrában leírt logika funkciókkal?

2. Az ALU aritmetikai módjában a 4. ábrán kapott eredmények megegyeznek a 2. ábrán látható igazságtáblázattal?
3. Mi a fő különbség az ALU logikai és aritmetikai módú működése között?
4. Határozzuk meg a Cin és Cout jelekkel kapcsolatos működést!
5. Hogyan valósul meg az "A=B" funkció?
6. Magyarázzuk meg, hogyan használható az ALU 8 bites bináris aritmetika céljára?

# EB-134

## KOMPLEX DIGITÁLIS ÁRAMKÖRÖK

### 7. GYAKORLAT

#### HIBAKERESÉS KOMPLEX DIGITÁLIS ÁRAMKÖRÖKBEN

#### 1.0 CÉLKITŰZÉS

A laboratóriumi gyakorlat elvégzése után a hallgató az alábbi képességekkel rendelkezzen:

- tudjon hibát keresni olyan komplex digitális áramkörökben, melyek timer áramköröket, számlálókat, digitális-analóg átalakítókat, dekódereket és multiplexereket tartalmaznak.

#### 2.0 BEVEZETÉS

A kísérlet méréseiben néhány, viszonylag komplex digitális áramkör hibakeresésével foglalkozunk, melyek tipikusak és a gyakorlatban megtalálhatóak. A hibakeresés technikája rendszerint az alábbi: megállapítjuk, hogy jól működő áramkör esetén milyen jelformák és szintek lehetnek, majd a mérendő rendszer közepén kezdve összehasonlítjuk a mért értékeket a jól működő rendszer esetén várható értékekkel. Fokozatosan megközelítjük a hibás területet, míg a hibát pontosan nem definiáljuk.

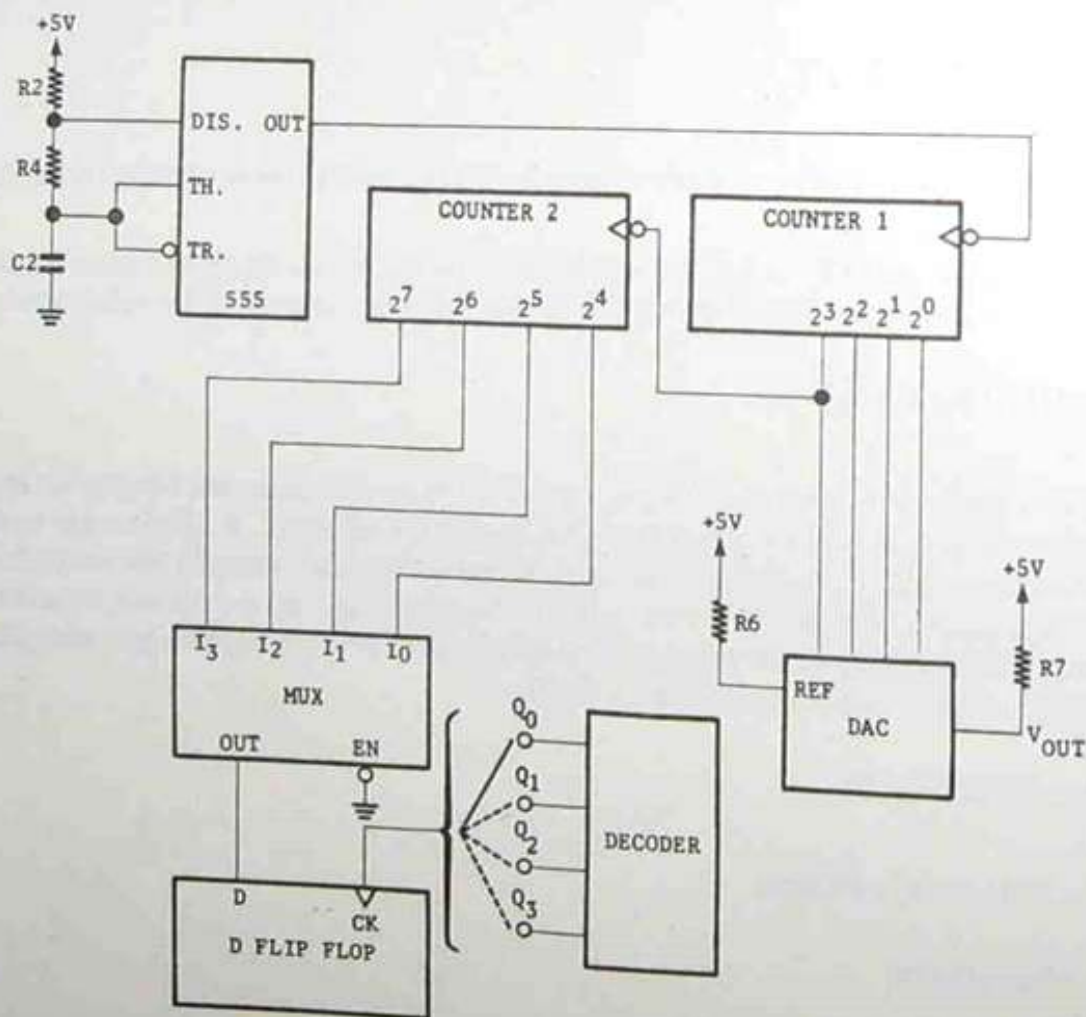
#### 3.0 ESZKÖZÖK

- 1 PU-2000 mérőhely
- 1 mérőkeret
- 1 EB-134 mérőkártya
- 1 DL-20 vezeték- és rövidzárkészlet
- 1 digitális feszültségmérő

1 kétsatornás oszcilloszkóp

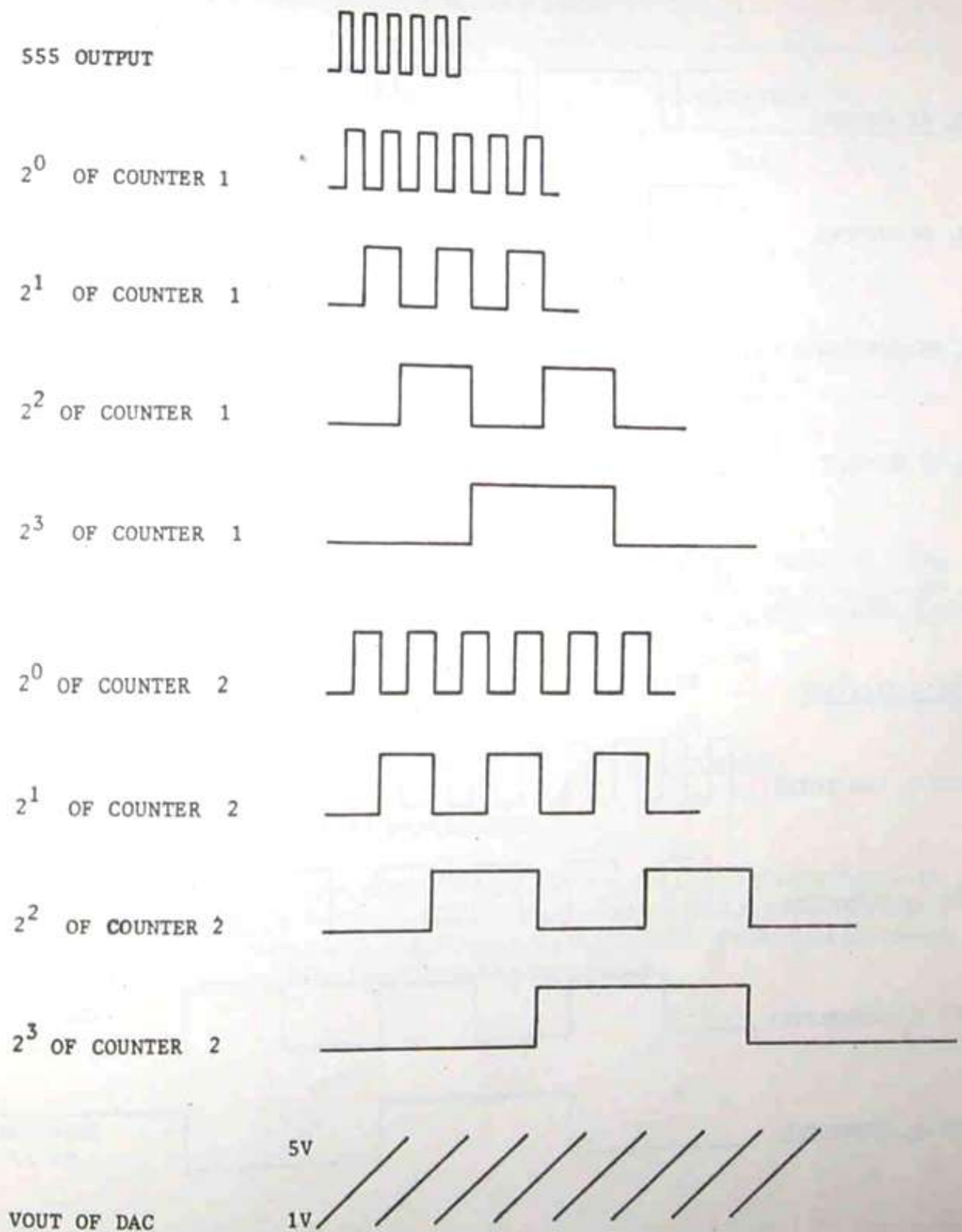
#### 4.0 A GYAKORLAT VÉGREHAJTÁSA

1. Helyezzük be az EB-134-es panelt a kártyamegvezető sínbe, majd toljuk a PU-2000 csatlakozójába.
2. Ha a PU-2000 ki van kapcsolva, kapcsoljuk be és hajtjuk végre az ÁLTALÁNOS INFORMÁCIÓK című részben leírt paraméter- beállításokat!
3. Állítsuk a kísérletjelzőt 21-re!
4. Állítsuk össze az 1. ábra szerinti áramkört! Az 555-ös számlálót astabil áramkörnek, a két számlálót kaszkád számlálónak kapcsoljuk. Az áramkör tartalmaz DAC-t, dekódert és multiplexert is.

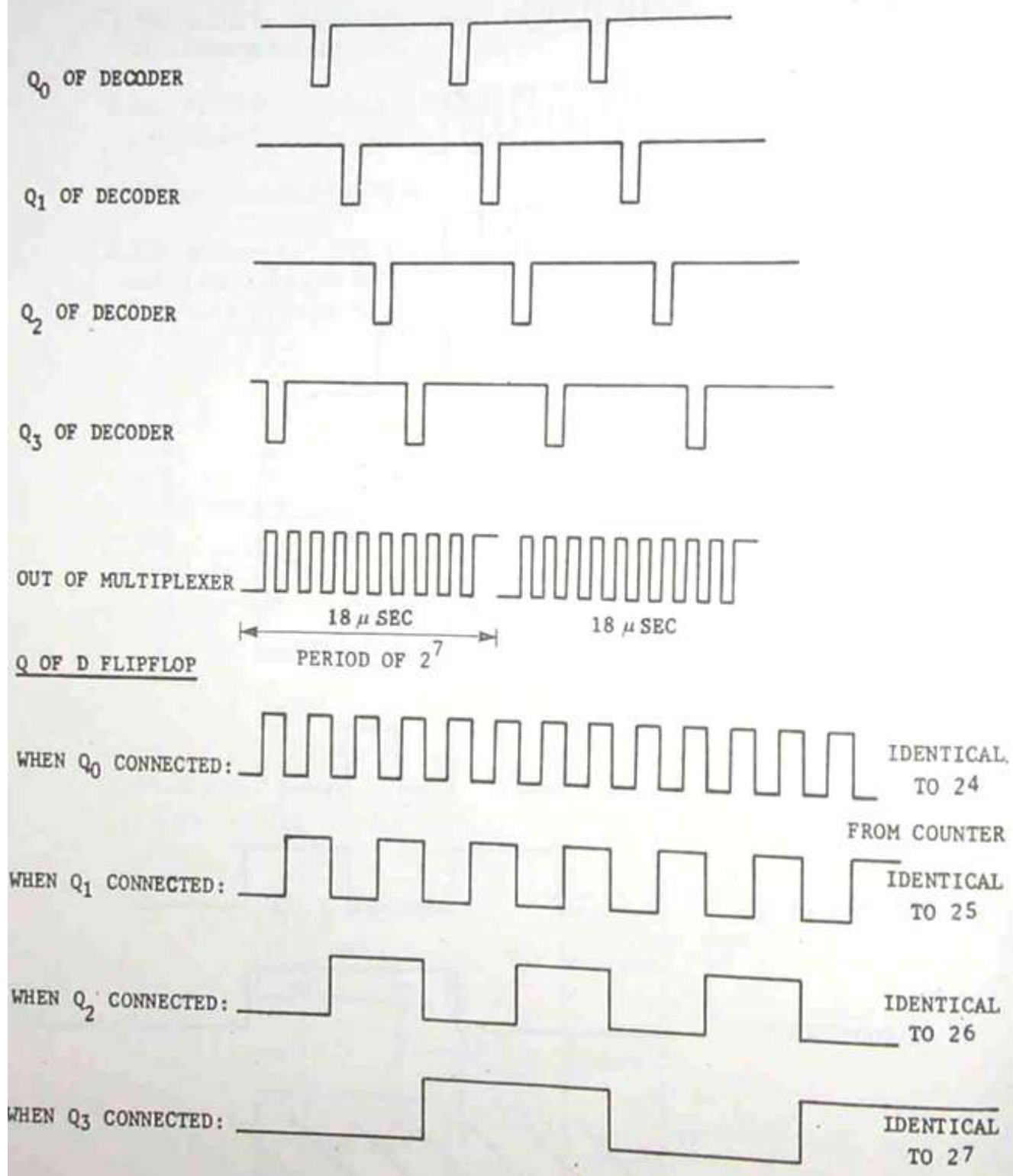


1. ábra: Hibakeresésre szolgáló áramkör

5. Vázoljuk fel a 2. ábra szerinti pontokon mért jelalakokat!



2. a. ábra: Hibakeresési jelalakok



2. b. ábra: Hibakeresési jelalakok

## A. TESZT MÓD

6. Állítsuk be az alábbi eljárás szerint a teszt módot:

sorszám	bevitel	kijelzés	megjegyzés
1	#	"1"	a kísérleti mód befejezése.
2	2	"2"	kódváltási kérés.
3	*	Fn	kód kiválasztási funkció.
4	3	Fn3	teszt mód.
5	*	00.0	a hiba ki van alakítva. Az eltelt idő a perc tizedrészével van kijelezve.

### 3. ábra: Hibakeresési mód

A PU-2000 véletlenszerűen hibát generált, melyet be kell határolni.

7. Először összehasonlítjuk a működő áramkör jeleit a hibátlan áramkörnél felvett jelalakokkal, majd megkíséreljük a hiba izolálását. Ha szükséges, a multiplexer-működés ellenőrzéséhez fel lehet használni különböző multiplexer bemeneteket és dekóder kimenetet.
8. A hiba egyike a 4. ábrában felsoroltaknak.
9. Amikor a hibát megtaláltuk, kiolvassuk a 4. ábrából a hiba kódját.
10. Válaszunkat az 5. ábra alapján adjuk be!
11. Ha a válaszunk helyes, akkor a YES szó lesz kijelezve a pontszámot követően. Ha nem, a kijelzés: NO1. Van lehetőségünk még kísérletre. Ha a 3. válasz sem helyes, akkor a helyes kód jelenik meg, (F-code), majd a PU-2000 kiválasztja a következő hibát. A Teszt-módban hibák keresésére van módunk.



## LABORATÓRIUMI MÉRÉSEK

KOMPONENS	HIBALEÍRÁS	KÓD
		09
R2	Szakadt	19
R4	Szakadt	04
C2	Rövidre zárva	10
555	Nem működik	17
1 számláló	Qa Hibás	28
1 számláló	Qb Hibás	16
1 számláló	Qc Hibás	27
1 számláló	Qd Hibás	03
2 számláló	Qa Hibás	23
2 számláló	Qb Hibás	18
2 számláló	Qc kimenet hibás	26
2 számláló	Qd Hibás	07
DAC	Kimenet mindig 0V	11
DAC	Nem felel a $2^0$ -ra	30
DAC	Nem felel a $2^1$ -re	24
DAC	Nem felel a $2^2$ -re	31
DAC	Nem felel a $2^3$ -ra	02
DAC	Nem felel a $2^4$ -re	20
DAC	Nem felel a $2^5$ -re	14
DAC	Nem felel a $2^6$ -ra	29
Dekóder	Nem reagál I0-ra	22
Dekóder	Nem reagál I1-re	05
Dekóder	Az engedélyezés nem működik	21
Dekóder	Q0 mindig magas	15
Dekóder	Q1 nem működik	25
Dekóder	Q2 hibás	01
Dekóder	Q3 nem működik	13
Multiplexer	Kimenet szakadás	08
Multiplexer	Hibás dekódolás	12
D flip-flop	Nem működik	06

4. ábra: Hibalista

sorszám	bevitel	kijelzés	megjegyzés
1	*	F	csak akkor nyomjuk le a *-ot
2	(hibakód)	F (code)	adjuk be a 4. ábrában jelzett hibakódot
3	*	NO1 (kísérlet- szám)	rossz választ adtunk vagy:
		YES	helyes választ adtunk. Figyelje meg a pontszámát!
4	*	F	ha a válaszuk rossz volt

5. ábra: A hibakód bevitele

12. A 4 különböző hiba behatárolása után ki lehet választani egy második gyakorlatot a következő adatok beadásával:

sorszám	bevitel	kijelzés	megjegyzés
1	*	(pontszám)	nyomjuk meg a *-ot
		(idő)	nyomjuk meg a *-ot
2	*	Fn	nyomjuk meg a *-ot
3	3	Fn3	folytatjuk a Teszt-módot.
4	*	00.0	időmérés indul.

6. ábra: Egy második gyakorlat kiválasztása

## B. HIBAKERESÉSI MARATHON

13. A hallgatók hibakeresési marathont indíthatnak el az alábbi eljárással:

sorszám	bevitel	kijelzés	megjegyzés
1	#	"1"	a kísérlet mód befejezése
2	2	"2"	új funkció kiválasztása
3	*	Fn	funkció kiválasztás
4	4	Fn4	a hibakeresési mód kiválasztása
5	*	00.0	időmérés indítása

7. ábra: Hibakeresési marathont beállítása

Az áramkörben hiba generálódik. A kísérletek száma nincs korlátozva. A hiba behatárolásra fordítható idő 60 perc. A helyes és rossz hibakódok bevitelének száma tárolódik.

## SZÓTÁR

clock	_____	óra	_____
connected	_____	bekötve	_____
conversion	_____	átalakítás	_____
counter	_____	számiáló	_____
discharge	_____	jelindító határérték	_____
identical	_____	azonos	_____
in	_____	be	_____
input	_____	bemenet	_____
output	_____	kimenet	_____
reset	_____	törlés	_____
signal	_____	jel	_____
start	_____	indító	_____