

## Tartalomjegyzék

Általános tudnivalók	2
1. mérés Kombinációs áramkörök vizsgálata	9
2. mérés Elemi tárolók vizsgálata	19
3. mérés Sorrendi áramkörök tervezése és mérése	27
4. mérés Aritmetikai elemek vizsgálata	35
5. mérés Számlálók és regiszterek vizsgálata	55
Mellékletek jegyzéke	75

## DIGITÁLIS TECHNIKA LABORATÓRIUMI ÚTMUTATÓ

### ÁBRÁK ÉS MELLÉKLETEK JEGYZÉKE

Általános tudnivalók:7 ábra

1. mérés Kombinációs áramkörök vizsgálata:3 ábra 5 melléklet
2. mérés Elemi tárolók vizsgálata:8 ábra 3 melléklet
3. mérés Sorrendi áramkörök tervezése és mérése:7 ábra 7 melléklet
4. mérés Aritmetikai elemek vizsgálata:6 ábra 7 melléklet
5. mérés Számlálók és regiszterek vizsgálata:8 ábra 7 melléklet

Összesen: 42 ábra és 22 melléklet

## Előszó

Köszöntöm a hallgatót, aki most ismerkedik a Digitális technika laboratóriummal. Ez a mérési útmutató tíz éve elkezdett korszerűsítés és egyszerűsítés után a legrövidebb, ami az oldalszámokat illeti. Tapasztaltam ugyanis, hogy a füzet szerű jegyzeteket szívesen hordják magukkal, használják, míg a könyv szerű jegyzetek otthon porosodnak. Kénytelenek voltunk csökkenteni a mérések számát, ugyanakkor bővíteni a mérési feladatokat, mert az óraterhelésünk óriási. A laboratóriumban kb.300 hallgatónak tartunk méréseket, ami óriási igénybevételt is jelent.

A méréseken belül a mérési feladatok egy része kifejezetten könnyű, míg egy része átlagos nehézségű, és vannak feladatok, amelyek nagyobb odafigyelést, előkészülést igényelnek. Az otthoni munka mindenki számára kívánatos, a felkészüléssel választási lehetősége is van mindenkinél, melyik méréseket méri majd a laboratóriumi gyakorlat során.

A laboratórium a digitális technikai alapok megismertetését szolgálja. A harmadéves szakági laboratóriumokban mindenütt építenek a digitális technikára. Processzorok mérésével itt nem találkoznak, csak a szakági laboratóriumokban, de számítógépes áramkör tervezéssel igen. Az útmutatónak nem része a tervező szoftver ismertetése, ebben az évben még az ABEL PLD tervezővel ismerkednek a hallgatók, azt külön segédletben kapják meg.

Az útmutató nem tartalmazza az elméleti ismereteket, csak utal rá, mert előtanulmányok után kerülnek ide mérésre a hallgatók. Az útmutató tartalmazza a mérésen használatos IC-k átszerkesztett adatlapjait, hogy ne kelljen katalógust hozniuk magukkal a mérésre. Az ábrák a TANGO SCH-val készültek, amelyet a hallgatók egy része már ismer.

A mérések kidolgozásában, a mérőpanel tervezésében oroszlán része van Vézner Imre kollégánknak, sokat segített a munkában a lektori véleményével dr. Trónné Telkes Ibolya, a rajzok nagy részét Csontos Zoltán készítette, köszönet érte mindenkiuknak.

Jó munkát kívánok

Budapest, 1998. Január 20.

Rőmer Mária  
Rőmer Mária

## ÁLTALÁNOS TUDNIVALÓK

Ebben a jegyzetben a Digitális technika laboratórium méréseinek elvégzéséhez kívánunk segítséget nyújtani. ( Az elméleti ismereteket a tantárgy jegyzeteiben találhatják meg: Rőmer Mária: Digitális rendszerek áramkörei, a KKMF 49223, és a Rőmer Mária: Digitális technika példatár KKMF 1105 .)

A laboratórium műszerezettsége korszerű, a műszerek ismertetésére itt nem térünk ki. A mérőhelyeken impulzus- vagy függvénygenerátort, tápegységet, multimétert és legalább kétsatornás oszcilloszkópot helyezünk el, amelyek használatát - a hallgatók eddigi méréstechnikai tanulmányai alapján - ismertnek tekintünk. Viszont részletesen ismertetjük az Intézetben kifejlesztett univerzális mérőpaneleket, amelyeken a mérések történnek.

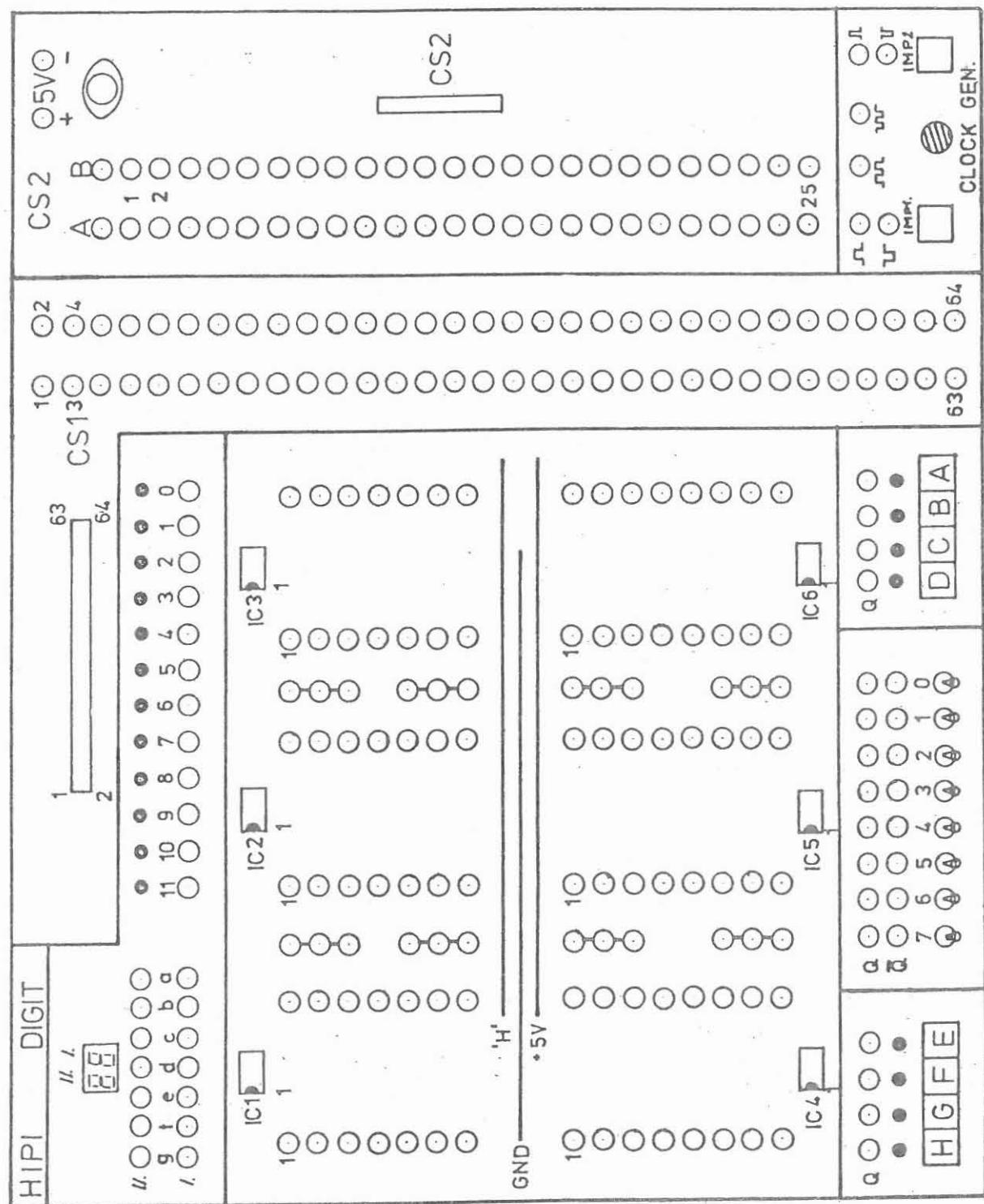
A számítógépes gyakorlatokhoz tartozó segédleteket nem tartalmazza ez a jegyzet, külön füzetek tartalmazzák azokat. A szoftver gyorsan fejlődik, ezért a programnyelvekkel való lépéstartás így takarékosabb.

### Az univerzális mérőpanel ismertetése (1.ábra)

A mérőpanel felépítése több funkcionális egységre osztható, ezek a következők:

- 6 db IC foglalat ( IC1-IC6 ), melyek lábat banánhüvelyekre vezettük ki;
- 1 db 64 pontos direkt csatlakozó nyomtatott áramköri kártyák csatlakoztatásához ( CS1 );
- 1 db 50 pontos indirekt szalagkábel csatlakozó mikroprocesszoros, egységek vizsgálatához ( CS2 );
- a csatlakozók pontjai szintén banánhüvelyeken keresztül érhetők el;
- 16 db logikai szintek előállítására alkalmas áramkör, a továbbiakban logikai adók ( A, B ... H, 0,1 ... 7 );
- különböző impulzusidejű, egyedi TTL impulzusokat előállító áramkörök ( IMP1/P1; IMP2/P2 ) és egy változtatható frekvenciájú TTL szintet kiadó négysszöggenerátor ( CLOCK GEN.);

- 12 db, vagy 8 db logikai szintek kijelzésére alkalmas áramkör, a továbbiakban logikai kijelzők (0,1 ... 12);



- 1 db két digites közös anódú hétszegmenses kijelző ( a,b,...g );
- a mérés összeállítását segítő banánhüvely sávok: +5V; H (high, TTL logikai 1-es szint); GND ( földpont)
- összekötő sávok, amelyek több pont összekötését segítik;
- a panel tápfeszültség bemeneti pontjai: +5V és GND;
- egy logikai ceruza csatlakozási pontja ( LOG.TESZT. ).

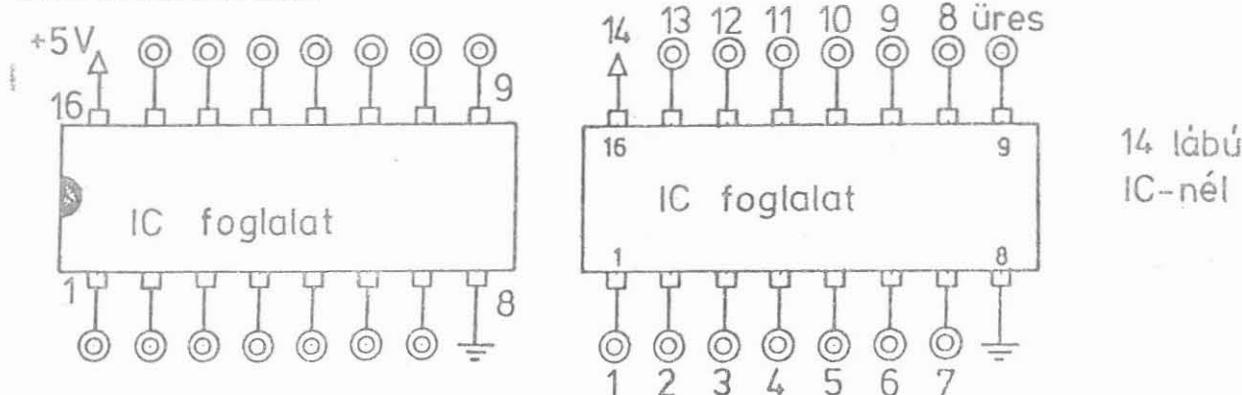
#### A digitális mérőpanel egységeinek részletesebb ismertetése.

Az IC1 - IC6 foglalatokba kerülnek a vizsgálandó integrált áramkörök. Ellenőrizzük le, hogy az 1-es láb az 1-es kivezetésre csatlakozzon. Az áramkörök tokbekötési rajza a panelen cserélhető módon van megoldva, minden az aktuális IC-nek megfelelő rajzot helyezzük a foglalatok kivezetései mellé.

IC-t kivenni, behelyezni csak kikapcsolt tápfeszültség mellett szabad!

Fontos: az IC-k tápfeszültség pontjainak bekötése!

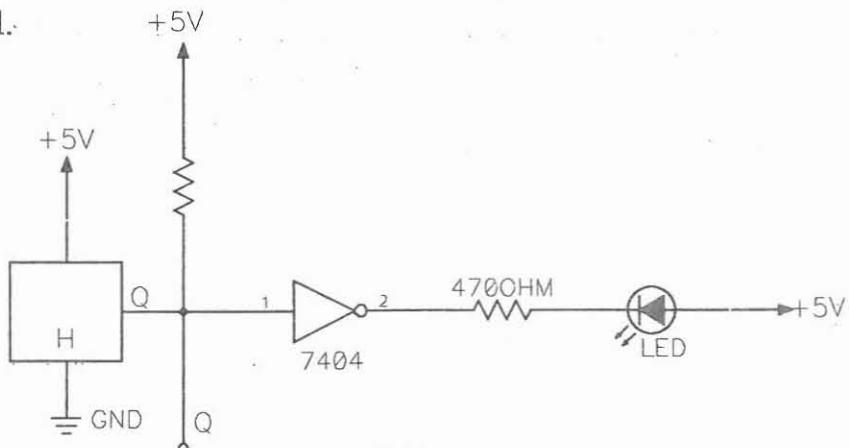
A mérőpanelen az IC1, IC2, IC3 foglalatok 8-as lábára a földet (GND) és a 16-os lábára a +5V-ot közvetlenül rákötöttük! A fennmaradó lábakat vittük csak ki a banánhüvelyekre. Az IC1, IC2, IC3 foglalatokba csak olyan IC-k helyezhetők, amelyek a tápfeszültséget a 2.ábra szerinti módon kapják meg! A 16 lábú IC-nél a GND-8.láb és a +5V-16.láb be van kötve. A 14 lábú IC-nél a GND-7.láb és a +5V-14.láb, a +5V be van kötve, de a földet nekünk kell a mérés előtt bekötni. Természetesen akár 14- akár 16 lábú a tok, mérhető az IC, csak ügyeljünk a rajz szerinti bekötésekre!



A mérőpanelen az IC4, IC5, IC6 foglalatoknak minden lába egy-egy banánhüvelyre van kivezetve, bármilyen bekötésű IC vizsgálatára alkalmasak.

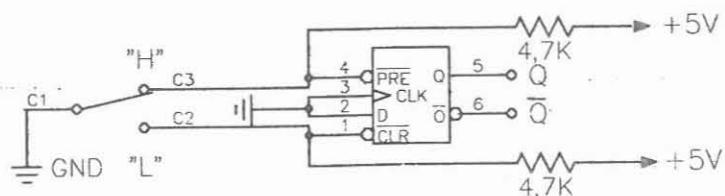
A CS1 csatlakozó DS 1580-264 típusú 64 pontos direkt csatlakozó, amelynek minden pontját egy-egy banánhüvelyre vezettük ki. A mérőkártya dugaszolása csak kikapcsolt tápfeszültségnél történhet a rajzokon feltüntetett lábkiosztásnak megfelelően!

A CS2 csatlakozó 50 pontos szalagkábel csatlakozó. Az 50 érintkező 2 sorban helyezkedik el, amit 2 x 25 banánhüvelyre vezettünk ki, A1,A2 ...A25 és B1, B2 ... B25 jelöléssel.



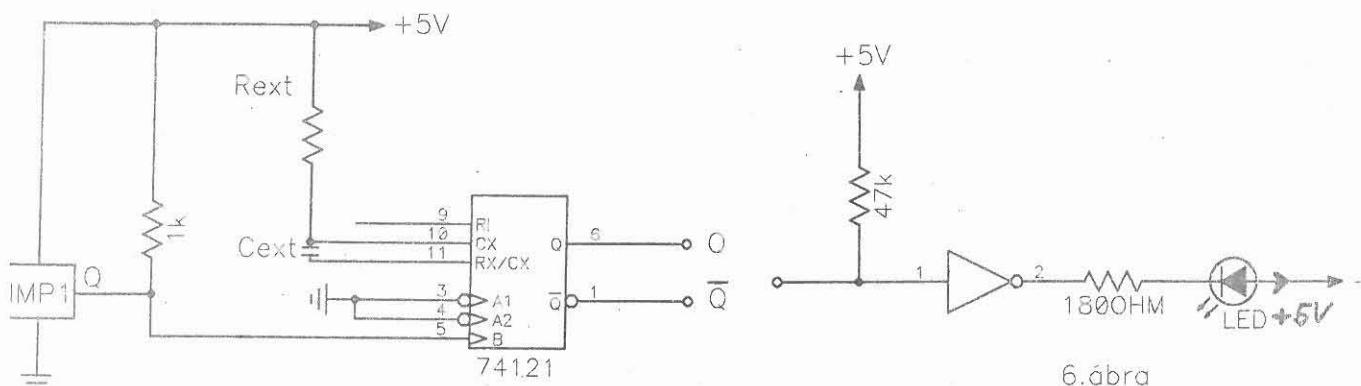
3.ábra

A logikai adók kétfélék: az A, B, C, D, E, F, H betűkkel jelzett billentyűk Hall generátoros elven működő kapcsolók ( 3. ábra ). A billentyűt lenyomva a hozzá tartozó banánhüvelyeken, a  $\bar{Q}$  kimeneti ponton a logikai „0” szint ( L ) jelenik meg, ekkor a LED nem világít. A billentyű felengedett állapotában a Q kimeneten a logikai „1” ( H ) szint mérhető, a LED világít. A másik típusú logikai adók számoszott kétállású kapcsolókkal működtethetők, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, amelyek pergésmentesítő közbeiktatásával TTL logikai szinteket adnak a hozzájuk tartozó Q kimenetekre ( 4. Ábra ). A kapcsoló bármelyik állásában a logikai szint ponált és negált állapota egyszerre levehető. Nagy előny ez akkor, amikor az áramkörök bemeneti pontjait kell ponált vagy negált szintekkel vezérelni, nem szükséges a vezérléshez invertereket használni!



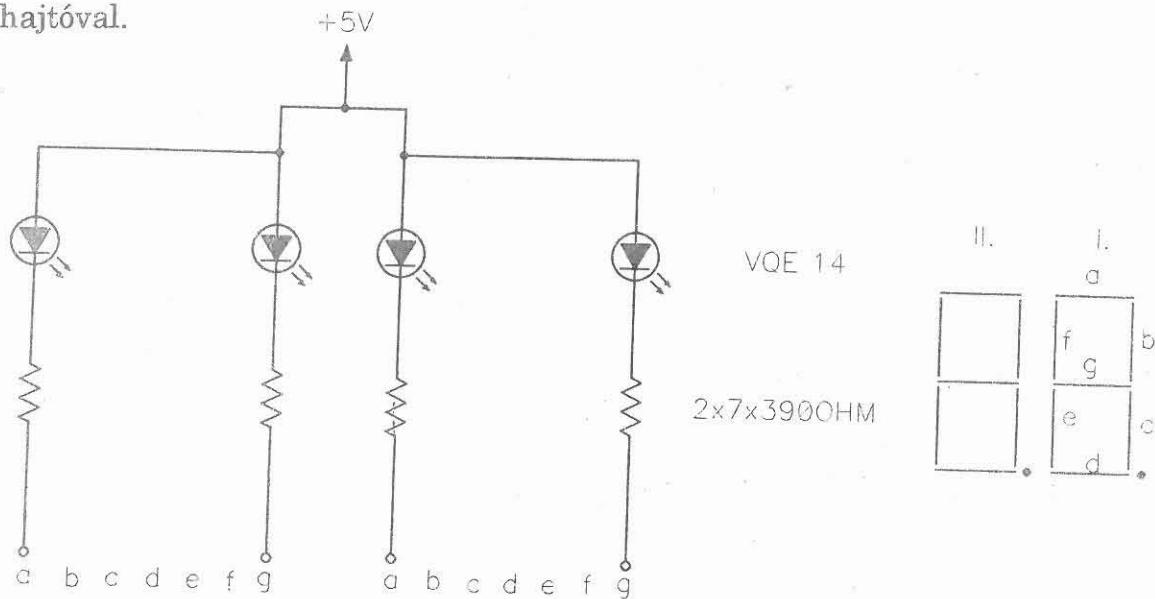
4.ábra

Az impulzus adók Monostabil multivibrátorokból állnak, a Hall generátoros nyomógomb lenyomására egy meghatározott szélességű impulzus jelenik meg a kimeneten ( 5. Ábra ). Az IMP1:  $t_w = 7$  ms és az IMP2 :  $t_w = 150$  ns. Az óragenerátor ( CLOCK GENERATOR ) változtatható frekvenciájú TTL négyszögjelet ad ki. A négyzetszögjel frekvenciája egy potenciométerrel szabályozható: kb. 700 Hz és 70 kHz között. A kívánt frekvenciájú jelet oszcilloszkóp segítségével állítsuk be!



5. ábra

A logikai kijelzők LEDek ( 6. ábra ). A LED világít üres bemenet és a bemenetre adott logikai „1” ( H ) esetén. A LED nem világít, ha a bemenetre „0” ( L ) szintet kapcsolunk. A hétszegmenses kijelző ( 7. ábra ) meghajtása nyitott kollektoros meghajtó áramkörrel történjen, pl. a 7446 BCD - hétszegmenses dekóder meghajtóval.



7. ábra

## Rövid leírás a mérések méréstechnikai értelmezéséről:

### Statikus mérés.

Digitális áramkörökönél statikus vizsgálaton azt értjük, amikor az áramkör statikus jellemzőit mérjük meg, pl. bemeneti feszültség, bemeneti áram, kimeneti feszültség, kimeneti áram és ezek egymáshoz képesti viszonyait kell vizsgálnunk. A vizsgáló műszer a multiméter. A bemeneti statikus feszültségszintek TTL szintek tartományába essenek és ne legyenek nagyobbak +5V-nál!

### Dinamikus mérés.

Digitális áramkörökönél a dinamikus jellemzők vizsgálatát értjük dinamikus mérésen. Az áramkörök viselkedését vizsgáljuk időben változó jelek esetén. A vizsgáló jelek impulzusok, a vizsgáló műszer pedig oszcilloszkóp. A dinamikus mérésnél különösen kell ügyelni arra, hogy megfelelően válasszuk meg a vizsgáló impulzus sorozatot. Mielőtt az áramkör bemenetére ráteszünk bármilyen jelet, állítsuk azt be oszcilloszkóp segítségével. Ha késleltetési időt akarunk mérni, a mérőjel legyen összemérhető a késleltetési idővel. A mérőjel frekvenciája legalább 1 MHz legyen! Az bemeneti impulzusok amplitúdóját is TTL szintre kell beállítani!

### Jelalak vizsgálat.

Az áramkörök kimenetén megjelenő jeleket vizsgáljuk a bemenetükre tett jelekhez képest. minden esetben legalább kétcsatornás oszcilloszkópra lesz szükségünk. Az egyik csatornára tegyük a bemeneti jelet, ezt előzetesen állítsuk be, majd a másik csatorna bemenetére tegyük az áramkör kimeneti pontját.

## Ábrázolás.

Az ábrázolás koordináta rendszerben történjen, idő- és amplitúdó - helyesen! A digitális áramkörök TTL családja csak pozitív szintekkel dolgozik, negatív szintű jeleket ne ábrázoljunk! Ha több ponton vizsgáljuk a jeleket, akkor közös koordináta rendszerben egymás alá rajzoljuk le a különböző kimeneteket ugyanazon bemeneti jelhez képest!

## Funkcionális vizsgálat.

A digitális áramkörök funkcionális vizsgálatán azt értjük, amikor a funkciójuknak megfelelően működtetjük őket. Általában igazságtáblázat alapján logikai szinteket vagy impulzusokat teszünk az áramkörök bemeneti pontjaira, és statikusan vagy dinamikusan vizsgáljuk a kimeneti pontokon a logikai szinteket vagy logikai jeleket.

Ha egy áramkörnek többféle üzemmódja van, akkor a bemeneti logikai szintek más-más kombinációjához tartoznak a különböző működési módok. Áramköri vizsgálat esetén mindegyik funkciót be kell állítani és leellenőrizni a helyes működést. Az ellenőrzésnek többféle módja lehetséges, megmérni a kimeneti logikai szintet, kijelzőn ellenőrizni a kimeneti több-bites kódot, ábrázolni a kimeneti pontokon a jelalakokat az órajel függvényében, stb.

## Jegyzőkönyvkészítés.

A laboratóriumi mérésekről jegyzőkönyvet kell készíteni, lehetőleg egy külön füzetbe, amit a mérésvezető a mérés végén az aláírásával hitelesít. A jegyzőkönyv tartalmazza a mérés címét, az aznapi dátumot, a mérés műszereinek adatait. Az otthoni felkészülést is tartalmazza a jegyzőkönyv, pl. amikor választani lehet a feladatok közül, elő kell készülni írásban a mérésre. Az igazságtáblázatok, az ábrázolások feltétlenül kerüljenek bele a jegyzőkönyvbe!

## 1. MÉRÉS KOMBINÁCIÓS ÁRAMKÖRÖK VIZSGÁLATA

Azokat az áramköröket nevezzük kombinációs áramköröknek, amelyeknél a kimenetet egyértelműen csak a bemenetek kombinációja határozza meg. Az áramkörökben nincsenek tároló elemek, csak kapuáramkörök. Jellemző rájuk, hogy működésük igazságítáblázat alapján vizsgálható.

Mivel a logikai feladatok felírhatók logikai függvények formájában, a logikai függvények pedig ismert átalakításokkal egységes alakokra hozhatók. minden függvény diszjunktív alakban, amely kétfokozatú kapuáramkörrel megvalósítható.

A funkcionális áramkörök egy része is kombinációs áramkör, és a mérés során ilyen áramköröket is össze kell majd rakni kapuáramkörökből.

A mérőpanel IC készletéből kell az áramköröket összehuzalozni.

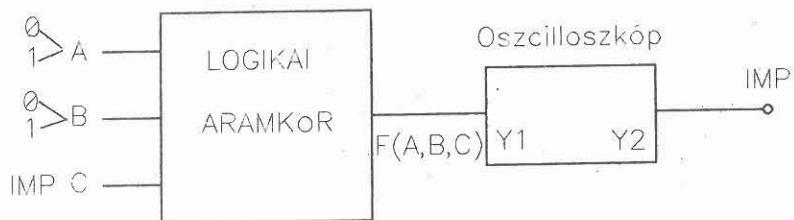
A kombinációs áramköröket először statikusan vizsgáljuk. Ha jó az áramkör, akkor nézzük meg dinamikusan is. Ha az áramkörben statikus hazárd van, hazárdvizsgálatot is végezhetünk megfelelően nagy frekvenciájú impulzus sorozattal. Végezetül többfokozatú áramköröknél legalább egy esetben mérjük meg az áramkör késleltetési idejét!

### A mérés menete:

1. Készítsük el a feladat áramköri rajzát a kapuszimbólumokkal. (Ezt otthon is el lehet készíteni!)
2. Katalógusból írjuk rá az áramköri rajzra az IC-k lábszámait.
3. Majd mérjük meg és állítsuk be a tápegységen az 5V-ot, és csatlakoztassuk a mérőpanel tápfeszültség bemeneti pontjaira, de ne kapcsoljuk még rá a feszültséget!
4. Kössük be az IC-k tápfeszültség pontjait!
5. Végül mérőszínórokkal huzalozzuk össze az áramkört. A számoszott logikai adók legyenek a bemeneti logikai változók, amelyeknek ponált és negált kimenetük is van. A kimeneteket kössük LED-ekre. Többfokozatú, bonyolult áramköröknél belső pontokat is figyelhetünk a kijelzőkön.

Statikus vizsgálatnál az igazságítáblázatnak megfelelően nézzük meg valamennyi bemeneti kombináció esetén a kimenetet vagy kimenetek logikai szintjeit, és írjuk bele az igazságítáblázatba egy külön oszlopba. A számított érték mellett legyen ott a mért érték. Ha megegyezik a kettő, akkor jó az áramkör, ha nem, akkor hibás.

Dinamikus vizsgálatnál az egyik logikai változót helyettesítsük impulzussal, és tegyük az oszcilloszkóp egyik csatornájára ezt a jelet. Az áramkör kimenetét tegyük az oszcilloszkóp másik csatornájára. Ábrázoljuk a kimenetet a bemeneti változók kombinációjának a függvényében! (1.1 ábra)



1.1 ábra

Ha az áramkör hazárdos, akkor nézzük meg, melyik bemeneti kombináció esetén áll elő a hazárd. Ábrázoljuk az egyik bemeneti jel függvényében a hazárdot és írjuk mellé a többi bemeneti változó logikai állapotát is! Mérjük is le a hazárdot! Amelyik bemeneti változó állapotváltozása kiváltja a hazárdot, az legyen impulzus, a többi maradjon a logikai szintadókon. Az impulzust generátoron állítsuk be, a frekvencia MHz tartományba essen és négyszögjel legyen!

### Mérési feladatok:

A mérési feladatok közül annyit kell elvégezni, hogy a laboratóriumi gyakorlat értelmes munkával teljen el. Éljenek a lehetőséggel, készüljenek fel otthon a mérésre, hogy minél több idejük maradjon a műszeres vizsgálatokra! A logikai függvényeket házi feladatként otthon egyszerűsítsék ki, az áramkörök szimbolikus rajzát is el lehet előre készíteni.

1.1. Egyszerűsítsük az alábbi 4 változós függvényeket. Írjuk fel a függvényt diszjunktív alakba. Realizáljuk a függvényt kétfokozatú kombinációs áramkörökkel. Az egyik megoldás csak NEM-ÉS kaput tartalmazzon! Rajzoljuk le az áramkört, és a mérőpanel választékából állítsuk össze a kapcsolást. Vizsgáljuk meg az áramkört statikusan. Válasszuk ki a dinamikus vizsgálathoz az egyik bemeneti változót, amelyik majd impulzus lesz. Vizsgáljuk meg az áramkört dinamikusan, ábrázoljuk a kimenetet a bemenetekhez képest.

$$1.1.1. F1 = \Sigma 2,3,6,7,8,9,12,13$$

$$1.1.2. F2 = \Sigma 0,2,6,8,10,11,14$$

$$1.1.3. F3 = \Sigma 0,1,2,3,4,5,7,8,12,13$$

$$1.1.4. F4 = \Sigma 0,1,4,5,10,11,14,15$$

$$1.1.5. F5 = \Sigma 0,2,3,4,8,10,11,12$$

$$1.1.6. F6 = \Sigma 0,4,6,8,12,14$$

1.2. Bizonyítsa be az alábbi kifejezésekéről, hogy egyenlők. Realizálja és építse meg minden oldali kifejezést. Működtesse az áramköröket közös logikai szintadókról, de a kimeneteket külön - külön tegye ki kijelzőre.

$$1.2.1. A(B + C + D) = AB + AC + AD$$

$$1.2.2. A(A + B) = A$$

$$1.2.3. A + AB = A$$

$$1.2.4. X + \bar{X}Y = X + Y$$

$$1.2.5. X(\bar{X} + Y) = XY$$

$$1.2.6. A \oplus B \oplus \bar{C} = A \oplus B \oplus C$$

$$1.2.7. A \oplus B \oplus C = A \oplus \bar{B} \oplus \bar{C}$$

1.3. Készítsen vezérelt invertert KIZÁRÓ-VAGY kapuból: adjon a kapu egyik bemenetére impulzusgenerátorból impulzust, a másik bemenetére logikai szintadóból először „0”-át, majd „1”-et. Oszilloszkópon nézze a kimenetet a bemenetekhez képest és ábrázolja azokat!

1.4. Készítsen párosság vizsgáló áramkört KIZÁRÓ-VAGY kapukból. A bemenetekre tegyen logikai szintadókat, a kimenetre logikai kijelzőt. Adjon a bemenetre olyan kombinációkat, hogy az egyesek száma páros legyen és hogy páratlan.

1.5. Készítse el egy 1-bites teljes összeadó igazságtablázatát.

A három bemeneti változó legyen  $A_i, B_i, C_{i-1}$ , a két kimeneti változó legyen  $S_i$  és  $C_{i+1}$ . Írja fel az átvitel és az összeg kimeneti logikai függvényét egyszerűsítés után.(Bizonyára emlékezik arra, hogy az összegbit akkor 1-es, ha az összeadandók közül 1 vagy 3 bit 1-es és az átvitelbit akkor 1-es, ha az összeadandók közül 2 vagy 3 bit 1-es.)

Realizálja az összeadót legalább kétféle módon.

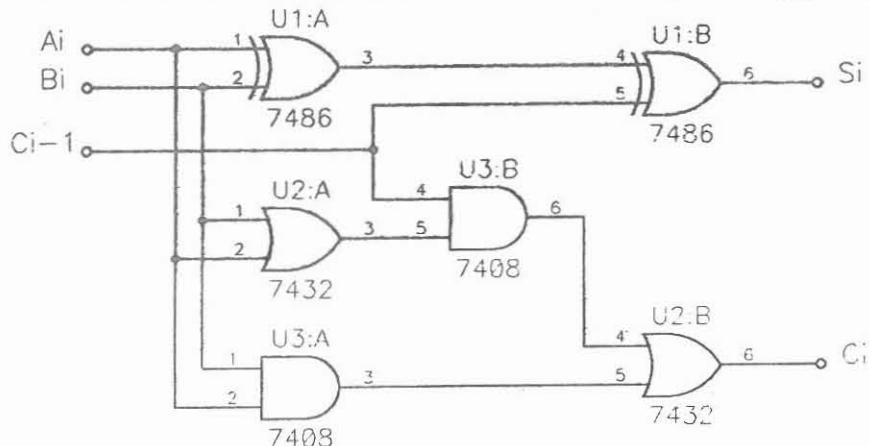
Próbálja meg az átvitel egyenlete alapján is felépíteni az összeadót. Az átvitel egyenlete:  $C_i = A_i B_i + (A_i + B_i) C_{i-1}$

Az egyenletből kiolvasva átvitel akkor keletkezik, ha az aktuális helyértéken a két összeadandó bit 1-es vagy ha csak az egyik bit 1-es, de jön egy átvitel az előző helyértékről. A párhuzamos átvitelképzésnél az i-edik átvitel a bemenő átvitelle az  $i+1$ -edik összeadónak, és az i-edik összeadó bemenő átvitelle az  $i-1$ -edik átvitel.

Vizsgálja meg az áramkört statikusan is és dinamikusan is, ez utóbbi esetben az átvitel legyen az impulzus.

Mérje meg a kimeneti átvitel késleltetését a bemeneti átvitelhez képest.

1.6. Írja fel az 1.2 ábrán látható áramkör kimeneti logikai függvényeit.

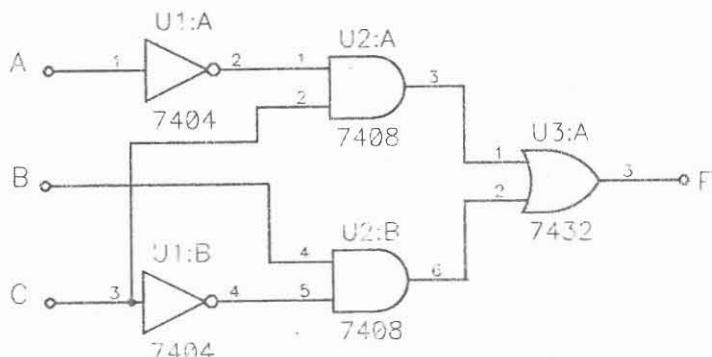


1.2 ábra

Méréssel vegye fel az áramkör igazság táblázatát. Vizsgálja meg az áramkört statikusan is, dinamikusan is. Az oszilloszkópos vizsgálathoz a Ci-1 bemenetet válassza impulzusnak, és ehhez képest ábrázolja a kimeneti jeleket az A és a B bemenet különböző logikai szintjei mellett.

A és B milyen logikai szintjei mellett fog megegyezni Ci-1 és Ci jelalakja?

- 1.7. Próbáljuk meg kimutatni a statikus hazárdot az 1.3 ábrán látható áramkörben. Válasszuk meg a megfelelő frekvenciájú vezérlő impulzust. Először írjuk fel a kombinációs áramkör kimeneti logikai függvényét. Rajzoljuk fel a háromváltozós minterm táblázatát a függvénynek, és abból határozzuk meg, melyik logikai változó változása okozza a hazárdot. Az a változó legyen a vizsgálatnál az impulzus!



1.3 ábra

Oszilloszkópon vizsgáljuk a bemeneti változóhoz képest a kimeneti függvényt a másik két változó különböző kombinációja mellett. Mérjük meg a hazárd idejét és amplitudóját is, ábrázoljuk a jeleket közös koordináta rendszerben.

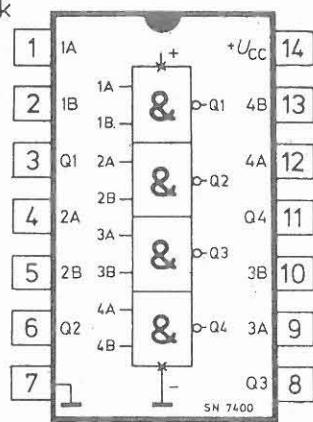
## Négy kétbemenetű NAND-kapu

0...+70 °C	-25...+85 °C	-40...+85 °C	-55...+125 °C	CÉG
SN 7400 N	SN 8400 N	SN 5400 J	TEX	

## Kivezetések

Felülnézet

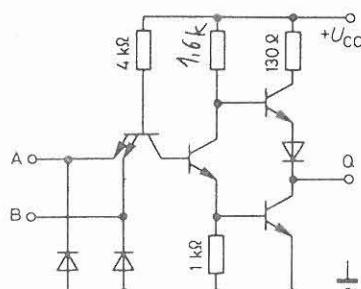
Tokozás:

PD 14,  
CD 14.

## Jellemzők

TTL be- és kimenetek. Bemeneti vágódiódák.  
 $t_p = 10 \text{ ns}$  (Tipikus impulzuskesleltetési idő),  
 $P = 10 \text{ mW}$  (Tipikus teljesítményfelvétel/kapu).

## Egy kapu belső kapcsolása

Logikai függvény :  $Q = \overline{A \cdot B}$ 

Terhelési tényezők			
Mérőpont	Állapot	Bemenet	Kimenet
Bemenetek	L; H	1,0	
Kimenetek	L; H		10,0

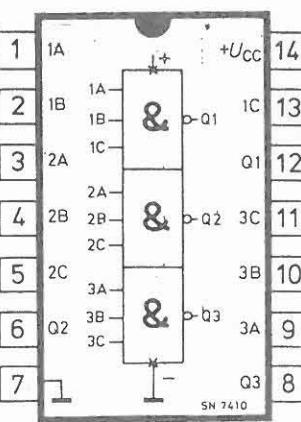
## Három hárombemenetű NAND-kapu

0...+70 °C	-25...+85 °C	-40...+85 °C	-55...+125 °C	CÉG
SN 7410 N	SN 8410 N	SN 5410 J	TEX	

## Kivezetések

Felülnézet

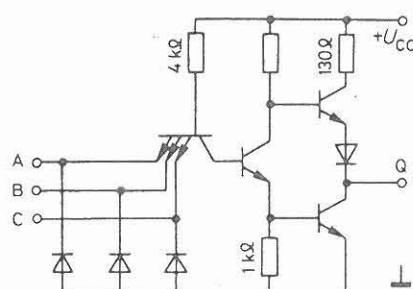
Tokozás:

PD 14,  
CD 14.

## Jellemzők

TTL be- és kimenetek. Bemeneti vágódiódák.  
 $t_p = 10 \text{ ns}$  (Tipikus impulzuskesleltetési idő),  
 $P = 10 \text{ mW}$  (Tipikus teljesítményfelvétel/kapu)

## Egy kapu belső kapcsolása



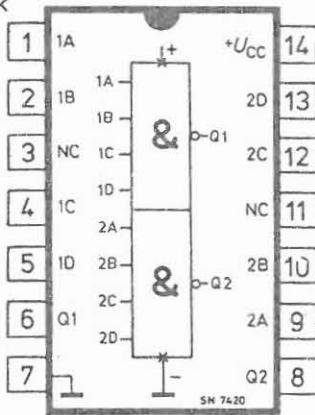
Terhelési tényezők			
Mérőpont	Állapot	Bemenet	Kimenet
Bemenetek	L; H	1,0	
Kimenetek	L; H		10,0

## Két négybemenetű NAND-kapu

0...+70 °C	-25...+85 °C	-40...+85 °C	-55...+125 °C	CÉG
SN 7420 N	SN 8420 N	SN 5420 J	TEX	

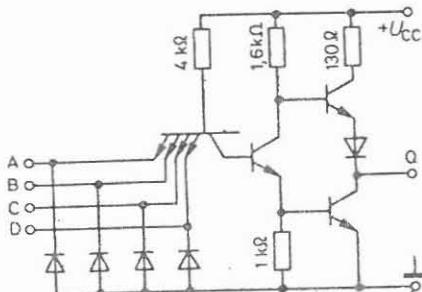
## Kivezetések

Felülnézet  
Tokozás:  
PD 14,  
CD 14.



TTL be- és kimenetek. Bemeneti vágódiódák.  
 $t_p = 10 \text{ ns}$  (Tipikus impulzuskésletetési idő)  
 $P = 10 \text{ mW}$  (Tipikus teljesítményfelvétel/kapu)

## Egy kapu belső kapcsolása



Logikai függvény:  $Q = A \cdot B \cdot C \cdot D$

## Terhelési tényezök

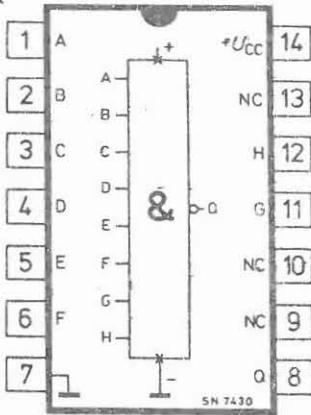
Mérőpont	Állapot	Bemenet	Kimenet
Bemenetek	L; H	1,0	
Kimenetek	L; H		10,0

## Nyolcbemenetű NAND-kapu

0...+70 °C	-25...+85 °C	-40...+85 °C	-55...+125 °C	CÉG
SN 7430 N	SN 8430 N		SN 5430 J	TEX

## Kivezetések

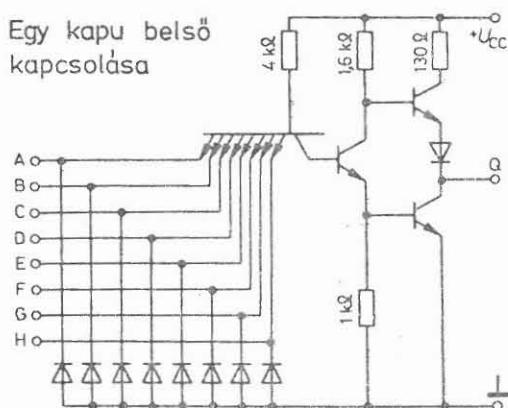
Felülnézet  
Tokozás:  
PD 14,  
CD 14.



## Jellemzők

TTL be- és kimenetek. Bemeneti vágódiódák.  
 $t_p = 10 \text{ ns}$  (Tipikus impulzuskésletetési idő.)  
 $P = 10 \text{ mW}$  (Tipikus teljesítményfelvétel.)

## Egy kapu belső kapcsolása



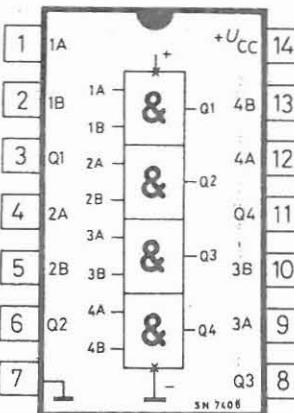
## Terhelési tényezök

Mérőpont	Állapot	Bemenet	Kimenet
Bemenetek	L; H	1,0	
Kimenetek	L; H		10,0

## Négy kétbemenetű AND-kapu

0 ... +70 °C	-25...+85 °C	-40...+85 °C	-55...+125 °C	CÉG
SN 7408 N	SN 8408 N	SN 5408 J	TEX	

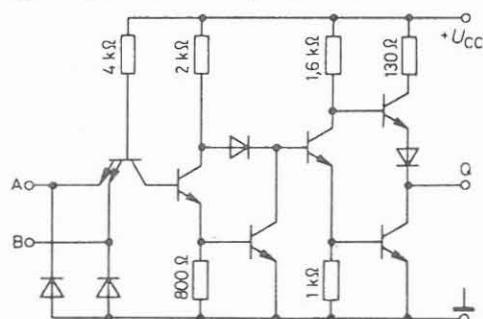
## Kivezetések

Felülnézet  
Tokozás:PD 14,  
CD 14,  
CF 14.

## Jellemzők

TTL be- és kimenetek. Bemeneti vágódiódák  
 $t_p = 15 \text{ ns}$  (Tipikus impulzuskésleltetési idő)  
 $P = 20 \text{ mW}$  (Tipikus teljesítményfelvételi/kapu)

## Egy kapu belső kapcsolása



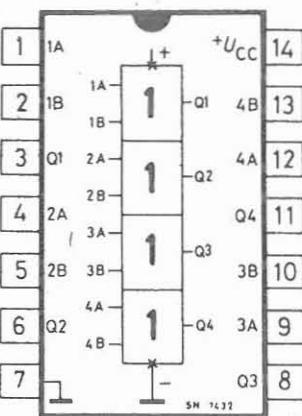
## Terhelési tényezők

Mérőpont	Allapot	Bemenet	Kimenet
Bemenetek	L, H	1,0	
Kimenetek	L		10,0
	H		20,0

## Négy kétbemenetű OR-kapu

0 ... +70 °C	-25...+85 °C	-40...+85 °C	-55...+125 °C	CÉG
SN 7432 N	SN 8432 N	SN 5432 J	TEX	

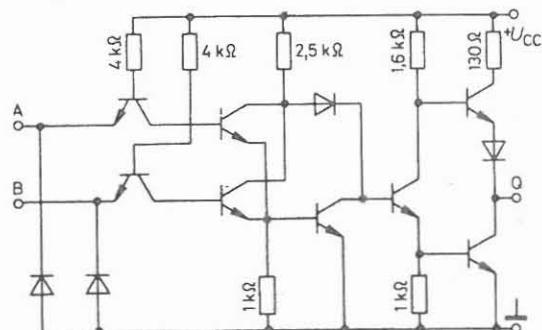
## Kivezetések

Felülnézet  
Tokozás:PD 14,  
CD 14,  
CF 14.

## Jellemzők

TTL be- és kimenetek. Bemeneti vágódiódák  
 $t_p = 12 \text{ ns}$  (Tipikus impulzuskésleltetési idő)  
 $P = 24 \text{ mW}$  (Tipikus teljesítményfelvételi/kapu).

## Egy kapu belső kapcsolása



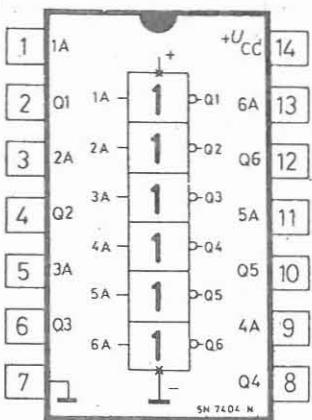
## Terhelési tényezők

Mérőpont	Allapot	Bemenet	Kimenet
Bemenetek	L, H	1,0	
Kimenetek	L		10,0
	H		20,0

## Hat inverter

0...+70 °C	-25...+85 °C	-40...+85 °C	-55...+125 °C	CÉG
SN 7404 N	SN 8404 N	SN 5404 J	TEX	

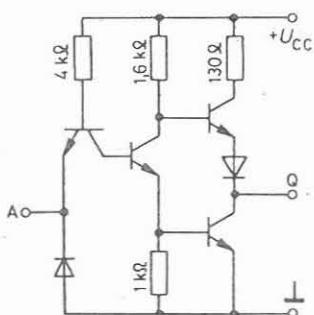
## Kivezetések

Felülnézet  
Tokozás:PD 14,  
CD 14.

## Jellemzők

TTL be- és kimenetek. Bemeneti vágódiódák.  
 $t_p = 10 \text{ ns}$  (Tipikus impulzuskésleltetési idő)  
 $P = 10 \text{ mW}$  (Tipikus teljesítményfelvétel/kapu)

## Egy kapu belső kapcsolása



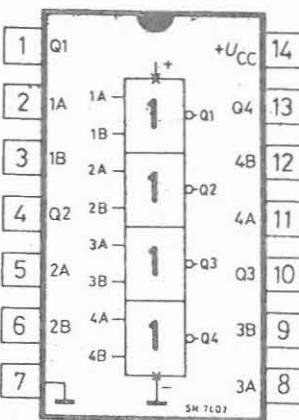
## Terhelési tényezők

Mérőpont	Állapot	Bemenet	Kimenet
Bemenetek	L; H	1,0	
Kimenetek	L; H		10,0

## Négy kétbemenetű NOR-kapu

0...+70 °C	-25...+85 °C	-40...+85 °C	-55...+125 °C	CÉG
SN 7402 N	SN 8402 N	SN 5402 J	TEX	

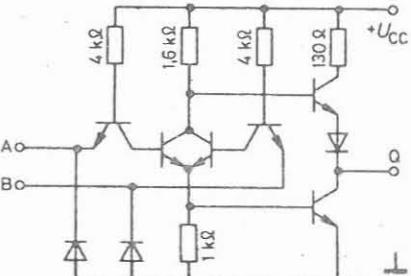
## Kivezetések

Felülnézet  
Tokozás:PD 14,  
CD 14.

## Jellemzők

TTL be- és kimenetek. Bemeneti vágódiódák.  
 $t_p = 10 \text{ ns}$  (Tipikus impulzuskésleltetési idő)  
 $P = 14 \text{ mW}$  (Tipikus teljesítményfelvétel/kapu)  
 $5,5 \text{ V}/250 \mu\text{A}$  (Max. megengedett kimeneti feszültséghöz tartozó visszaráom.)  
\*  $6,5 \text{ V}/500 \mu\text{A}$  (Max. megengedett kimeneti feszültséghöz tartozó visszaráom.)

## Egy kapu belső kapcsolása



## Terhelési tényezők

Mérőpont	Állapot	Bemenet	Kimenet
Bemenetek	L; H	1,0	
Kimenetek	L; H		10,0

## Négy kétbemenetű exkluzív-OR kapu

0...+70 °C	-25...+85°C	-40...+85 °C	-55...+125 °C	CEG
SN 7486 N	SN 8486N		SN 5486 J	TEX

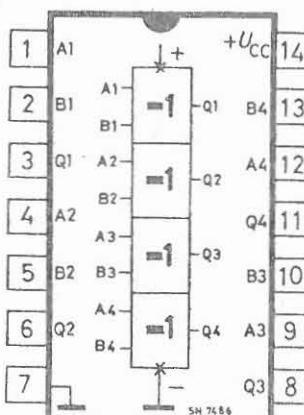
• Exkluzív-OR kapu = kizáró-VAGY kapu.

Logikai függvény:  $Q = A \oplus B = \bar{A}B + A\bar{B}$

### Kivezetések

Felülnézet

Tokozás:  
PD14,  
CD14,  
CF14.



### Jellemzők

TTL be- és kimenetek.

Bemeneti vágódiódák.

$t_p = 14 \text{ ns}$  (Tipikus impulzuskésleltetési idő.)

$P = 150 \text{ mW}$  (Tipikus teljesítményfekvést.)

### Igazságtablázat

Bemenetek		Kimenet
A	B	Q
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	L

### Terhelési tényezök

Mérőpont	Állapot	Bemenet	Kimenet
Bemenetek	L; H	1,0	
Kimenetek	H		20,0
	L		10,0

## 2.MÉRÉS ELEMI TÁROLÓK VIZSGÁLATA

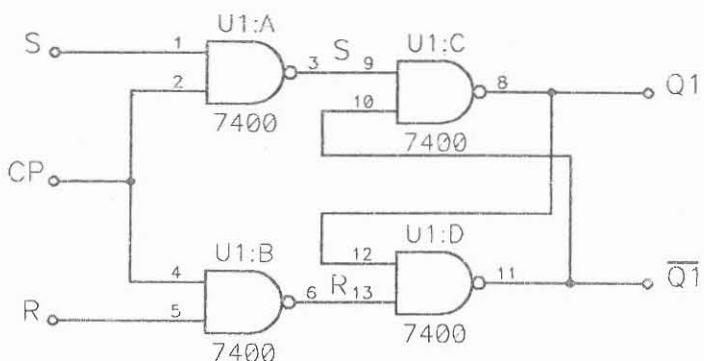
A mérés célja a tároló elemek ( flip-flopok ) statikus és dinamikus vezérlése, működésük megértése, több bites tárolók ill. tárolókból kialakított funkcionális áramkörök kialakítása és vizsgálata.

### A mérés menete:

1. Mérje meg és állítsa be a tápegységen az 5V-ot, kösse rá a mérőpanél tápfeszültség bemeneti pontjaira, de ne kapcsolja még rá a feszültséget!
2. Kösse be az IC-k tápfeszültségeit a katalógus lapok alapján!
3. Statikus vizsgálatnál a logikai szintadókat kösse a flip-flopok funkcionális bemeneti pontjaira és a Q - kimeneteket kösse LED-ekre. A logikai szintadók közül a kétállású kapcsolókat válassza!
4. Dinamikus vizsgálatnál az órabemenetre először kézi vezérléssel adjon óraimpulzust, ellenőrizze le a működést, olyan módon, hogy az egyes bemeneti kombinációknak megfelelően változnak-e a kimenetek. A logikai értékeket a LED-ekről olvassa le. Majd, ha megfelelő a működés, csak akkor tegye az impulzusgenerátor jelét az órabemenetre ill. órabemenetekre. Ebben az esetben már a kimeneteket oszcilloszkópon vizsgálja, az órajelhez képest.

### Mérési feladatok:

- 2.1. Alakítson ki inverz statikus SR-tárolót két keresztcsatolt NÉ-kapuból, majd még két kapu hozzáadásával alakítson ki kapuzott SR-tárolót. ( 2.1 ábra).  
Vegye fel a működtető igazság táblázatot.

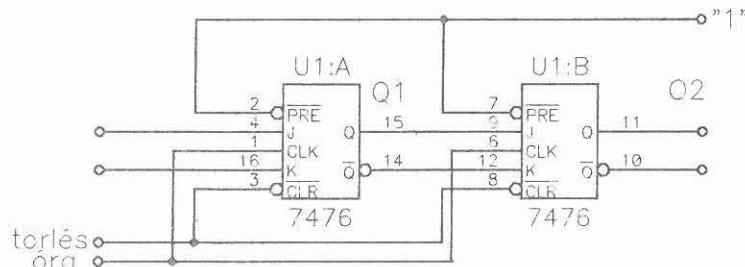


2.1 ábra

2.2 A JK-tároló vizsgálata (SN 7476) a tápfeszültség helyes bekötésének az ellenőrzésével kezdődjön, (+5 V az 5-ös lábra, a föld a 13-as lábra kerüljön)! Tegyük a statikus vezérlő pontokra logikai adókat, és felváltva adjunk „0”-át a vezérlő pontokra (Preset és Clear) és figyeljük a kimeneteket LED-eken (Q és  $\bar{Q}$ ), hogy helyesen billegnék-e, 0-1 és 1-0 állapotokba.

2.3 A JK tároló órajeles vezérlésénél tegyük az órabemenetre az IMP1 impulzus adót, hagyjuk rajta a logikai szintadókat a statikus vezérlő pontokon és tegyük újabb logikai szintadót a J és K bemenetekre. Igazságítáblázat alapján adjuk rá a logikai kombinációkat J-re, K-ra, és írjuk bele az igazságítáblázatba a LED-ekről leolvasott Q és  $\bar{Q}$  értéket. Az órajeles vezérlés csak akkor hatásos, ha tiltó jelet (1-est) teszünk a statikus bemeneti pontokra!

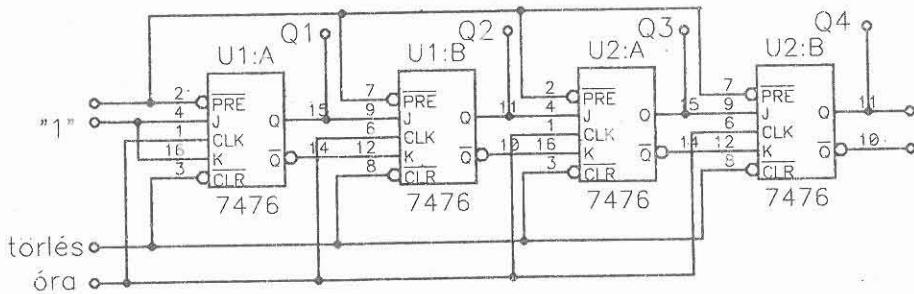
2.4 Kétbites regiszter kialakítása JK-tárolóból.. A bekötés a 2.2 ábra alapján történjen.



2.2 ábra

A regiszter soros bemenetei J1 és K1, soros kimenetei Q2 és  $\bar{Q}2$ , Párhuzamos bemenete nincs, párhuzamos kimenetei Q1 és Q2. Törlés után J1 és K1 vezérlésével írunk be 01-10-11-et a flip-flopokba! Ne feledkezzünk meg a törlés tiltásáról az órajeles vezérlés idejére! Végül tegyük minden bemenetre 1-et, és cseréljük át az óragenerátort a panel impulzusadójára. A pozitív impulzust tegyük a közös órabemenetre, a negatív impulzust a oszcilloszkóp Y1 bemenetére. Nézzük meg és rajzoljuk le Q1-et és Q2-t az órajel függvényében közös koordináta rendszerben!

2.5. Négy bites regiszter kialakítása JK-flip-flopokból ( 2db SN 7476 ). A bekötés a 2.3. ábra alapján történjen.

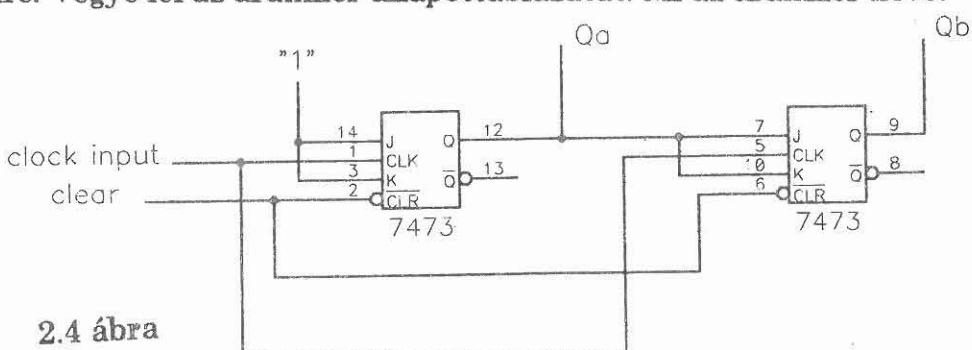


2.3 ábra

Tegyük a közös órabemenetre először az IMP1-et. Adjunk 5 impulzust és készítsünk egy állapottáblázatot a kimenetek logikai értékeiről. Majd tegyük impulzusgenerátorból kb. 5 kHz-es négyzetgyelet az órabemenetre. Nézzük meg oszcilloszkópon a Q kimeneteket az órajelhez és egymáshoz képest. Ábrázoljuk a jelalakokat közös koordináta rendszerben!

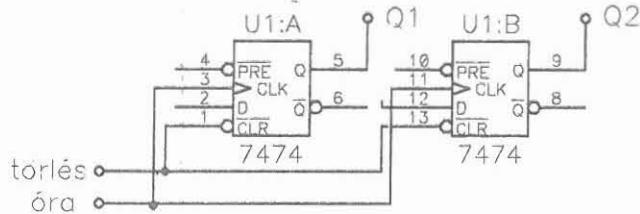
2.6. Alakítsunk ki Johnson számlálót a négy bites regiszterből. Kössük össze a  $\bar{Q}_4$ -et a  $J_1$ -gyel és a  $Q_4$ -et a  $K_1$ -gyel! Először vezéreljük a regisztert az órabemenetén IMP1-ről és vegyük fel a kimenetek állapottáblázatát, legalább 8 állapotot vegyük fel! Majd cseréljük át az órajelet impulzusgenerátor jelére, és az impulzus legalább 10 kHz legyen. Nézzük meg a kimeneteket oszcilloszkópon és ábrázoljuk őket az órajelhez képest és egymáshoz képest is helyesen közös koordináta rendszerben. Mérjük meg az egyes kimenetek frekvenciáját!

2.7. Állítsa össze az alábbi 2 bites áramkört a 2.4 ábra alapján. Az órabemenetre IMP1-et tegye, a CLEAR pontokat kösse logikai szintadóra, a kimeneteket kösse LED-ekre. Vegye fel az áramkör állapottáblázatát. Mi az áramkör neve?



2.4 ábra

2.8. Vizsgáljuk meg az SN 7474-es D-tárolót statikusan és dinamikusan. A tokban két flip-flop van, együtt vizsgáljuk őket, a bekötés a 2.5 ábra alapján történjen.

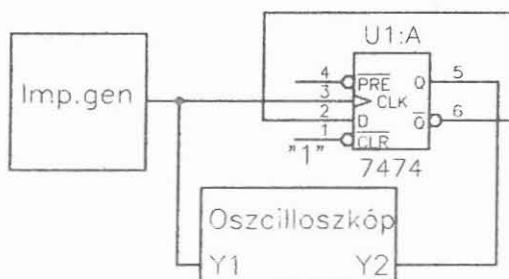


2.5 ábra

A Q pontokat kössük LED-ekre, a clear, preset pontokat logikai szintadókra, az órabemeneteket az IMP1-re és a D1 és D2 pontokat a logikai szintadókra.. Töröljük minden flip-flopot. Tiltsuk a törlést ( clear=1 ) és felváltva tegyünk a Preset bemenetekre 0-át és figyeljük a kimeneteket. Órajeles vezérlésnél tiltsuk a Clear és a Preset pontokat, D1 és D2 pontokra tegyünk 01-10-11 logikai szinteket a logikai szintadókról. Próbálja megállapítani, hogy az órajel melyik élére billenek a flip-flopok.

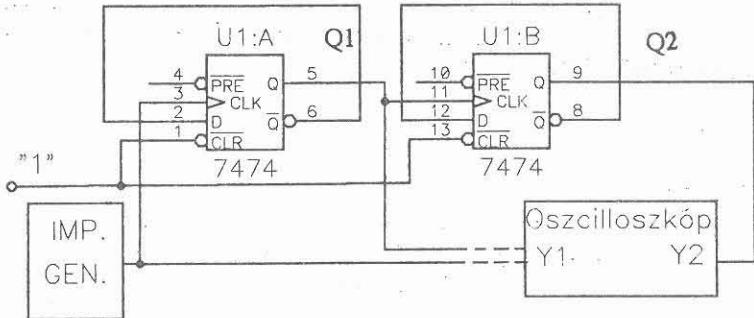
2.9. Kétbites regiszter kialakítása D-flip-flopkból (2.5 ábra). A Q1 kimenetet kössük a D2 bemenetre ( de vegyük le a D2 bemeneti pontról a logikai szintadót )! A regiszter soros bemenete a D1 és a soros kimenete a Q2. Soros üzemmódban írja be az 01-10 - 11 kombinációkat a regiszterbe és figyelje a kimeneteket.

2.10. Számláló elem kialakítása D-flip-flopból. A Q1 kimenetet kössük a D1 bemenetre a 2.6 ábra szerint.



2.6 ábra

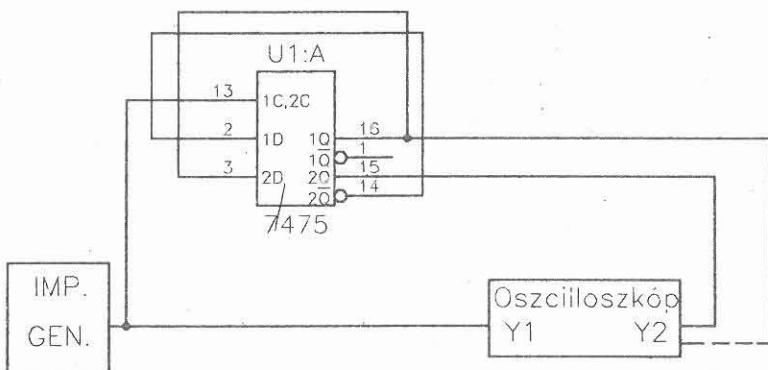
A vizsgálathoz impulzusgenerátorból vegyük az órajelet. A flip-flop minden órajelre vált, 1-0-1-0 lesz a kimenete. Az egy bites számlálóelemet vizsgáljuk először, a második flip-flopot még nem vezéreljük. Nézzük meg oszcilloszkópon a jelalakot.



2.7 ábra

Ábrázoljuk a kimenetet az órajelhez képest, majd hozzuk létre a visszacsatolást a második flip-flopnál is, hogy az is számlálóelem legyen, és kössük össze Q1- gyet a második flip-flop órabemenetével, és most az oszcilloszkópon vizsgáljuk Q2-t is (2.7 ábra). Ábrázoljuk Q2-t az órajelhez és a Q1-hez képest. Határozzuk meg Q1 és Q2 frekvenciáját az oszcilloszkópon mért időadatokból!

## 2.11. Készítsünk Johnson számlálót D-latchból a 2.8 ábra szerinti kapcsolásban.



2.8 ábra

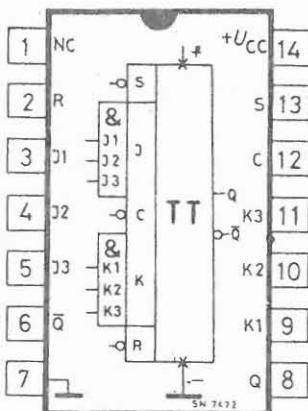
Ábrázoljuk a jelalakokat a kimeneteken és számítsuk ki a frekvenciákat. Az impulzusgenerátoron kb. 10 kHz körüli négyszögjelet állítsunk be.

A 2.8 ábra 2 bites Johnsonot ábrázol. Ne elégedjünk meg a 2 bites áramkörrel, alakítsunk ki 3 bites és 4 bites Johnsonot is a 7475-ös D latchból, ami 4 bitet tartalmaz!

J-K master-slave tároló					Négy kapuzott D tároló (latch)														
0...+70 °C		-25...+85 °C		-40...+85 °C		-55...+125 °C		CÉG		0...+70 °C		-25...+85 °C		-40...+85 °C		-55...+125 °C		CÉG	
SN 7472 N	SN 8472 N			SN 5472 J	TEX					SN 7475 N	SN 8475 N			SN 5475 J	TEX				

## Kivezetések

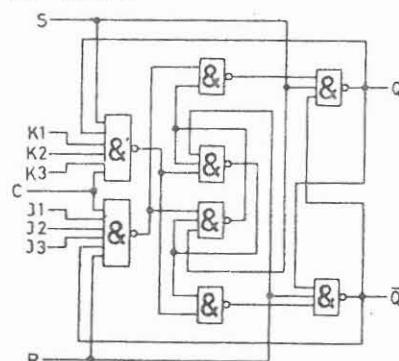
Felülnézet

Tokozás:  
PD 14,  
CD 14.

## Jellemzők

TTL be- és kimenetek. Bemeneti vágódiódák.  
 $t_p = 20 \text{ ns}$  (Tipikus impulzuskésletettségi idő.)  
 $P = 50 \text{ mW}$  (Tipikus teljesítményfelvétel.)  
 $f_{max} = 20 \text{ MHz}$  (Maximális órafrekvencia.)  
 $t_w = 20 \text{ ns}$  (Minimális óraimpulzus szélesség.)

## Logikai vázlat



Megjegyzések az igazságtáblázathoz:

$J = J_1 \cdot J_2 \cdot J_3 ; \quad K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$

X = tetszőleges L vagy H szint.

J\* = H szintű impulzus.

\* = nem stabil állapot.

 $Q_0$  = változatlan tároló állapot. $Q_n$  = Q kimenet állapota az óraimpulzus előtt.

## Terhelési tényezők

Mérőpont	Állapot	Bemenet	Kimenet
J1; J2; J3; K1; K2; K3 bemenet	L; H	1,0	-
Clock (óra) bemenet (C)	L; H	2,0	-
R és S bemenetek	L; H	2,0	-
Q vagy Q-bar kimenet	L; H		10,0

## Igazságtáblázat

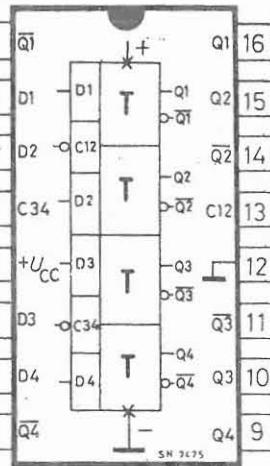
Bemenetek					Kimenetek	
S	R	C	J	K	Q	Q-bar
L	H	X	X	X	H	L
H	L	X	X	X	L	H
L	L	X	X	X	H*	H*
H	H	J*	L	L	Q <sub>0</sub>	Q <sub>0</sub>
H	H	J*	H	L	H	L
H	H	J*	L	H	L	H
H	H	J*	H	H	Q <sub>n</sub>	Q <sub>n</sub>

## Négy kapuzott D tároló (latch)

0...+70 °C		-25...+85 °C		-40...+85 °C		-55...+125 °C		CÉG	
SN 7475 N	SN 8475 N			SN 5475 J	TEX				

## Kivezetések

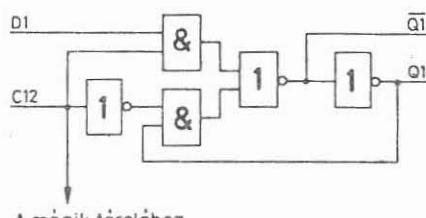
Felülnézet

Tokozás:  
PD 16,  
CD 16,  
CF 16.

## Jellemzők

TTL be- és kimenetek. Bemeneti vágódiódák.  
 $t_p = 15 \text{ ns}$  (Tipikus impulzuskésletettségi idő.)  
 $P = 160 \text{ mW}$  (Tipikus teljesítményfelvétel.)

## Logikai vázlat



A C kapuzó (engedélyező = Enable) bemenet  
 két-két tárolónál közös  
 $t_{set-up} = 20 \text{ ns}$  (Min. beállítási idő)  
 $t_{hold} = 5 \text{ ns}$  (Min. tartási idő)

## Terhelési tényezők

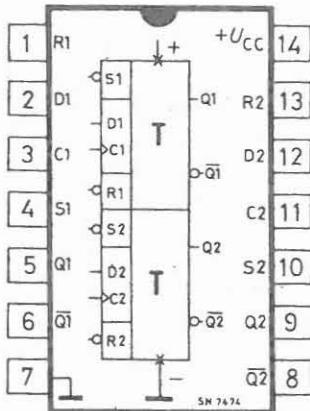
Mérőpont	Állapot	Bemenet	Kimenet
Adat bemenetek (D)	L; H	2,0	-
C12 és C34 bemenetek	L; H	4,0	-
Kimenetek: Q és Q-bar	L; H		10,0

## Két élezérelt D tároló

0...+70 °C	-25...+85°C	-40...+85°C	-55...+125°C	CÉG
SN 7474 N	SN 8474 N	SN 5474 J	TEX	

## Kivezetések

Felülnézet

Tokozás:  
PD 14,  
CD 14.

## Jellemzők

TTL be- és kimenetek. Bemeneti vágódiódák.  
 $t_p = 17 \text{ ns}$  (Tipikus impulzuskésleltetési idő.)  
 $P = 84 \text{ mW}$  (Tipikus teljesítményfelvétel.)  
 $f_{max} = 25 \text{ MHz}$  (Maximális órafrekvencia.)  
 $t_w = 30 \text{ ns}$  (Minimalis óraimpulzus szélesség.)  
H indítású tároló, az LH ér működteti

## Igazságtáblázat

$t_n$	$t_{n+1}$		
Bemenet	Kimenet		
D	Q	$\bar{Q}$	
L	L	H	
H	H	L	

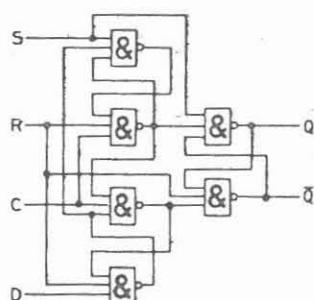
## Megjegyzés:

- 1)  $t_n$  = az órajel bevitellel előtti időpont.
- 2)  $t_{n+1}$  = az órajel bevitellel utáni időpont.

## Terhelési tényezök

Mérőpont	Állapot	Bemenet	Kimenet
D bemenet	L; H	1,0	
Clock(óra) és Preset (beirás) bemenet	L; H	2,0	
Clear (törles) bemenet (R)	L/H	2/3	
Kimenetek Q és $\bar{Q}$	L; H		10,0

## Logikai vázlat

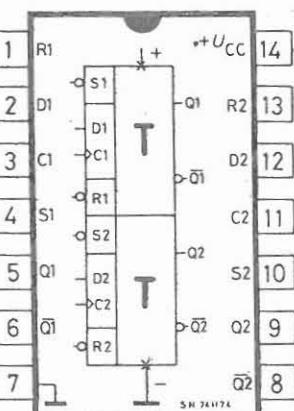


## Két élezérelt D tároló

0...+70 °C	-25...+85°C	-40...+85°C	-55...+125°C	CÉG
SN74H74N		SN54H74J	TEX	

## Kivezetések

Felülnézet

Tokozás:  
PD 14,  
CD 14.

## Jellemzők

TTL be- és kimenetek. Bemeneti vágódiódák.  
 $t_p = 1 \text{ ns}$  (Tipikus impulzuskésleltetési idő.)  
 $P = 150 \text{ mW}$  (Tipikus teljesítményfelvétel.)  
 $f_{max} = 43 \text{ MHz}$  (Max. működési frekvencia.)  
 $t_w = 15 \text{ ns}$  (Minimalis óraimpulzus-szélesség.)

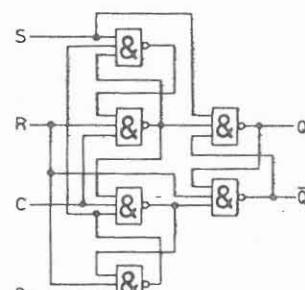
## Igazságtáblázat

Bemenetek				Kimenetek	
S	R	C	D	Q	$\bar{Q}$
L	H	X	X	H	L
H	L	X	X	L	H
L	L	X	X	H*	H*
H	H	↑	H	H	L
H	H	↑	L	L	H
H	H	L	X	Q <sub>0</sub>	Q̄ <sub>0</sub>

## Terhelési tényezök

Mérőpont	Állapot	Bemenet	Kimenet
D bemenet	L; H	1,25	
Clear bemenet (R)	L/H	2,5/3,75	
Preset bemenet (S)	L/H	1,25/2,5	
Clock bemenet (C)	L; H	2,5	
Kimenetek Q és $\bar{Q}$	L	12,5	
	H	25,0	

## Logikai vázlat



## Megjegyzés az igazságtáblázathoz

- $\uparrow = L \rightarrow H$  átmenet.  
X = tetszőleges L vagy H szint.  
 $Q_0 = Q$  kimenet állapota változatlan.  
\* = nem stabil állapot.

## Két J-K master-slave tároló

0...+70 °C	-25...+85°C	-40...+85°C	-55...+125°C	CÉG
SN 7476 N	SN 8476 N	SN 5476 J	TEX	

## Kivezetések

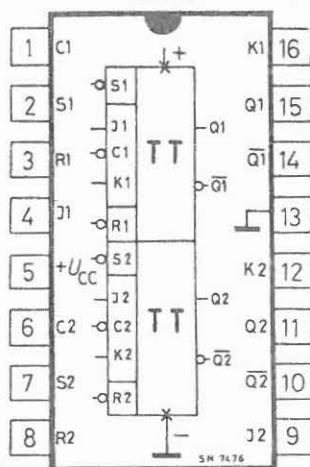
Felülnézet

Tokozás:

PD 16,

CD 16,

CF 16.



## Jellemzők

TTL be- és kimenetek. Bemeneti vágódiódák.

 $t_p = 20 \text{ ns}$  (Tipikus impuluskésleltetési idő.) $P = 100 \text{ mW}$  (Tipikus teljesítményfelvétel.) $f_{\max} = 20 \text{ MHz}$  (Max. ütemjel-frekvencia) $t_w = 20 \text{ ns}$  (Min. ütemimpulzus-szélesség.)

## Igazságtáblázat

$t_n$		$t_{n+1}$
J	K	Q
L	L	$Q_n$
L	H	L
H	L	H
H	H	$\bar{Q}_n$

## Megjegyzés:

- 1)  $t_n$  = az órajel bevitelle előtti időpont.
- 2)  $t_{n+1}$  = az órajel bevitelle utáni időpont.
- 3)  $Q_n$  = Q kimenet állapota az óraimpulzus előtt.
- 4) Az S = beírás (Preset) és az R = törlés (Clear) bemenetekre H szintet kell adni.

## Terhelési tényezők

Mérőpont	Állapot	Bemenet	Kimenet
J és K bemenet	L; H	1,0	
C, R és S bemenetek	L; H	2,0	
Kimenetek: Q és $\bar{Q}$	L; H		10,0

## Két J-K master-slave tároló

0...+70 °C	-25...+85°C	-40...+85°C	-55...+125°C	CÉG
SN 7473 N	SN 8473 N	SN 5473 J	TEX	

## Kivezetések

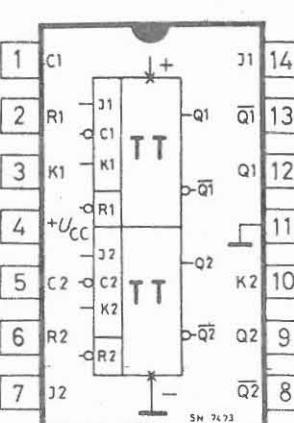
Felülnézet

Tokozás:

PD 14,

CD 14,

CF 14.



## Jellemzők

TTL be- és kimenetek. Bemeneti vágódiódák.

 $t_p = 20 \text{ ns}$  (Tipikus impuluskésleltetési idő.) $P = 100 \text{ mW}$  (Tipikus teljesítményfelvétel.) $f_{\max} = 20 \text{ MHz}$  (Max. ütemjel-frekvencia) $t_w = 20 \text{ ns}$  (Min. ütemimpulzus-szélesség.)

## Igazságtáblázat

$t_n$		$t_{n+1}$
J	K	Q
L	L	$Q_n$
L	H	L
H	L	H
H	H	$\bar{Q}_n$

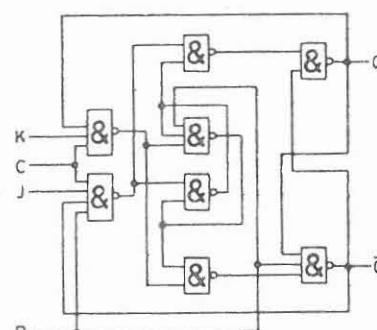
## Megjegyzés:

- 1)  $t_n$  = az órajel bevitelle előtti időpont.
- 2)  $t_{n+1}$  = az órajel bevitelle utáni időpont.
- 3)  $Q_n$  = Q kimenet állapota az óraimpulzus előtt.
- 4) Az R = törlés (Clear) bemenetre H szintet kell adni.

## Terhelési tényezők

Mérőpont	Állapot	Bemenet	Kimenet
J vagy K bemenet	L; H	1,0	
C és R bemenet	L; H	2,0	
Kimenetek: Q és $\bar{Q}$	L; H		10,0

## Logikai vázlat



## Megjegyzés az igazságtáblázathoz:

X = tetszőleges L vagy H szint.

 $\bar{x}$  = H szintű impulzus. $Q_0$  = változatlan tároló állapot. $Q_n$  = Q kimenet állapota az óraimpulzus előtt.

### 3.MÉRÉS SORRENDI ÁRAMKÖRÖK TERVEZÉSE ÉS MÉRÉSE

A mérés célja az ismert elemi tárolókból sorrendi áramkörök tervezése és az áramkörök kipróbálása.

Egyszerű szinkron sorrendi áramkörök vizsgálatáról van szó. Az elemi tárolók vagy flip-flopok olyan sorrendi áramkörök, amelyeknél a flip-flop kimenete tükrözi a flip-flop előző un. belső állapotát. A két állapotot a  $Q^n$  és a  $Q^{n+1}$  állapottal jelöljük. Az órajel az áramkör szinkronjele. Az elemi tárolók működtető igazságtáblázatai már ismeretesek, itt most ezeket nem rajzoljuk fel. Az igazságtáblázatok alapján felírható karakterisztikus egyenleteket viszont emlékeztetőül felírjuk. A karakterisztikus egyenlet azt mutatja meg, hogy a tároló az előző állapota és a bemeneti jelek hatására milyen logikai állapotba kerül.

$$D \text{ tároló: } Q^{n+1} = D$$

$$SR \text{ tároló: } Q^{n+1} = S + \bar{R}Q^n$$

$$T \text{ tároló: } Q^{n+1} = T \bar{Q}^n + \bar{T}Q^n$$

$$JK \text{ tároló: } Q^{n+1} = J \bar{Q}^n + \bar{K}Q^n$$

Tervezéskor a kiinduló, az eredeti állapot a  $Q^n$  és a kívánt állapot a  $Q^{n+1}$ , és az adott állapot eléréséhez szükséges vezérléseket kell meghatározni. Más szóval, milyen logikai szintet kell tennünk a flip-flop bemenetére, hogy a kívánt állapotváltozás bekövetkezzen. A vezérlési táblázatok azt mutatják meg, hogy mit kell tennünk a flip-flopok bemeneteire.

Vezérlési táblázat:

$Q^n$	$Q^{n+1}$	D	J	K	R	S	T
0	0	0	0	X	X	0	0
0	1	1	1	X	0	1	1
1	0	0	X	1	1	0	1
1	1	1	X	0	0	X	0

A vezérlési táblázatból látható, hogy előfordulnak benne az X ( don't care ) esetek is, amelyeket majd egyszerűsítéshez fel tudunk használni. A sorrendi áramkör tervezéséhez ki kell jelölnünk az állapotok sorrendjét, ez lesz az állapottáblázat. Az állapottáblázat soronként az egymásután ( az órajel hatására) bekövetkező állapotokat tartalmazza. Az állapottáblázat egy fajta igazságtáblázat. A flip-flopok működési sajátossága, hogy a vezérlő bemeneteire még az órajel aktuális éle előtt kell ráadnunk a megfelelő jeleket, vagyis a következő állapotot elő kell készíteni. Ez lesz a NEXT - STATE táblázat.

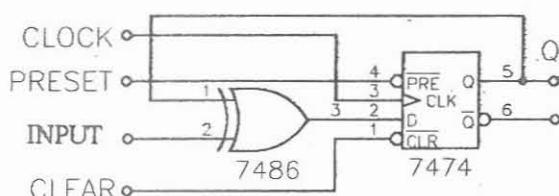
A next-state táblázat egy minterm táblázat, amelyet minden bemenetre külön kell elkészíteni.

#### Hazárdok keletkezése:

Ha egy sorrendi hálózatban aszinkron visszacsatolás van, az magában hordozza a nemkívánatos hazárd jel megjelenését. A kombinációs áramkörök statikus hazárdjait az áramkörbe bevitt redundáns kapukkal ki lehet küszöbölni. A flip-flopknál viszont a meg nem szüntetett statikus hazárd már funkcionális hazárdot eredményez. Hazárdos lesz a működés akkor is, ha a flip-flop bemenetén az órajellel egyidőben változik a bemenőjel. A flip-flopknál ezért a setup és a hold idők betartására és a vezérlési időpontokra fokozattan ügyelni kell.

#### Mérési feladatok:

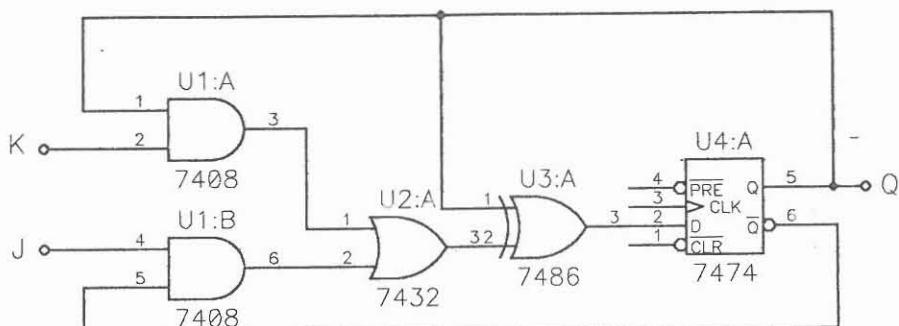
3.1. Állítsa össze az alábbi áramkört egy élvezérelt D flip-flop ból (SN 7474 ) és egy KIZÁRÓ-VAGY kapuból. (3.1 ábra)



3.1 ábra

Az órajel bemenetre az IMP1-et tegye, az INPUT bemenetet kösse logikai szintadóra. Vegye fel az áramkör állapottáblázatát. Állapítsa meg, mi az áramkör neve? Ezután tegyen impulzusgenerátorból kb.10 kHz-es impulzus sorozatot az órabemenetre és a panel órajelét (CLK) tegye az INPUT bemenetre. Vizsgálja a kimeneti jelet oszcilloszkópon a bemenetekhez képest!

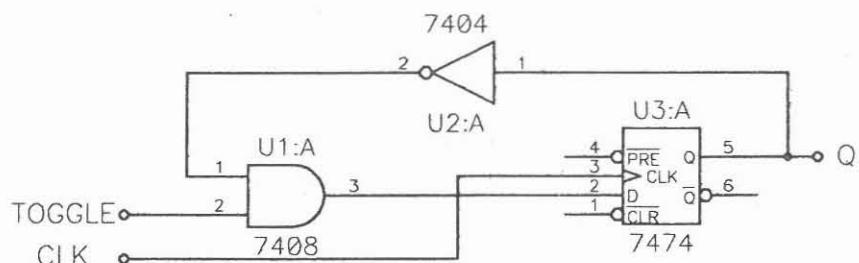
3.2. Alakítson ki JK flip-flopot D flip-flopból az alábbi elrendezés szerint ( 3.2 ábra ).



3.2 ábra

Vegye fel az áramkör állapottáblázatát. A J és a K bemenetet kösse logikai szintadóra, az órabemenetet az IMP1 -re. Ha helyesen működik az áramkör, akkor vezérelje a bemeneteket impulzusgenerátorból. Ábrázolja a kimenetet a bemenetekhez és az órajelhez képest. Mérje meg a vezérlő bemenetek és a kimenet impulzusidejét!

3.3. Egy 1-bites szinkron mintavételező áramkört vizsgálunk az alábbi összeállításban (3.3 ábra ).



3.3 ábra

Határozza meg a vezérlőjelek frekvenciáit és egymáshoz való viszonyukat. (A két jel között 3-5- szörös legyen a viszony, és az órajel legyen a gyorsabb.) Először a két impulzusgenerátort állítsa be úgy, hogy minden jelét lássa az oszcilloszkóp képernyőjén, majd ezután tegye csak rá a jeleket az áramkörre. Ábrázolja a kimenetet a bemenetekhez képest! Mérje meg a vezérlőjelek és a kimenet impulzusidejét.

3.4.. Tervezzük meg az alábbi 7 állapotú sorrendi hálózatot D flip-flopokból. Építse meg az áramkört és méréssel vegye fel az állapot táblázatot. Ha megegyezik a kiindulával, akkor tegyen impulzus generátorból jelet az órabemenetekre és vizsgálja a kimeneteket az órajelhez és egymáshoz képest. Ábrázolja a jeleket közös koordináta rendszerben.

Az állapot táblázat:

i	X3	X2	X1	X0
0	0	0	0	0
1	1	0	0	0
2	1	1	0	0
3	1	1	1	0
4	1	1	1	1
5	0	1	1	1
6	0	0	1	1
7	0	0	0	1
8	1	0	0	0

(A next-state táblákat otthon is el lehet készíteni, a mérésvezetőnek tessék a megvalósítás előtt bemutatni ellenőrzés végett. Sőt a megtervezett áramköri rajzot is el lehet otthon készíteni, a mérésen csak össze kell állítani az áramkört és kipróbálni.)

3.5. Tervezzük meg a következő 5 állapotú sorrendi áramkört JK-flip-flopokból. Rajzoljuk le az áramkört, rakjuk össze és ellenőrizzük le a működését. Ha a méréssel felvett állapot táblázat megegyezik a kiindulával, akkor vizsgáljuk

az áramkört oszcilloszkóppal is. Az órajel frekvenciája 1 kHz legyen. Ábrázoljuk a kimeneteket az órajelhez és egymáshoz képest.

Az állapot táblázat:

i	A	B	C
0	0	0	0
1	1	0	0
2	1	1	0
3	1	1	1
4	0	1	1
5	0	0	0

3.6. Tervezzen 5 állapotú sorrendi áramkört D-flip-flopokból. Rajzolja le az áramkört, rakja össze, majd ellenőrizze le a működését. Ha a méréssel felvett állapot táblázat megegyezik a kiindulóval, akkor vizsgálja az áramkört oszcilloszkóppal is. Az órajel kb. 1 kHz legyen. Ábrázolja a kimeneteket az órajelhez és egymáshoz képest is.

Az állapot táblázat:

i	A	B	C
0	0	0	0
1	1	0	0
2	1	1	0
3	1	1	1
4	0	1	1
5	0	0	1
6	1	0	0

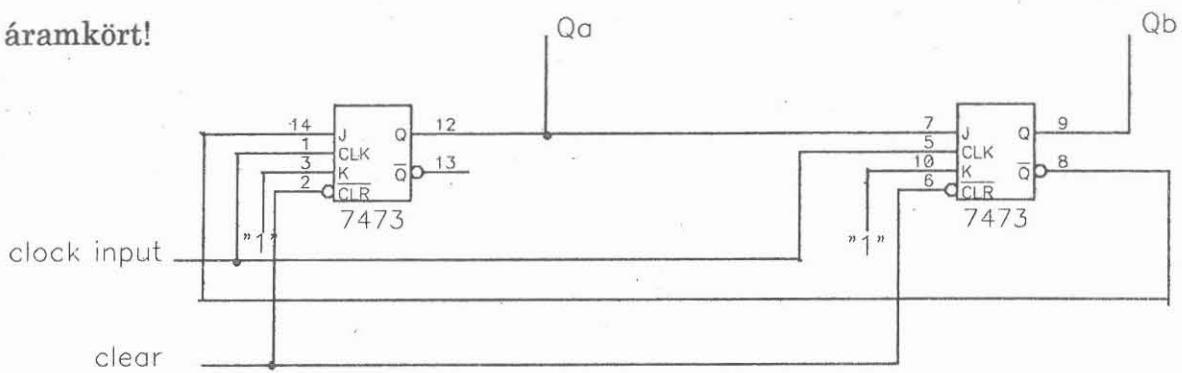
3.7. Tervezze meg az alábbi szekvenciális áramkört JK flip-flopokból, amelynek a Z kimenete csak akkor igaz, ha X1 tiltja X2-t. (INHIBÍCIÓ). A Z oszlopát kell tölni! A Z az áramkör kimeneti függvénye. X1 az egyik flip-flop kimenete és X2 a másik flip-flop kimenete. Az állapot táblázat alapján a flip-flopok közötti visszacsatolást tervezze meg!

Az áramkör állapottáblázata:

X1	X2	Z
0	1	
1	1	
1	0	
0	0	

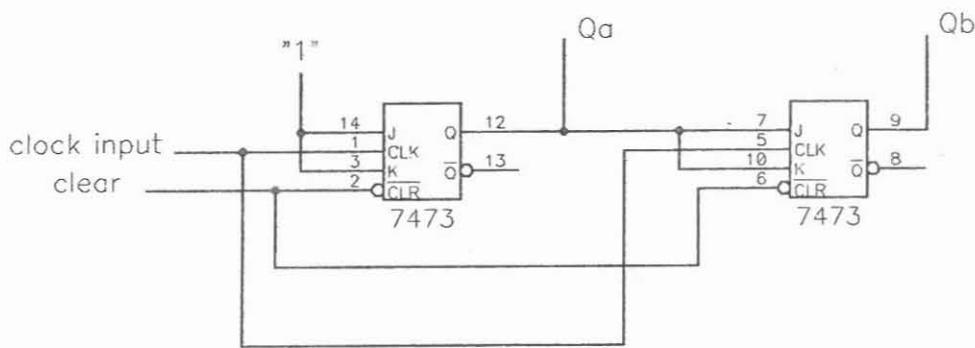
Rajzolja le a megtervezett áramkört. Próbálja ki, úgy működik-e, ahogy várta?

3.8. Vizsgálja meg az alábbi áramkört. (3.4 ábra) Rakja össze a kapcsolást, vegye fel az állapottáblázatot. Hány állapota van az áramkörnek? Statikusan vizsgálja az áramkört!



3.4 ábra

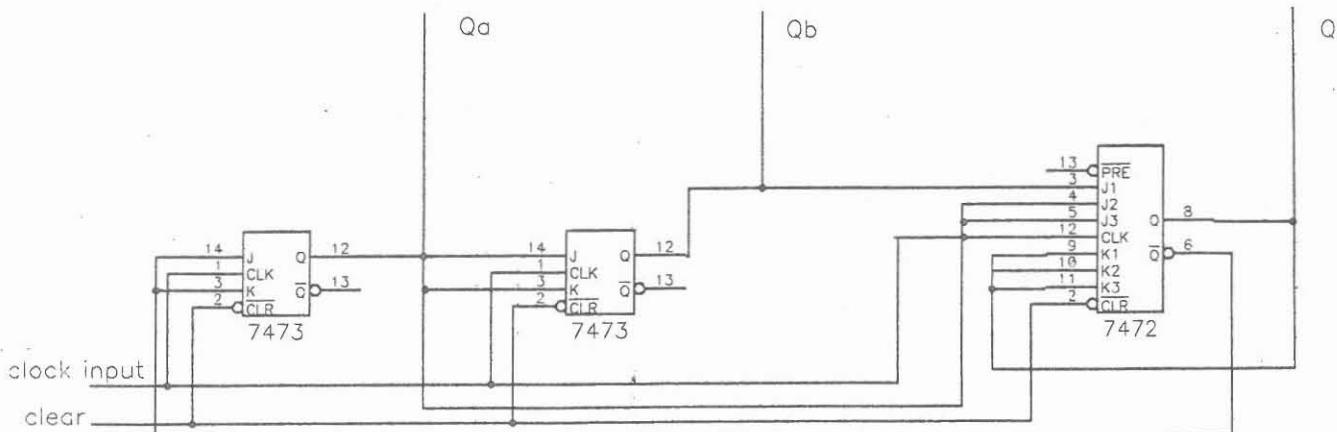
3.9. Vizsgálja meg az alábbi áramkört. (3.5 ábra) Építse meg az áramkört, vegye fel az állapottáblázatot! Hány állapota van az áramkörnek? Ábrázolja a kimeneteket oszcilloszkópon az órajelhez és egymáshoz képest. Rajzolja le a füzetbe a jelalakokat!



3.5 ábra

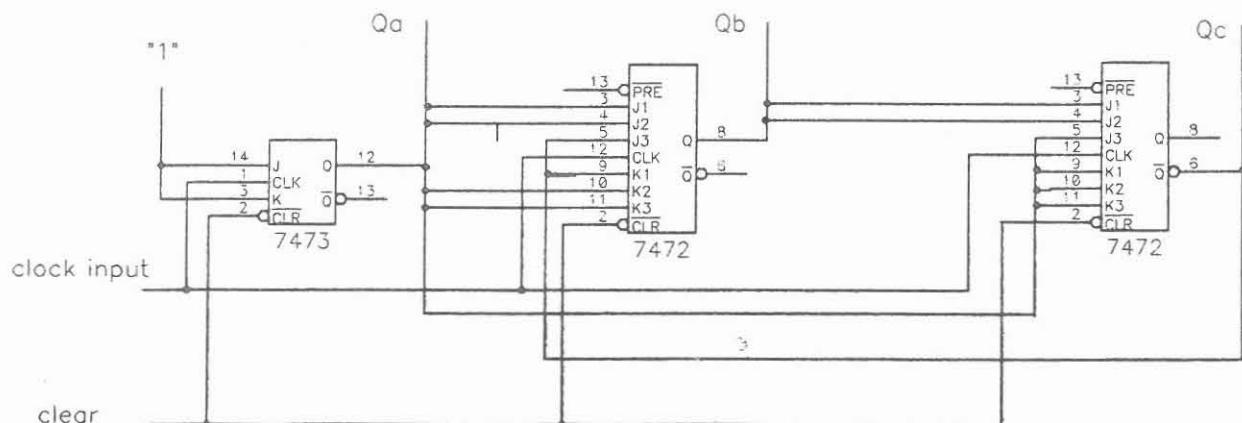
3.10. Építse meg az alábbi áramkört (3.6 ábra) és vegye fel az állapottáblázatát. Hány állapota van az áramkörnek? Vizsgálja az áramkört dinamikusan!

Ábrázolja a kimeneteket az órajelhez és egymáshoz képest. Rajzolja le a füzetbe a jelalakokat.



3.6 ábra

3.11. Vizsgálja meg az áramkört ( 3.7 ábra ), vegye fel az állapottáblázatát. Hány állapota van az áramkörnek? A megépített áramkört vezérelje kb. 1 KHz-es órajellel és vizsgálja a kimeneteket oszcilloszkópon. Rajzolja le a füzetbe a kimeneti jelalakokat az órajelhez és egymáshoz képest!



3.7 ábra

3.12. Tervezze meg az alábbi 6 állapotú sorrendi áramkört D flip-flopokból. Rajzolja le a tervezett áramkört a füzetbe, építse meg és próbálja ki az áramkört! Először statikusan vizsgálja, ellenőrizze, hogy úgy működik-e, ahogy az állapottáblázat előírja?

Az állapottáblázata:

i	Q1	Q2	Q3	Q4
0	0	0	0	0
1	1	0	0	0
2	1	1	0	0
3	1	1	1	0
4	0	1	1	1
5	0	0	0	1
6	0	0	0	0

Majd vizsgálja az áramkört dinamikusan is. Ábrázolja a kimeneteket az órajelhez és egymáshoz képest is.

### 3.13. Szorgalmi feladat.

Tervezzen egy max.15 állapotú sorrendi áramkört tetszőleges állapottáblázat alapján JK flip-flopokból. Rajzolja le és építse meg az áramkört. Vizsgálja statikusan is és dinamikusan is!

#### Figyelem!

Ennek a fejezetnek a végén nincsenek katalógus lapok. A flip-flopokat és a kapukat megtalálják az előző fejezetek végén!

---

#### 4. MÉRÉS ARITMETIKAI ELEMEK VIZSGÁLATA

A mérés során néhány aritmetikai áramkörrel ismerkedünk. Azért fontos az alapvető aritmetikai áramkörök tanulmányozása, mert segíti a különböző műveletek végrehajtásának a megismerését, megértését. Az áramkörcsaládok típusválasztékában szereplő aritmetikai elemek a digitális rendszerek többségében megtalálhatók valamilyen műveletvégző részegységben.

Az elemi összeadókról már a Kombinációs áramkörök mérésnél volt szó, hiszen az összeadók is kombinációs áramkörök. Most mégis röviden összefoglaljuk az összeadókkal kapcsolatos elméleti ismereteket.

A soros üzemmódú összeadásnál az összeadandó számok soron következő helyértékei időben egymás után érkeznek az összeadó bemenetére. Az összeg megfelelő helyértékei is egymás után állnak a rendelkezésre. Ebben az esetben elegendő egyetlen összeadó egység és két vagy három léptetőregiszter. Az összeadás időszükséglete pl. 8 bit esetén 8 szorosa az egybites összeadási időnek. A léptetőregiszterek órajelét is az összeadási időhöz kell beállítani.

Az ACM kártyán nem soros, hanem párhuzamos összeadóval dolgozunk.

A párhuzamos üzemű összeadónál minden helyértéken egyidőben végezzük az összeadást, így az összeadási időt csökkenthetjük. A teljes összeg akkor lesz helyes, ha az átvitel végighaladt a láncon. Ezért a párhuzamos összeadók gyorsításának leglényegesebb kérdése az átvitel képzés gyorsítása.

Átvitel akkor keletkezik, ha az aktuális helyértéken a két összeadandó bit 1-es vagy ha csak az egyik bit 1-es, de jön egy átvitel az előző helyértékről. A párhuzamos átvitelképzésnél az i-edik átvitel a bemenő átvitele az i+1-edik összeadónak, és az i-edik összeadó bemenő átvitele az i-1-edik átvitel.

$$C_i = A_i B_i + (A_i \oplus B_i) C_{i-1}$$

A gyors átvitel képzés lényege az, hogy ezeket a logikai műveleteket előre elvégezzük egy célszerűen kialakított áramkörrel.

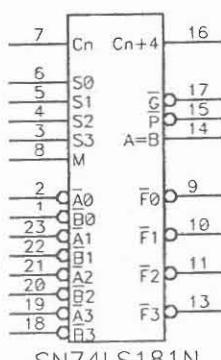
Az ÉS kapcsolatot  $gi = AiBi$  keletkező változónak ( generate ), a KIZÁRÓ-VAGY kapcsolatot  $pi = Ai + Bi$  továbbviteli változónak ( propagate ) nevezzük, és helyérték szerint elő lehet állítani, és a terjedő átvitelek hamarabb jutnak az összeadók bemeneteire. Gyorsátvitelképzőket 4 bites kivitelben gyártanak, ami még optimális a belső kialakítást illetően.

Négy bites összeadóknál a közbülső részeredmények ill. a közbülső átvitelek nem kerülnek ki a kimenetekre, csak az összegbitek és a legmagasabb átvitel. (lásd:SN7483-as 4 bites összeadót, a katalógus lapja a fejezet végén található)

Az összeadókkal kivonás is elvégezhető. A bináris aritmetikában a kivonás a kettes komplementensű összeadással végezhető el.

A mérés során az ACM kártyán kapuáramkörös vezérléssel állítjuk elő kivonásnál a kivonó komplementesét. (lásd a 4.3 ábrát)

A digitális összehasonlító áramkörök is részei az aritmetikai áramköröknek. Az összehasonlítókkal, más néven komparátorokkal ( Magnitude Comparator ) bináris számokat hasonlíthatunk össze. A kimenet csak azt mondja meg, hogy melyik szám a nagyobb. Az összehasonlítás a számok nagyságára vonatkozik, és a művelet a legnagyobb bittel kezdődik. Éppen ezért fontos, hogy megfelelően kössük össze a 4 bites egységeket több bites összehasonlítókká. Az összehasonlítás eredményét három kimenet ( $A > B$ ,  $A < B$ ,  $A = B$ ) valamelyikének „H” szintje jelzi. A három hasonló relációjú bemenet arra a célra szolgál, hogy az áramkört négynél több bit összehasonlítására bővíteni lehessen. (lásd az SN7485-ös komparátor katalógus lapját)



4.1 ábra

A mérés során az ACM kártyán található ALU -t Aritmetikai Logikai Egységet is vizsgálunk. Az áramkör 16 féle logikai és 16 féle aritmetikai műveletet tud. A műveletkijelölő select bemeneteket is nekünk kell vezérelni. (4.1 ábra) Működtető igazságtáblázat alapján dolgozunk. A táblázatot előzetesen tanulmányozzuk, hogy a mérésnél ezzel már ne legyen probléma!

### 1.táblázat.

Működési táblázat (Aktív L szint esetén.)				
Kiválasztó bemenetek	Logikai műveletek	Aritmetikai műveletek $M = L$		
		$CO = L$	$CO = H$	
S3 S2 S1 S0	$M = H$			
L L L L	$F = \bar{A}$	$F = A$ minusz 1	$F = A$	
L L L H	$F = \bar{A}B$	$F = A\bar{B}$ minusz 1	$F = A\bar{B}$	
L L H L	$F = \bar{A}+B$	$F = A\bar{B}$ minusz 1	$F = A\bar{B}$	
L L H H	$F = 1$	$F = \text{minusz } 1 (*)$	$F = \text{nulla}$	
L H L L	$F = \bar{A}+B$	$F = A$ plusz $(A+\bar{B})$	$F = A$ plusz $(A+\bar{B})$ plusz 1	
L H L H	$F = \bar{B}$	$F = A\bar{B}$ plusz $(A+B)$	$F = A\bar{B}$ plusz $(A+B)$ plusz 1	
L H H L	$F = \bar{A}\oplus B$	$F = A$ minusz $B$ minusz 1	$F = A$ minusz $B$	
L H H H	$F = A+\bar{B}$	$F = A+\bar{B}$	$F = (A+\bar{B})$ plusz 1	
H L L L	$F = \bar{A}B$	$F = A$ plusz $(A+B)$	$F = A$ plusz $(A+B)$ plusz 1	
H L L H	$F = A\oplus B$	$F = A$ plusz $B$	$F = A$ plusz $B$ plusz 1	
H L H L	$F = B$	$F = A\bar{B}$ plusz $(A+B)$	$F = A\bar{B}$ plusz $(A+B)$ plusz 1	
H L H H	$F = A+B$	$F = A+B$	$F = (A+B)$ plusz 1	
H H L L	$F = 0$	$F = A$ plusz $A$	$F = A$ plusz $A$ plusz 1	
H H L H	$F = \bar{A}B$	$F = A\bar{B}$ plusz $A$	$F = A\bar{B}$ plusz $A$ plusz 1	
H H H L	$F = \bar{A}B$	$F = A\bar{B}$ plusz $A$	$F = A\bar{B}$ plusz $A$ plusz 1	
H H H H	$F = A$	$F = A$	$F = A$ plusz 1	

Összehasonlítási táblázat

CO bemenet	C4 kimenet	Az összehasonlítás eredménye
H	H	$A \geq B$
H	L	$A < B$
L	H	$A > B$
L	L	$A \leq B$

Az A és B bemenetek nagyobb-, kisebb-, egyenlő volta az  $A=B$  kimenet, valamint CO és C4 átvitelek alapján meghatározható. (A választó bemenetek:  $S0=S3=L$  és  $S1=S2=H$ )

TTL be- és kimenetek. (Kivétel:  $A=B$  kimenet nyitott kollektoros,  $I_{QH}=100\mu A$ ,  $U_{QH}=5,5$  V-nál.)

$P=100$  mW; (Tipikus teljesítményfelvétel.)

Gyors átvitelképzés összeadásnál, kivonásnál.

Bővítési lehetőség gyors átvitelképzővel.

Megjegyzések a működési táblázathoz:

• = ES; + = VAGY;  $\oplus$  = KIZÁRÓ VAGY.

(\*) Minusz 1 kettes komplementus kódban.

## ACM kártya ismertetése és üzembe helyezése.

A kártya kapcsolási rajza az 1 számú mellékleten látható. Az adatokat az IB0, IB1, ...IB7 bemeneteken keresztül juttathatjuk be a bemeneti buszra és onnan három tárolóba, az A,B és C átmeneti tárolókba (IC3,IC4,IC5).

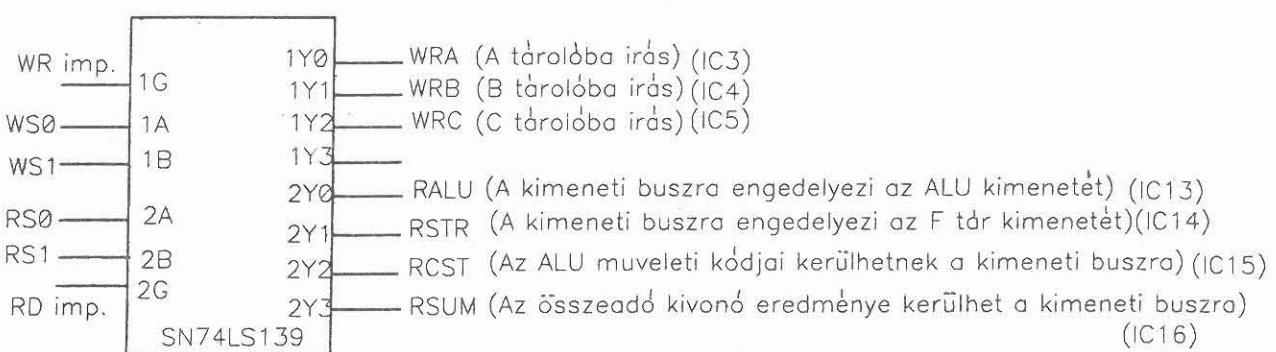
Az IB0, ...IB7 pontokra a mérés során tegyünk logikai szintadókat.

A kártya két négy bites ALU-t ( IC11, IC12 )tartalmaz. Az ALU-val 8 bites logikai műveleteket lehet végezni. Az aritmetikai műveletek közül az összeadás és a kivonás elvégzhető 8 bites számokkal, de a szorzásnál már ügyelni kell arra, hogy a szorzat is elférjen a 8+1 bitben.

A kártya kimenetei a kimeneti adatbusz bitjei, ezeket a pontokat kössük majd a mérés során LED-ekre. A kimeneti adatbuszra is átmeneti tárolókon keresztül jutnak az eredmények ( IC13, IC14, IC15, IC16 ).

A kártya jobboldalán van még két négy bites összeadó, amelyekkel 8 bites számokat lehet összeadni és kivonni. Az összeadók ( IC17, IC18 ) bemenetére vezérelt invertereken keresztül jutnak a B-tárolóba írt összeandandó számok (IC19, IC20 ).

A beírás vezérlése egy Dekóder áramkörön ( IC2 ) keresztül történik az alábbi működtető igazságítáblázat szerint: (4.2 ábra )



4.2 ábra

A kimeneteket a kimeneti adatbuszon keresztül vizsgálhatjuk. A kimeneti busz vezérlése is a Dekóder áramköről történik (4.2 ábra ) az alábbi táblázat szerint.

RD	RS1	RS0	Művelet
1	x	x	A kimeneti busz ( OB7,OB6,...OB0 )nagyimpedanciájú
0	0	0	Az ALU kimenete kerül OB7...OB0-ra
0	0	1	Az F tár tartalma kerül az OB7...OB0-ra
0	1	0	A C tár tartalma kerül (a Műveleti kód ) OB7...OB0-ra
0	1	1	Az Összeadó-kivonó kimenete kerül OB7...OB0-ra

Az A és a B operandus tárolói, az A tár és a B tár közvetlenül nem kapozódnak a kimenetre, de a tartalmuk ellenőrizhető az ALU-n vagy az Összeadó-kivonón keresztül, megfelelő műveleti kód beállításával.

#### A mérések megkezdése előtt helyezzük üzembe az ACM kártyát:

Kössük be a Vcc=+5V tápfeszültséget: 2,4,6 pont egyike

Kössük be a Földet :⊗ 60,62,64 pont egyike

A számok jelentik a kártya banánhüvelyekre vezetett pontjait.

Kössük be a buszok vezérlő pontjait: WR (23) a beírás jele, WS0, WS1 ( 25, 27 ) a beírás vezérlő bitjei RD ( 17 ) a kiolvasó jel, RS0, RS1 (19 ,21) a kiolvasás vezérlő bitjei

CLK ( 41 ) az órajel

Kössük rá az adatbemeneteket a kétállású kapcsolókra: IB0 (1 ) a Q0-ra, IB1 ( 3 ) a Q1-re, IB2 ( 5 ) a Q2-re, IB3 ( 7 ) a Q3-ra, IB4 ( 15 ) a Q4-re, IB5 ( 13 ) a Q5-re, IB6 ( 11 ) a Q6-ra, IB7 ( 9 ) a Q7-re kerül.

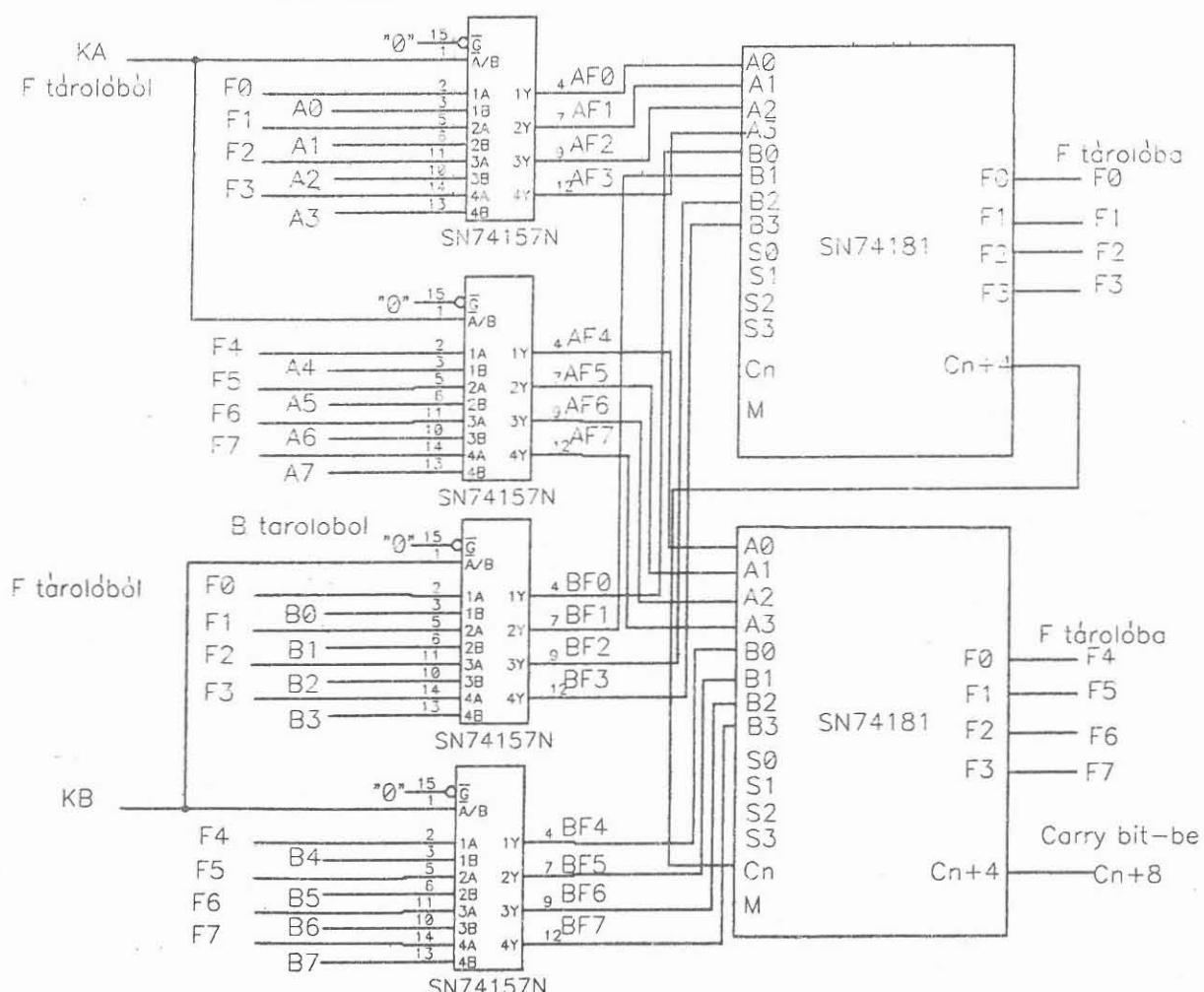
Kössük rá a kimeneti pontokat L ED -ekre: OB0 (51) a 0-ra, OB1 (55) az 1-re, OB2 (59) a 2-re, OB3 (63) a 3-ra, OB4 (61) a 4-re, OB5 (57) az 5-re, OB6 (53) a 6-ra, OB7 (49) a 7-re és a Carryt (37) a 8-ra.

## MÉRÉSI FELADATOK

- Végezzünk logikai műveleteket az ACM kártyán lévő ALU-val.

A logikai műveleteknél 8 bitesek legyenek a számok. Az ALU bemenetére kerülő számokat mutatja a 4.4 ábra. Látjuk, hogy a KA és a KB kapcsoló által vezérelve a multiplexerek választják ki, hogy melyik két regiszter tartalma kerül az ALU bemenetére.

A tárolóból



4.4 ábra

---

Az egyik szám legyen az A, ezt írjuk be az A-tárolóba, a másik legyen a B, ezt írjuk be a B tárolóba. A C tárolóba írjuk bele a műveleti kódot, amelyet az ALU működtető igazságítáblázatából olvasunk ki. Az eredmény az ALU kimenetén jelenik meg.

*Javaslat:* írjuk bele a füzetbe a számok bináris kódját, a műveleteket, a várható eredményt, a mérés legyen a művelet ellenőrzése!

A-ba írás: WS1=WS0=0, az A szám a kapcsolókon legyen beállítva, adjunk WR impulzust!

B-be írás: WS1=0, WS0=1, a B szám a kapcsolókon legyen beállítva, adjunk WR impulzust!

C-be írás: WS1=1, WS0=0, az utasításkódot a kapcsolókon állítsuk be: IB7=IB6=1, IB5=X, IB4=1 és az ALU S3, S2, S1, S0 kiválasztó bemenetei ( a táblázatból kiolvasva ) kerüljenek az IB3, IB2, IB1, IB0 kapcsolókra!

Az eredmény kiolvasása: RS1=RS0=0, RD=0 a LED-eken megjelenik a logikai művelet eredménye.

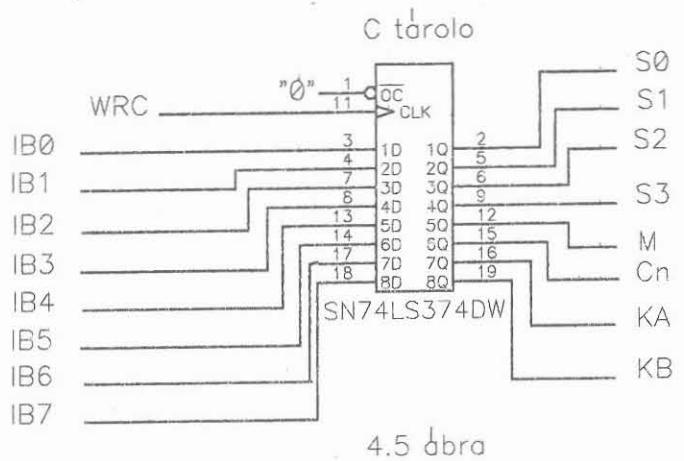
2. Végezzünk összeadást és kivonást két 8 bites számmal az ACM kártyán lévő 7483-val. ( lásd a 4.3 ábrát )

Az egyik szám legyen az A, ezt írjuk be az A tárolóba, a másik szám legyen a B, ezt írjuk be a B tárolóba. A C tárolóba a műveleti kódot írjuk.

A-ba írás: WS1=WS0=0, az A SZÁM a kapcsolókon legyen beállítva, adjunk WR impulzust

B-be írás: WS1=0, WS0=1, a B SZÁM a kapcsolókon legyen beállítva, adjunk WR impulzust

C-be írás: WS1=1, WS0=0, a Műveleti kód összeadásnál IB0=C0=0. A C tárolóba írást mutatja a 4.5 ábra.



A Műveleti kód kivonásnál IB0=C0=1. Ez az 1-es a komplementis képzésnél a legkisebb bithez hozzáadandó 1-est is jelenti.

Olvasás az Összeadó - kivonóról: RS1=RS0=1

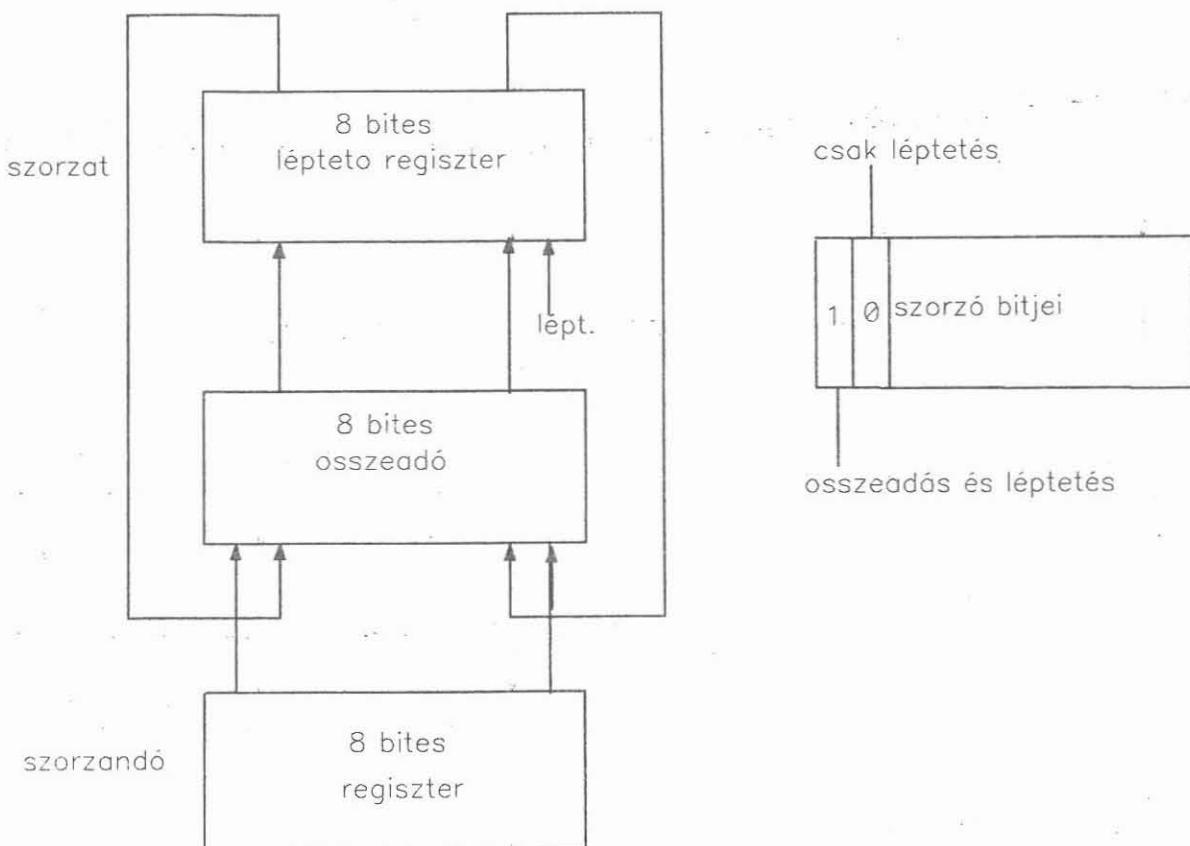
Írjuk bele a füzetbe a számokat, írjuk fel decimális és bináris alakban is, hogy könnyebb legyen a kiolvasott eredményt értékelni!

Végezzük el az A mínusz B-t, az eredménynek figyeljük a Carry bitjét. Ha a Carry=0, akkor vissza kell komplementálni az eredményt!

Adjuk össze A -t és B - t. Most a Carry az összeg legnagyobb bitje lesz!

3. Végezzünk szorzást az ACM kártyán lévő ALU-val és a regiszterekkel.

A szorzat legyen kisebb, mint 256! A műveletek megkezdése előtt a füzetében végezze el a szorzást, az egyes részletösszegeket is tüntesse fel, hogy a művelet végrehajtása közben ellenőrizni tudja annak helyességét! A 4.6 ábrán egy ismételt összeadással történő szorzás elemeit láthatjuk. A három regiszter a szorzás résztvevőit tartalmazzák. A műveletet a szorzó bitjei vezérik.



4.6 ábra

A szorzási művelet végrehajtása során az F tárolót használja összegregiszternek. A részletszorzatokat és a szorzatot is az F tárolóban kapja majd, ennek a tartalmát kell nézni a LED-eken, RD=0, RS1=0, RS0=1.

- a.) Törölje az F tárolót: Az A-tárba írjon 00000000-át, a C tárba írjon 11111111-et. Az ALU kimenetén ekkor nulla lesz, ezt írja át az F tárba egy CLK impulzussal, és így kapunk az F tárban is 00000000 lesz.
- b.) Írja be az A tárba a szorzandó értékét.
- c.) Írja be a C tárba az A plusz B műveleti kódját és KA=1, KB=0 legyen.  
Az A szám a szorzandó, a B szám az F tároló tartalma legyen.  
(C:0101001 ) Ez a művelet az összeadás.
- d.) Ellenőrizze le a LED-eken, hogy a szorzandót látja-e, miután egy CLK impulzussal átírta az ALU tartalmát az F tárba. (Ugyanis a szorzandót 0-hoz adta hozzá a szorzás kezdetén!)

---

e.) Ha a szorzó soron következő helyértéke 0, csak léptetés következik, az F tár tartalmának eggyel balra kell lépni. A balra léptetés valójában a 2 hatványaival való szorzást jelenti a helyértékek szerint. Pl. ha a szorzó 4 bites, akkor a legnagyobb bit 8-at ér, és 3-szor kell léptetni.

Mivel a részletszorzatok tárolásához és léptetéséhez léptetőregiszterre lenne szükség és az ACM kártyán az F-tároló nem az, ezért az alábbi művelet kombinációval helyettesítjük a léptetést:

KA=KB=0 és a C tárolóba az F=A plusz B műveleti kódot írjuk, így az ALU kimenetén az előző összeg kétszerese jelenik meg, mint balra léptetésnél. (C:00101001)

f.) Ha a szorzó soron következő számjegye 1-es, akkor a léptetésen kívül összeadást is kell végezni a c. pont és a d. pont szerint. Most már viszont nem a szorzandót mutatják a LED-ek, hanem a részletszorzatot.

g.) Ismételjük a műveleteket, amíg a szorzó bitjei el nem fogynak az e. pont és az f. pont szerint.

Figyelem: a valódi ismételt összeadás is szorzás, annyiszor adjuk hozzá a szorzandót önmagához, amekkora a szorzó! Dolgozza ki ezt az algoritmust, és próbálja ki.

4. Szorozunk soros üzemű szorzóval a panelen lévő SN 7497-es áramkörrel. A katalógus lap alapján kösse be az IC-t!.

Az áramkört impulzusüzemű szorzónak ill. programozható frekvenciaosztónak nevezik. A sorosan jövő impulzussorozatot szorozza meg egy bináris számmal. A kimeneti frekvencia:

$$f_{ki} = f_{be} / M, \text{ ahol } M = F \cdot 2^5 + E \cdot 2^4 + D \cdot 2^3 + C \cdot 2^2 + B \cdot 2^1 + A \cdot 1.$$

---

Tegyünk az áramkör órabemenetére impulzus generátorból négyszögjelet, állítsunk be a párhuzamos bemeneteken egy osztásarányt, és a többi bemenetet is vezéreljük a működési táblázatnak megfelelően.

Oszcilloszkópon vizsgáljuk a kimenetet a bemeneti órajelhez képest, rajzoljuk is le a füzetbe!

5. Szorozzunk szinkron decimális szorzóval, ez az áramkör az SN74167-es. A katalógus lap alapján kösse be az IC-t.

A kimenetén megjelenő impulzussorozat:

$f_{ki} = f_{be} \cdot M/10$ , ahol  $M = D \cdot 2^3 + C \cdot 2^2 + B \cdot 2^1 + A \cdot 2^0$ . M bármely decimális szám lehet, a BCD kódját kell a párhuzamos bemenetekre tenni a panel kapcsolóiról.

Az áramkör óra bemenetére tegyünk impulzus generátorból négyszögjelet, és a többi bemenetre a működési táblázatnak megfelelő statikus logikai szinteket tegyünk. Vizsgáljuk a kimenetet oszcilloszkópon az órajelhez képest, különböző osztásarányoknál. Rajzoljuk le a kimeneti jeleket a füzetbe is, írjuk a jelek mellé az osztásarányokat!

6. Vizsgáljuk meg az összehasonlító áramkört. A katalógus lap alapján kösse be az SN7485-ös IC-t.

Vegye fel a működési táblázatot az SN7485-ös komparátorról abban az esetben, ha az A szám nagyobb, mint a B és abban az esetben is, amikor az A szám kisebb, mint a B. Vizsgálja meg a kaszkád bemenetekre adott jelek hatását a kimenetekre úgy, hogy az A (A3, A2, A1, A0) és a B (B3, B2, B1, B0) bemenetekre azonos számokat ad.

---

Tegyen a B3 bemenetre négyszögjelet és vizsgálja meg oszcilloszkópon az A<B, az A>B és az A=B kimeneteket, ha

a.) A3=0 és A2=B2 és A1=B1 és A0=B0

b.) A3=1 és A2=B2 és A1=B1 és A0=B0

Rajzolja le a kimeneteket a füzetbe is.

7. Vizsgálja meg a 4 bites bináris összeadót ( SN7483). Kösse be az áramkört a katalógus lap alapján Az A( A1,A2,A3,A4) és a B(B1,B2,B3,B4) bemenetekre és a C1 átvitel bemenetre tegyen logikai szintadókat, az S(S1,S2,S3,S4) ás a C5 kimeneteket tegye LED-ekre. Ellenőrizze le a két 4 bites szám összeadását az összeadóval.

Azután tegyen impulzus sorozatot az átvitel bemenetre (C1) és vizsgálja az átvitel kimenetet (C5) oszcilloszkóppal! Ábrázolja az átviteleket az A és a B szám függvényében közös koordináta rendszerben.

Mérje meg az átvitel késleltetését a bemeneti átvitelhez képest!

## Négy-bites komparátor

0...+70 °C	-25...+85°C	-40...+85°C	-55...+125 °C	CEG
SN7485 N	SN8485 N	SN5485 J	TEX	



Mérőpont	Állapot	Bemenet	Kimenet
A>B és A<B bemenetek	L; H	1,0	
Összes többi bemenet	L; H	3,0	
Kimenetek	L; H		10,0

## Működési táblázat

Összehasonlíto bemenetek	Soros (Cascading) bemenetek			Kimenetek		
	QA>B	QA<B	QA=B	QA>B	QA=B	QA=B
A3>B3	X	X	X	X	X	X
A3<B3	X	X	X	X	X	X
A3=B3 A2>B2	X	X	X	X	X	X
A3=B3 A2<B2	X	X	X	X	X	X
A3=B3 A2=B2 A1>B1	X	X	X	X	X	X
A3=B3 A2=B2 A1<B1	X	X	X	X	X	X
A3=B3 A2=B2 A1=B1 A0>B0	X	X	X	X	X	X
A3=B3 A2=B2 A1=B1 A0=B0	X	X	X	X	X	X
A3=B3 A2=B2 A1=B1 A0=B0	H	L	L	H	L	L
A3=B3 A2=B2 A1=B1 A0=B0	L	H	L	L	H	L
A3=B3 A2=B2 A1=B1 A0=B0	L	L	H	L	H	L

X = tetszőleges L vagy H szint.

TTL be- és kimenetek.

Bemeneti vágódiódák.

Bináris ill. BCD számokat nagyság szerint hasonlít össze.

Három kimenet: QA<B ; QA=B ; QA>B.

Kibővíthető.

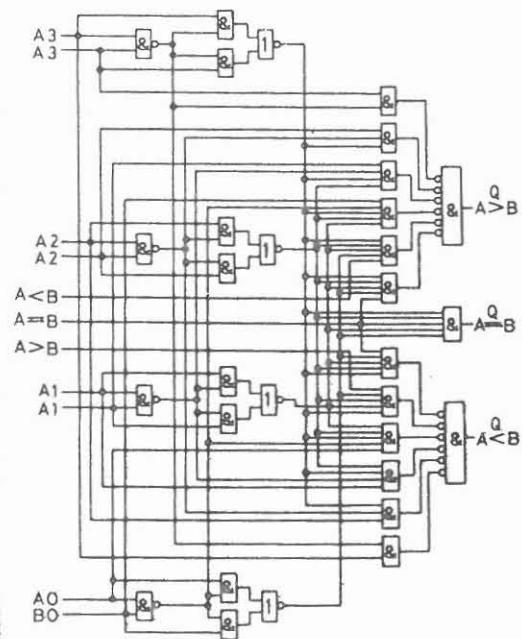
P = 275 mW ; (Tipikus teljesítményfelvétel.)

Tipikus impulzuskésleltetési idők:

t<sub>p1</sub>=22 ns az A0...A3 és a B0...B3 bemenetektől.

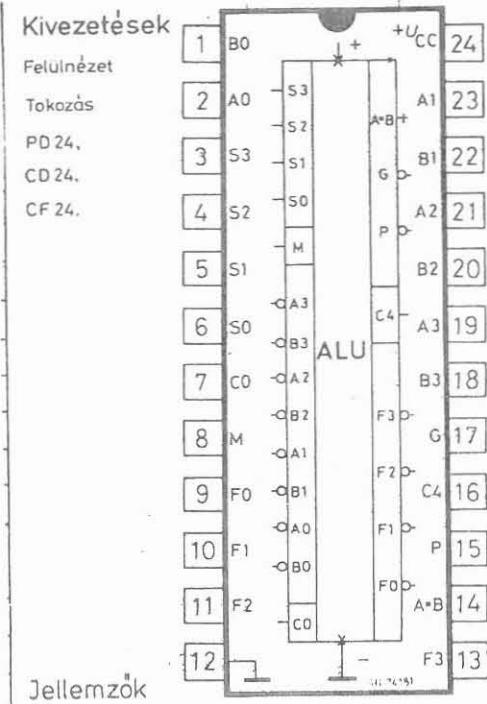
t<sub>p2</sub>=12 ns az A<B, A=B és A>B bemenetektől.

## Logikai vázlat



## 4 bites aritmetikai-logikai egység (ALU)

0 +70 °C -25..+85°C -40 +85°C -55 +125°C CÉG  
 SN74181 N SN84181N SN54181 J TEX

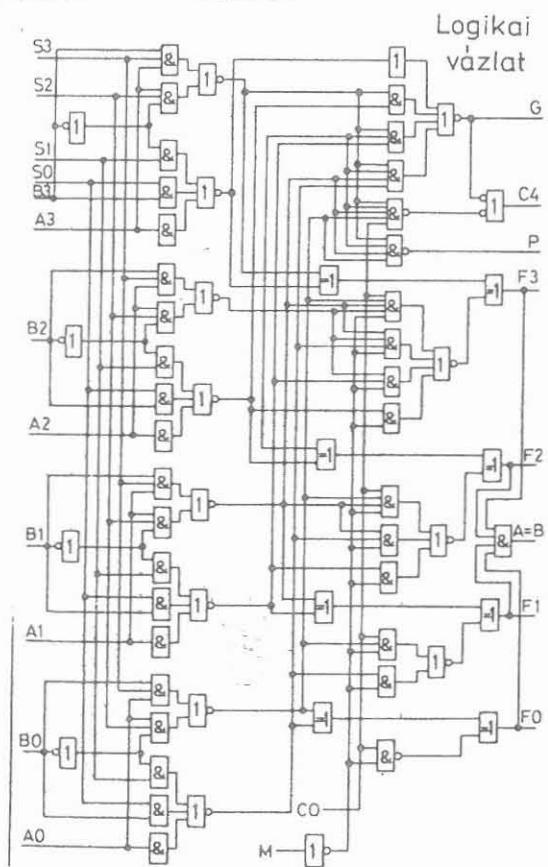


Terhelési tényezők			
Mérőpont	Állapot	Bemenet	Kimenet
Mod vezérlő bemenet (M)	L; H	1,0	
A és B bemenetek	L; H	3,0	
S bemenetek	L; H	4,0	
C0 bemenet	L; H	5,0	
Kimenetek	L		10,0
	H		20,0

TTL be- és kimenetek. (Kivétel: A=B kimenet nyitott kollektoros;  $I_{OH}=250 \mu A$  visszarám,  $U_{OH}=5,5$  V-nál.)  
 Bemeneti vágóidiódák.  
 $P=450$  mW. (Tipikus teljesítményfelvétel.)

Tipikus impulzkésleltetési idők ns-ban.

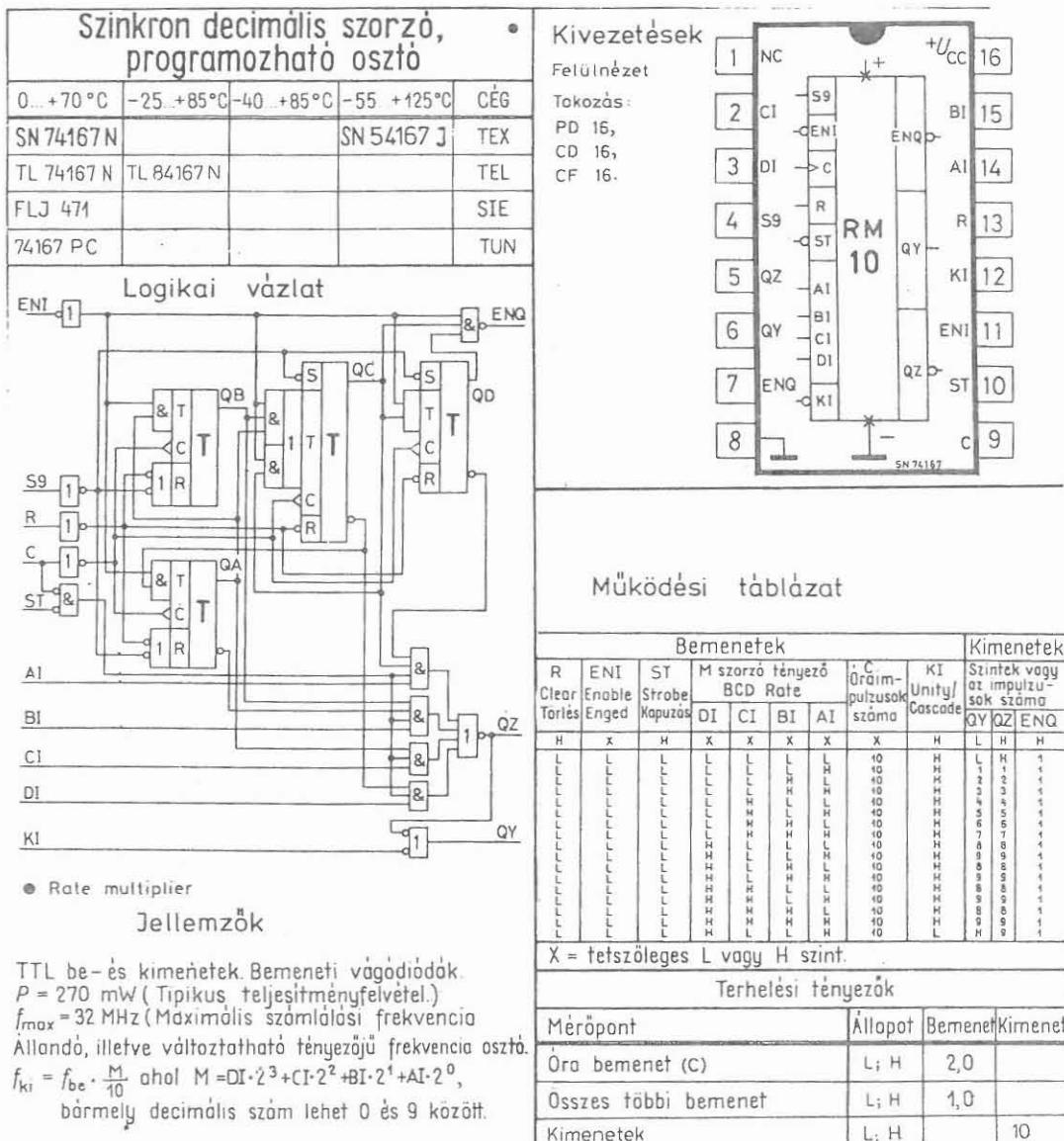
Tipus	Bemenettől	Kimenetig			Megjegyzés
		C4	F, G, P	A=B	
SN74181N	A, B	27	25	17	–
	–	34	28	17	34 Összeadásnál
	–	–	28	–	Kivonásnál
SN74LS181N	C0	12,5	13	–	Logikai műveletnél
	A, B	25	17	18	–
	–	27	21	21	Összeadásnál
SN74S181N	C0	14,5	15	–	Kivonásnál
	A, B	12,5	11	8	–
	–	15,5	14	10,5	Logikai műveletnél
SN74LS181N	C0	7	7	–	–
	A, B	–	–	–	Összeadásnál
	–	–	–	–	Kivonásnál



### M4.3

Kiválasztó bemenetek	Logikai műveletek	active- low data	
		Aritmetikai műveletek M=L átvitel bemenet	
S <sub>3</sub> S <sub>2</sub> S <sub>1</sub> S <sub>0</sub>	M=H	CO=L	CO=H
L L L L	F=Ā	F=A minusz 1	F=A
L L L H	F=A·B̄	F=A·B minusz 1	F=A·B
L L H L	F=Ā+B	F= A·B̄ minusz 1	F= A·B̄
L L H H	F=1	F= minusz 1 (x)	F=nulla
L H L L	F=Ā+B̄	F=A plusz (A+B̄)	F=A plusz (A+B̄)plusz 1
L H L H	F=B̄	F= A·B plusz(A+B̄)	F= A·B plusz(A+B̄) plusz 1
L H H L	F=Ā⊕B	F=Aminusz Bminusz 1	F= A minusz B
L H H H	F=A+B̄	F= A+B̄	F=(A+B̄)plusz 1
H L L L	F=Ā·B	F= A plusz(A+B)	F=A plusz(A+B) plusz 1
H L L H	F=A⊕B	F=A plusz B	F= A plusz B plusz 1
H L H L	F=B	F=A·B plusz(A+B)	F=A·B̄ plusz(A+B)plusz 1
H L H H	F=A+B	F=A+B	F=(A+B)plusz 1
H H L L	F=0	F=A plusz A	F=A plusz A plusz 1
H H L H	F=A·B̄	F= A·B plusz A	F=A·B plusz A plusz 1
H H H L	F=A·B	F= A·B̄ plusz A	F= A·B̄ plusz A plusz 1
H H H H	F=A	F=A	F= A plusz 1

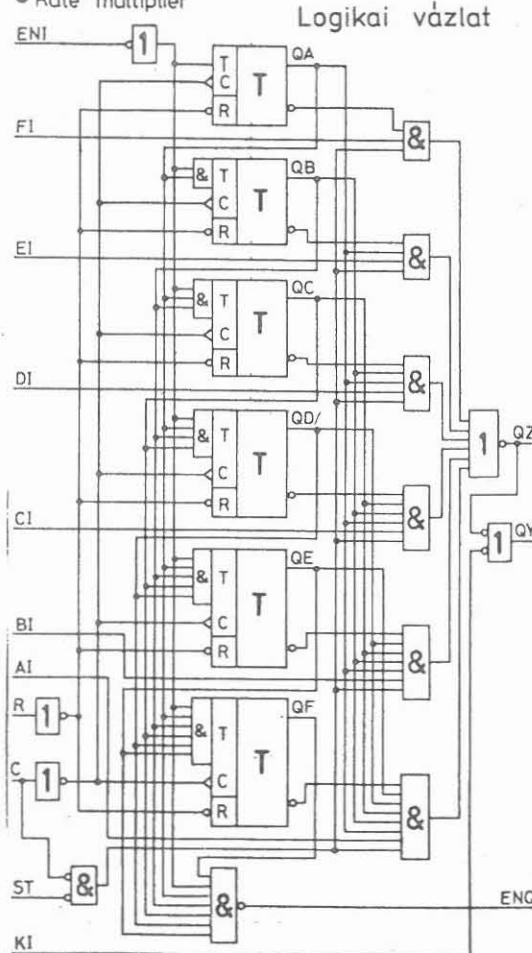
Kiválasztó bemenetek	active - high data		
	Logikai műveletek	Aritmetikai műveletek M=L	
S <sub>3</sub> S <sub>2</sub> S <sub>1</sub> S <sub>0</sub>	M=H	CO=H	CO=L
L L L L	F= Ā	F=A	F= A plusz 1
L L L H	F=A + B̄	F=A + B	F=(A + B)plusz 1
L L H L	F=ĀB	F=A + B̄	F=(A + B̄)plusz 1
L L H H	F=0	F=minusz 1 (x)	F=nulla
L H L L	F=ĀB̄	F=A plusz ĀB̄	F=A plusz ĀB̄ plusz 1
L H L H	F=B̄	F=(A + B) plusz ĀB̄	F=(A+B) plusz ĀB̄ plusz 1
L H H L	F=A⊕B	F=A minusz B minusz 1	F= A minusz B
L H H H	F= AB̄	F= ĀB minusz 1	F= ĀB
H L L L	F=Ā + B	F=A plusz AB	F=A plusz AB plusz 1
H L L H	F=Ā⊕B̄	F=A plusz B	F= A plusz B plusz 1
H L H L	F=B	F=(A+B̄)plusz AB	F=(A+B̄)plusz AB plusz 1
H L H H	F=AB	F=AB minusz 1	F= AB
H H L L	F=1	F=A plusz A	F=A plusz A plusz 1
H H L H	F=A+B̄	F=(A+B)plusz A	F=(A+B)plusz A plusz 1
H H H L	F=A+B	F=(A+B̄)plusz A	F=(A+B̄)plusz A plusz 1
H H H H	F=A	F= A minusz 1	F=A



Hat bites szinkron bináris szorzó,  
programozható osztó

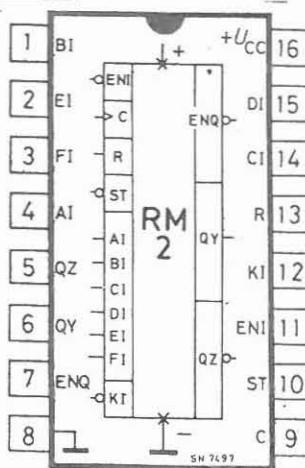
0...+70 °C -25...+85°C -40...+85°C -55...+125 °C CÉG  
SN 7497 N SN 5497 J TÉX  
TL 7497 N TÉL

Rate multiplier



Kivezetések

Felülnézet  
Tokozás:  
PD 16,  
CD 16,  
CF 16.



Jellemzők

TTL be- és kimenetek. Bemeneti vágódiódák.  
 $P = 345 \text{ mW}$ ; (Tipikus teljesítményfelvétel)  
 $f_{\max} = 32 \text{ MHz}$ ; (Maximalis számítási frekvencia)  
 $f_Q = f_I \cdot \frac{M}{64}$  i ahol M bármely szám lehet 0 és 63 között az AI, BI, CI, DI, EI és FI bemenetekkel adottan.

Működési táblázat

R	ENI	ST	Bemenetek						C	KI	Szintek vagy az impulzusok száma	
			M bináris szám (szorzó)	A	B	C	D	E	F			
H	X		X	X	X	X	X	X	X	H	L	H
L	L		L	L	L	L	L	L	L	64	0	0
L	L		H	L	L	L	L	L	L	64	1	1
L	L		L	H	L	L	L	L	L	64	2	2
L	L		L	L	H	L	L	L	L	64	4	4
L	L		L	L	L	H	L	L	L	64	8	1
L	L		L	L	L	L	H	L	L	64	16	1
L	L		L	L	L	L	L	H	L	64	32	1
L	L		L	L	L	L	L	L	H	64	63	1
L	L		L	L	L	L	L	L	L	64	40	4
L	L											

Terhelési tényezők

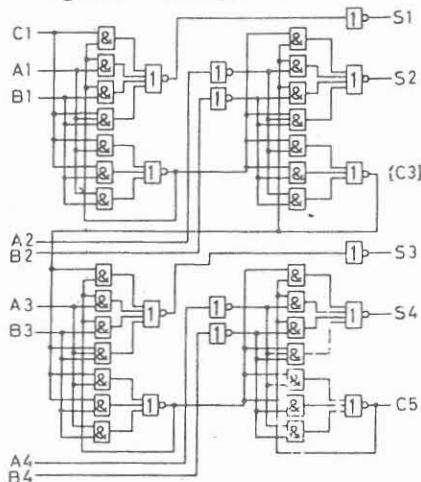
Mérőpont	Állapot	Bemenet	Kimenet
Öre bemenet (C)	L;H	2,0	
Összes többi bemenet	L;H	1,0	
Kimenetek	L;H		10,0

## Négy-bites bináris összeadó

0...+70°C	-25...+85°C	-40...+85°C	-55...+125°C	CÉG
SN 7483 AN	SN 8483AN	SN 5483 AJ	TEX	

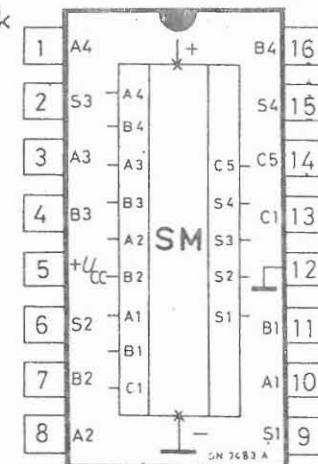
Gyors átvitelképzésű.

## Logikai vázlat



## Működési táblázat

Bemenetek			Kimenetek								
			ha C1 = L/ha C3 = L		ha C1 = H/ha C3 = H		S1/S3		S2/S4		C3/C5
A1/A3	B1/B3	A2/A4	B2/B4	S1/S3	S2/S4	C3/C5	S1/S3	S2/S4	C3/C5	S1/S3	C3/C5
L	L	L	L	L	L	L	H	L	L	L	L
H	L	L	L	H	L	L	L	H	L	L	L
L	H	L	L	L	H	L	L	H	L	L	L
H	H	L	L	H	H	L	H	L	H	L	L
L	L	H	L	L	H	L	L	H	L	H	L
H	L	H	H	L	H	L	H	L	H	H	L
L	L	H	H	L	H	L	H	L	H	H	L
H	L	H	H	H	L	L	H	L	H	H	L
L	H	H	H	L	H	H	L	H	H	H	L
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H



TTL be- és kimenetek.

Bemeneti vágódiódák

 $P = 310 \text{ mW}$ ; (Tipikus teljesítményfelvétel)

Tipikus impulzuskészletetési idők

 $t_{p1} = 13 \text{ ns}$ ; (C1 bemenettől S kimenetig) $t_{p2} = 16 \text{ ns}$ ; (A és B bemenetektől S kimenetig.) $t_{p3} = 10 \text{ ns}$ ; (Bemenetektől a C5 kimenetig)

Összeadandók: A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, B4.

Átvitel bemenet: C1.

Átvitel kimenet: C5.

Összeg kimenetek: S1, S2, S3, S4.

Egyeszerű bővítési lehetőség.

## Terhelési tényezők

Mérőpont	A állapot	Bemenet	Kimenet
Bemenetek	L; H		1,0
C5 kimenet	L/H		5/10
A többi kimenet	L/H		10/20

## Négy-bites bináris összeadó

0...+70°C	-25...+85°C	-40...+85°C	-55...+125°C	CÉG
SN 7483 N	SN 8483N	SN 5483 J	TEX	

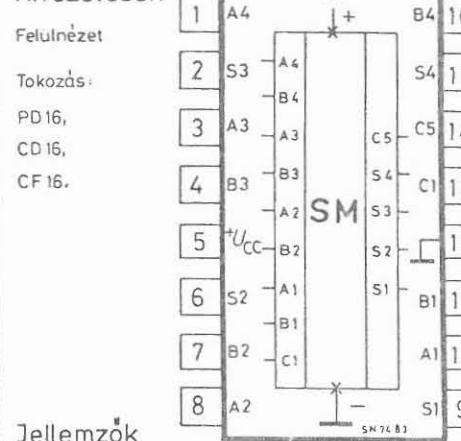
## Megjegyzés:

Az SN 7483 AN típus mindenben azonos az SN 74283 N tipussal, csak a kivezetések számozása eltérő.

## Működési táblázat

Bemenetek			Kimenetek		
A1	B1	C1	S1	C2*	
A2	B2	C2*	S2	C3*	
A3	B3	C3*	S3	C4*	
A4	B4	C4*	S4	C5	
L	L	L	L	L	
L	L	H	H	L	
L	H	L	H	L	
L	H	H	L	H	
H	L	L	H	L	
H	L	H	L	H	
H	H	L	L	H	
H	H	H	H	H	

## Kivezetések



TTL be- és kimenetek.

 $f_m = 40 \text{ ns}$ ; (Tipikus összeadási idő) $t_p = 8 \text{ ns/bit}$ ; (Átvitelkészletetési idő bitenként) $P = 390 \text{ mW}$ ; (Tipikus teljesítményfelvétel.)

Összeadandók: A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, B4.

Átvitel bemenet: C1.

Átvitel kimenet: C5.

Összeg kimenet: S1, S2, S3, S4.

## 5. MÉRÉS SZÁMLÁLÓK ÉS REGÍSZTEREK VIZSGÁLATA

A számláló egy olyan szekvenciális áramkör, amelyik a kimenetén kódolt formában jelzi a bemenetére érkezett impulzusok számát.

Csoportosíthatók a kódolás szerint: bináris, BCD, dekádikus, Johnson, stb.; a számlálási irány szerint: előre ( fel / up ), hátra ( le / down ), kétirányú (reverzibilis / up - down ); működési mód szerint: aszinkron vagy szinkron a számláló.

Az áramkörgyártó cégek általában 4 bites számlálókat gyártanak, ezért a számlálókat a 4 bites egységekből kell kialakítani. Több bites számlálók esetén már nem mindegy, hogy a bővítéshez az átvitel ( carry ) sorosan vagy párhuzamosan terjed-e a magasabb helyértékek irányába.

A számlálóknak többnyire van törlés ( clear ) bemenetük, és a programozható számlálóknak még van párhuzamos bemenetük is.

Szinkron számlálók esetén a számlálást sokszor engedélyező jelhez rendelik hozzá, ezért a számlálóknál a katalógus alapján minden vezérlő pontra tegyük rá a megfelelő logikai szintet.

Moduló N számláló ( MOD N ) az a számláló, amelyiknek N állapota van. A számlálókkal lehet számlálni 0-tól a maximumig, vagy vissza, de ismeretesek a rövidített ciklusú számlálók is. A számlálási üzemmód lehet: 0-N1, N1-N2, N1-Nmax és 0-Nmax, ahol előreszámlálásnál érvényes az alábbi egyenlőtlenség, hogy  $0 < N1 < N2 < N_{max}$  a maximum a legnagyobb szám.

Gyakori alkalmazása a számlálóknak a frekvenciaosztás: a dekádszámlálók 10-zel, a bináris számlálók 2 hatványaival, a MOD N számlálók az N számmal osztják a bemeneti frekvenciát.

---

A regiszterek olyan tároló elemek amelyek több bit tárolására alkalmasak, ahány bit annyi flip-flopot tartalmaznak. A regiszterek állhatnak D-flip-flopokból, JK flip-flopokból vagy SR flip-flopokból.

A bemeneteik lehetnek közvetlenül az információs bemeneti pontok, a D, J, K, S, R, vagy a statikus D.C. bemenetek, de lehetnek kapuzott változataik is.

A regiszterekbe sorosan és/vagy párhuzamosan lehet beírni (serial in/ parallel in), és a kimenetük is soros és/vagy párhuzamos ( serial out/parallel out ) lehet.

A soros üzemmódú regisztereket léptetőregisztereknek hívjuk. Egy közbülső helyértékű flip-flop a tőle jobbra ill. a balra lévő flip-flop előző állapotát tudja felvenni órajel hatására, amit kiolvashatunk a léptetés *egyenletéből*: ahol az alsó indexek a helyértékek pozícióját jelentik, a felső indexek pedig az egymás utáni állapotokat. M a léptetési irány engedélyező jele: M=0 jobbra léptetés (shift right), M=1 balra léptetés ( shift left ).

$$Q_i^n = \bar{M} Q_{i-1}^{n-1} + M Q_{i+1}^{n-1}$$

Jobbra léptetésnél az i-edik flip-flop az n-edik időpillanatban felveszi az i-1-edik flip-flop n-1-edik időpontbeli állapotát.

Balra léptetésnél az i-edik flip-flop az n-edik időpillanatban felveszi az i+1-edik flip-flop n-1-edik időpontbeli állapotát.

A mérésen a panelon található funkcionális IC-keket és a CRM kártyát vizsgáljuk.

#### A CRM kártya rövid ismertetése:

A CRM kártya kapcsolási rajza a 2. számú mellékleten látható.

A CRM kártya számlálók és regiszterek mérésére alkalmas. Az adatokat az IB0, IB1, ...IB7 bemeneteken keresztül juttathatjuk be a bemeneti buszra és onnan két tárolóba ( IC3, IC4 ). Az IC3 a visszacsatolás feltétel tárolója, az IC4 a

a visszacsatoló kapura, és ez a két kimenet  $Q_i$  és  $\bar{Q}_j$ ,  $i = 0, 1, \dots, 7$  és  $j = 0, 1, \dots, 7$ , multiplexereken (IC14, IC15) keresztül vezérli a regiszter soros bemenetét. A soros bemenetet vezérlő függvény:  $F = \bar{Q}_i + \bar{Q}_j$ . A kiválasztott kimenetek (ill. kimenet) kódját a multiplexer igazságítáblázata alapján tudjuk meghatározni és ezt kell a „visszacsatolás feltétel tároló”-ba írni a bemeneti buszról. A visszacsatolás feltétel beállításakor a bemeneti busz kiosztása: (5.3 ábra)

IB7	IB6	IB5	IB4	IB3	IB2	IB1	IB0
S	C	B	A	S	C	B	A

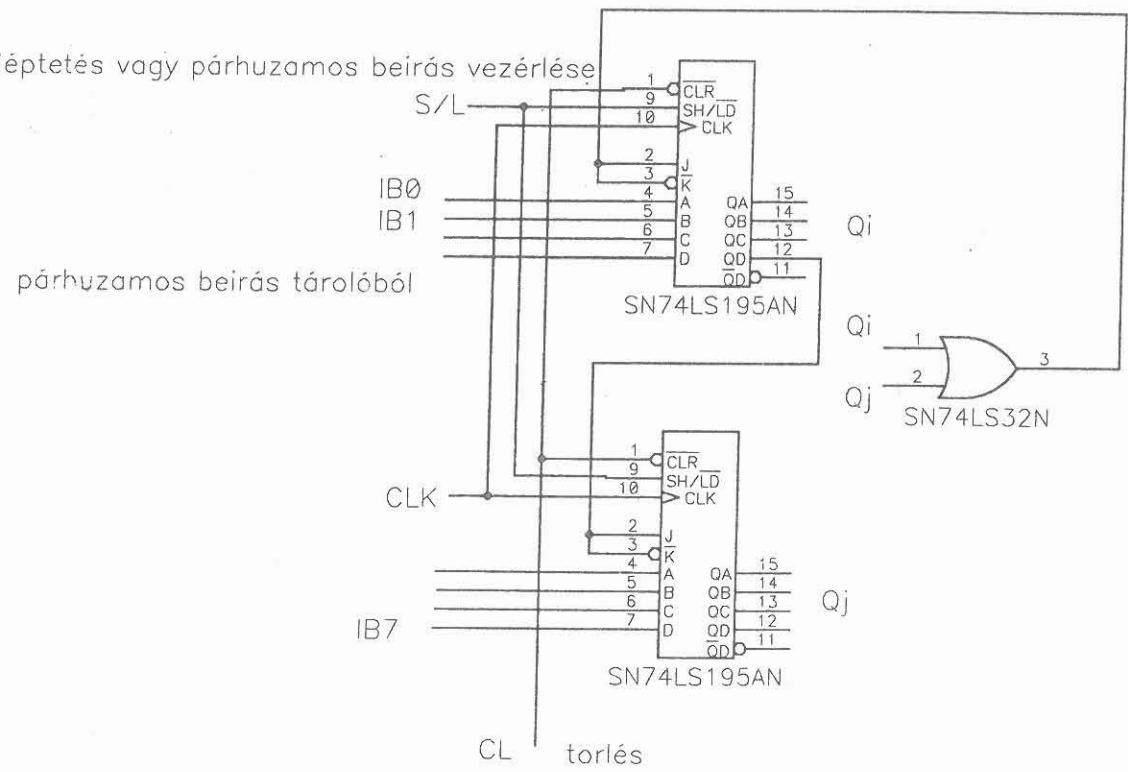
A visszacsatolás feltétel minden 8 bites legyen!

A multiplexer működtető igazságítáblázata:

S	C	B	A	Q	$\bar{Q}$
1	X	X	X	0	1
0	0	0	0	$Q_0$	$\bar{Q}_0$
0	0	0	1	$Q_1$	$\bar{Q}_1$
0	0	1	0	$Q_2$	$\bar{Q}_2$
0	0	1	1	$Q_3$	$\bar{Q}_3$
0	1	0	0	$Q_4$	$\bar{Q}_4$
0	1	0	1	$Q_5$	$\bar{Q}_5$
0	1	1	0	$Q_6$	$\bar{Q}_6$
0	1	1	1	$Q_7$	$\bar{Q}_7$

A számlálók és a regiszterek és az előbb ismertetett tárolók egy-egy buszmeghajtón keresztül (IC9, IC10, IC11, IC12) kapuzhatók a kimeneti buszra (OB0, OB1, ...OB7). A kiválasztás és az olvasás engedélyezése egy dekódolón (IC2) keresztül történik: (5.1 ábra)

RD	RS1	RS0	funkció
1	X	X	A kimeneti busz (OB0, ...OB7) nagyimpedanciájú
0	0	0	A „párhuzamos beírás tároló” kerül a kimeneti buszra
0	0	1	A számlálók kimenetei kerülnek a kimeneti buszra
0	1	0	A regiszterek kimeneti kerülnek a kimeneti buszra
0	1	1	A „visszacsatolási feltétel tároló” van a kimeneti buszon



5.3 ábra

A számlálók és a regiszterek egy közös törlő jellel nullázhatók: Ha  $\overline{CL}=1$  nincs törlés, ha  $\overline{CL}=0$  a regiszterek aszinkron módon törlődnek ( órajel nélkül), a számlálók törlése pedig a CLK órajel felfutó élére történik, ha a  $\overline{CL}=0$ .

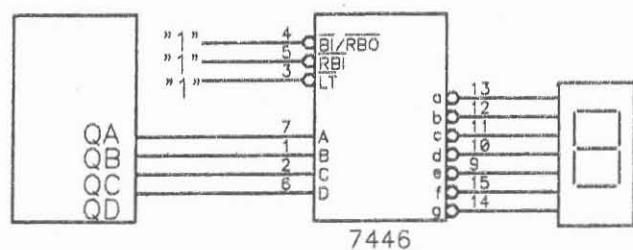
A CLK a számlálók és a regiszterek közös órajele, üzembe helyezéskor a panel megfelelő impulzust adó kimenetét kössük rá.

Az  $S / \overline{L}$  ( Shift / Load ) bemenet, amelyik meghatározza, hogy a következő órajelre léptetés vagy párhuzamos beírás történjen a regiszterekbe:  $S / \overline{L} = 1$  léptetés lesz,  $S / \overline{L} = 0$  párhuzamos beírás lesz.

### Mérési feladatok:

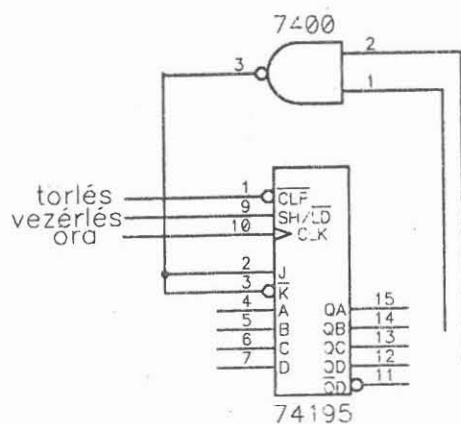
#### Figyelem!

A számtartalom kijelzésére az egyes mérések néhány részénél használjuk a panelon található hétszegmensű kijelzőt. A kijelző meghajtása a hétszegmensű dekóder meghajtóról történik. A dekóder meghajtó bemenetére BCD kódot tegyünk. Az elvi összeállítás az 5.4 ábrán látható.



5.4 ábra

### 1. Négy bites funkcionális regiszter vizsgálata (5.5 ábra)



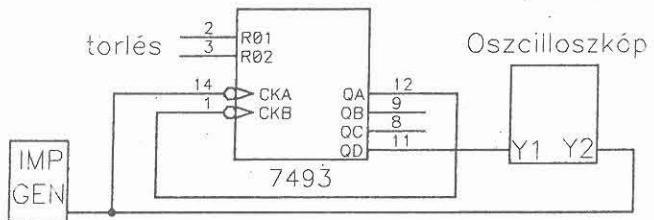
5.5 ábra

Vizsgálja meg az SN74195 regisztert minden funkciójában a katalógus alapján. Kösse be az IC megfelelő pontjait, a kimeneteket tegye LED-ekre, a bemenetekre tegyen logikai szintadókat. Az órabemenetre a mérőpanel IMP1 impulzus adóját tegye.

*Az alábbi sorrendben nézze a funkciókat: törlés, párhuzamos beírás, léptetés más-más bemeneti kód esetén.*

A mérőpanelon található kapuk valamelyikét használja fel visszacsatolásra. A visszacsatolt regiszternek vegye fel az állapot táblázatát. Vizsgálja a regiszter úgy is, hogy impulzus sorozatot tesz az órabemenetre. A kimeneteket vizsgálja oszcilloszkóppal, és ábrázolja a kimeneteket az órajelhez és egymáshoz képest!

## 2. Aszinkron számláló mérése (5.6 ábra).



5.6 ábra

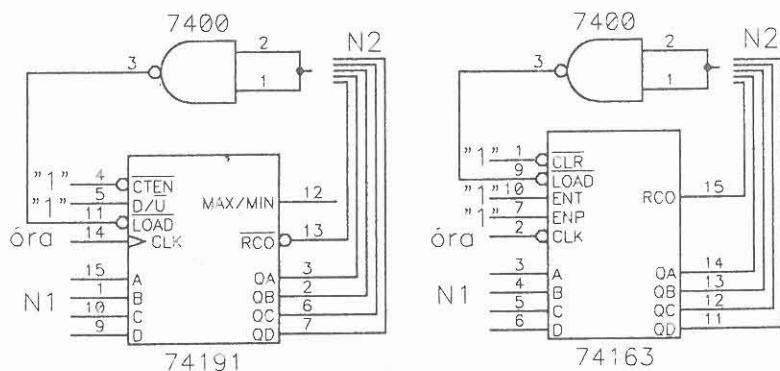
A vizsgálandó áramkör az SN7493, ebből alakítsunk ki 4 vagy 8 bites aszinkron bináris számlálót. Ne felejtsük el létrehozni a QA - CPB összekötést, ha 4 bitre van szükségünk!

A kimeneteket kössük a hétszegmensű kijelzőre, az órabemenetre először kézzel adjunk impulzusokat.

Ha jól működik az áramkör, adjunk rá megfelelően nagy impulzus sorozatot (MHz), mérjük meg a QD kimenet késleltetési idejét az órajelhez képest.

Ábrázoljuk a kimeneteket az órajelhez és egymáshoz képest.

## 3. Szinkron számláló vizsgálata (5.7 ábra)



5.7 ábra

A vizsgálandó áramkör az SN74163 vagy az SN74191, választhat a két szinkron számláló közül.

A 74163-as programozható szinkron bináris számláló, párhuzamos bemenettel, beírás engedélyezéssel, Ripple Carry kimenettel.

A 74191-es szinkron, bináris, kétirányú számláló, párhuzamos bemenettel, beírás engedélyezéssel, Ripple Carry és Max/min kimenettel. Ennél a

számlálónál érdemes oszilloszkópon megnézni, ha a maximumig számlálunk, mi a különbség a Carry és a Max/min kimenet között.

Kösse be az IC megfelelő lábait a katalógus alapján. A vezérlő pontokra és a párhuzamos bemenetekre tegyen logikai szintadókat. A kimeneteket kösse hétszegmensű kijelzőre, az órabemenetre először egyenként adjon impulzusokat. Számláljon 0-Nmax-ig.

Hozzon létre a számlálóból visszacsatolással: N1- Nmax-ig számláló számlálót, a visszacsatoló kaput a panelon található IC-k közül vegye.

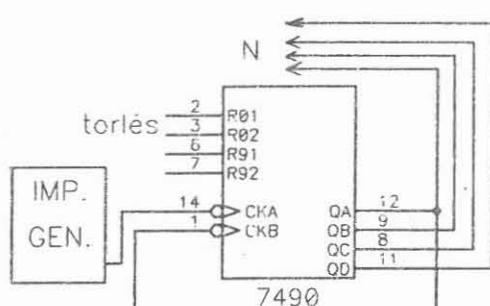
Vizsgálja a kimeneteket oszilloszkópon az órabemenethez és egymáshoz képest. Ábrázolja a Carry-t és a Max/min-t is!

4. Készítsen bináris vagy decimális számlálóból MOD N számlálót.  
(Otthoni tervezési feladat)

Tervezze meg az áramkört, rajzolja le a füzetébe. Építse meg az áramkört és katalógus alapján vezérelje a számlálót. Az órabemenetre a mérőpanel IMP1 impulzus adóját kösse. A kimeneteket kösse kijelzőre.

Vizsgálja meg, helyesen számlál-e, ha igen akkor tegyen az órabemenetére impulzus sorozatot és vizsgálja oszilloszkópon a kimeneteket egymáshoz és az órajelhez képest!

5. Készítsen aszinkron dekád számlálóból MOD N számlálót.  
(Otthoni tervezési feladat)



5.8 ábra

---

Az SN7490-es számláló alkalmas erre a feladatra. A kimeneteket kell visszacsatolni a törlő bemenetekre (lásd az 5.8 ábrát). Az órabemenetre a mérőpanel IMP1 impulzus adóját tegye.

Kösse a kimeneteket a kijelzőre, ellenőrizze le a számlálást.

Ha jól működik az áramkör, tegyen az órabemenetre impulzus sorozatot és oszcilloszkópon vizsgálja a QD kimenetet az órajelhez képest.

### CRM kártya üzembe helyezése:

Kössük be a Vcc=+5V tápfeszültséget:2,4,6,pont

Kössük be a földet:58, 60, 62, 64 pont

Kössük be buszok vezérlő pontjait:  $\overline{WR}$  (25) a beíró impulzus, WS0 (27 ), WS1 (29 ) beírás vezérlő jelek, RS0 (33), RS1 (35) kiolvasást vezérlő jelek,  $\overline{RD}$  (31 ) kiolvasó jel

Kössük be a közös órajelet: CLK (57 )

Kössük be a közös törlő jelet:  $\overline{CL}$  (59)

Kössük be a léptetés vezérlő jelet: S /  $\overline{L}$  (61)

Kössük rá az adatbemeneteket a kétállású kapcsolókra: IB0 (7) a Q0-ra, IB1 (9) a Q1-re, IB2 (11) a Q2-re, IB3 (13) a Q3-ra, IB4 (21) a Q4-re, IB5 (19) a Q5-re, IB6 (17) a Q6-ra, IB7 (15 ) a Q7-re.

Kössük rá a kimeneti pontokat a Ledekre: OB0 (41 ) a 0-ra, OB1 (45 ) az 1-re, OB2 (499 a 2-re, OB3 (53), a 3-ra OB4 (51 ) a 4-re, OB5( 47) az 5-re, OB6 (43) a 6-ra, OB7 (39 ) a 7-re.

### Mérések a CRM kártyán:

A CRM kártyán 8 bites számlálót és 8 bites regisztert tudunk vizsgálni, a mérőpanel funkcionális vizsgálataihoz képest, amelyek többsége 4 bites áramkör volt.

---

## 6. Számlálunk N1-től N2-ig a CRM kártya számlálójával.

Olyan számokat válasszunk, hogy ne legyen köztük nagy a különbség.

A számokat írjuk bele a füzetbe is, ellenőrizzük a kimeneti buszok tartalmát, mert a kimeneti busz tartalma állandóan változik a beírásokkal és a működtetéssel. Menet közben lépésről lépésre ellenőrizzük, hogy azt írtunk-e be, amit akartunk.

6.1. Számlálás előtt töröljük a számlálót:  $\overline{CL}=0$ , majd tegyük a  $\overline{CL}=1$ -be a törlő pontot!

6.2. Írjuk be N1-et a „párhuzamos beírás tárolójá”-ba: N1-et állítsuk be a kapcsolókon,  $WS_0=WS_1=0$ , adjunk egy  $\overline{WR}$  negatív impulzust.

6.3. Ellenőrzés:  $RS_1=RS_0=0$  és  $\overline{RD}=0$ , a LED-eken a beírt számnak kell lenni.

6.4.. Állítsuk be a kapcsolókon N2-t:  $WS_1=WS_0=1$ , adjunk egy  $\overline{WR}$  impulzust.

6.5. Ellenőrizzük le:  $RS_0=RS_1=1$ ,  $\overline{RD}=0$ , a LED-eken N2-nek kell lennie.

6.6. Számlálunk: adjunk egyedi órajeleket a CLK nyomógombbal. Addig számlálunk, amíg el nem érjük N2-t, majd a következő órajelre vissza kell íródnia N1-nek és számlálunk tovább.

6.7. A LED-ek a számláló állapotát mutassák:  $RS_0=1$  és  $RS_1=0$   $\overline{RD}=0$  legyen!

## 7. Vizsgálunk visszacsatolt regisztert a CRM kártyán.

7.1 Töröljük a regisztert:  $\overline{CL}=0$ val, majd tegyük a törlő pontot  $\overline{CL}=1$ -be.

---

7.2 A visszacsatolás feltétel: A visszacsatolás feltétel tárolójába írjuk bele a kívánt visszacsatolást, amit beszéljen meg a mérésvezetővel.

7.3 A visszacsatolás tervezhető: A visszacsatolást a multiplexeres táblázatok alapján határozzuk meg, de ne feledjük, hogy a soros bemenetre jutó logikai szintet a következő függvény határozza meg:  $F = \bar{Q}_i + \bar{Q}_j$  Ha csak  $Q_i$ -t vagy csak  $Q_j$ -t csatolunk vissza, akkor az invertálódik, tehát visszacsatolhatjuk az egyik multiplexer kimenetét is. Miután a visszacsatoló feltételt beírtuk, már nem szabad törölni a regisztereket.

7.4 Beírás a törlés után:  $S/\bar{L}=0$ ,  $WS0=WS1=1$ ,  $\bar{WR}$  adása, az adat 8 bitben a kapcsolókon.

A visszacsatolt regiszter 8 bites önbéálló shift regiszter, és az állapotok számát tudjuk változtatni.

A mérést meg lehet csinálni úgy is, hogy kézzel adjuk a regiszternek az órajeleket, de úgy is, hogy folyamatos négyszögjelet teszünk a CRM kártya óra bemenetére a mérőpanel impulzusgenerátoráról és oszcilloszkópon vizsgáljuk a kimeneteket az órajelhez képest. Először a kézi vezérlést alkalmazzuk! Majd, ha jól működik az áramkör, akkor térijünk át az impulzus sorozatos vezérlésre.

Ha például Johnson regisztereket készítünk a visszacsatolással, akkor minden kimenetnek ugyanaz lesz a frekvenciája, csak egymáshoz képest el lesznek tolva egy óraperiódusnyi idővel.

Az alábbiakban egy táblázatból választhatunk adatokat a visszacsatoláshoz, és különböző feltételeket adva vizsgáljuk meg a kimeneteket a mindenkorú órajelhez képest.

7.5. Az új feltétel adása az alábbi lépésekkel áll:

törlés:  $\bar{CL}=0$ , léptetés beállítása:  $S/\bar{L} = 0$ , adatbeírás:  $WS0=WS1=1$ ,  $\bar{WR}$  adása, új adat 8 bitben a kapcsolókon.

---

A visszacsatolási adatokra mutatunk egy-két példát. Ha az alábbi 8 bites adatokat írjuk be a visszacsatolás tárolóba, akkor határozzuk meg a visszacsatolt regiszter állapotainak a számát.

(Az első két sor az ellenőrzésre szolgál, ha a bírt adatok után az állapotok száma is ugyanaz, mit a táblázatban, akkor jól működtettük a visszacsatolt regisztert.)

IB7	IB6	IB5	IB4	IB3	IB2	IB1	IB0	állapotok száma
0	0	0	0	0	0	0	0	2
0	0	0	1	0	0	0	1	4
0	0	1	0	0	0	1	0	?
0	0	1	1	0	0	1	1	?
0	1	0	0	0	1	0	0	?
0	1	0	1	0	1	0	1	?
0	1	1	0	0	1	1	0	?
0	1	1	1	0	1	1	1	?

Amikor az órabemenetre impulzus sorozatot teszünk, akkor vizsgáljuk a kimeneteket az órajelhez és egymáshoz képest is az oszcilloszkópon. Ábrázoljuk a jelalakokat közös koordináta rendszerben.

### BCD kódból decimálisba dekódoló és 7 szegmenses kijelző meghajtó

0...+70 °C	-25...+85 °C	-40...+85 °C	-55...+125 °C	CÉG
SN 7446 N	SN 8446 N		SN 5446 J	TEX
U78 7446 59X			U78 5446 51X	FAI
MIC 7446 N		MIC 6446 J	MIC 5446 J	ITT
FLL 121				SIE
US 7446 A		US 5446 A		SPR
N 7446 A				SIG
MC 7446 P		MC 5446 L		MOT
TL 7446 N	TL 8446 N			TEL
N 7446 N		S 5446 F		PHI
ECG 7446				SYL

Új fejlesztéshez nem ajánlott, helyettesíti az SN 7446 AN.

#### Működési táblázat

Számjegyek	Bemenetek								Kimenetek							
	jelek, mű-kodtetés	LT	RBI	D	C	B	A	BI/RBO	Qa	Qb	Qc	Qd	Qe	Qf	Qg	
0	H	H	L	L	L	L	H		L	L	L	L	L	H		
1	H	X	L	L	L	H	H		H	L	L	H	H	H	H	
2	H	X	L	L	H	L	H		L	L	H	L	H	L		
3	H	X	L	L	H	H	H		L	L	L	L	H	H	L	
4	H	X	L	H	L	L	H		H	L	H	L	H	L	L	
5	H	X	L	H	L	H	H		L	H	L	H	L	L		
6	H	X	L	H	H	L	H		H	H	L	L	L	L		
7	H	X	L	H	H	H	H		L	L	H	H	H	H		
8	H	X	H	L	L	L	H		L	L	L	L	L	L		
9	H	X	H	L	L	H	H		L	L	H	H	L	L		
10	H	X	H	L	H	L	H		H	H	L	L	H	L		
11	H	X	H	L	H	H	H		H	H	L	H	L	L		
12	H	X	H	H	L	L	H		H	L	H	H	L	L		
13	H	X	H	H	H	L	H		L	H	H	L	L	L		
14	H	X	H	H	H	L	H		H	H	L	L	L	L		
15	H	X	H	H	H	H	H		H	H	H	H	H	H		
Mj	X	X	X	X	X	X	L		H	H	H	H	H	H		
Mj	RBI	H	L	L	L	L	L		H	H	H	H	H	H		
LT	L	X	X	X	X	X	H		L	L	L	L	L	L		

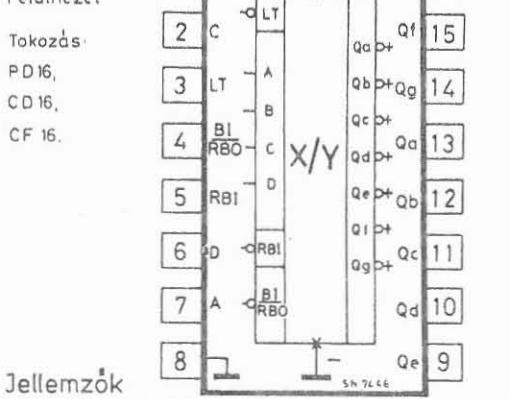
X = tetszőleges H vagy L szint.

Mj = működtető jelek.

#### Kivezetések

##### Felülnézet

Tokozás:  
PD 16,  
CD 16,  
CF 16.



##### Jellemzők

TTL bemenetek Bemeneti vágódiódák

$P = 265 \text{ mW}$ ; (Típuskód: teljesítményfelvétel)

$t_p = 100 \text{ ns}$ ; (Maximális impulzuskésletteltségi idő)

Nyitott kollektor kimenetek (Qa, ..., Qg)

30 V/250 μA; (Nyitott kollektor kimenetnél a megengedett feszültséghöz tartozó visszaráam

Kivezetéselrendezés egyezik SN 7447 N-nel

Az aktív kimenetek L szinten.

A szegmensek fényessége vezérelhető a BI bemenetről.

Lámpavízsgáló bemenet (Lamp Test = LT)

Szegmens azonosítás és számmegjelenítés a 412 oldalon. Az RBI és a BI/RBO kivezetések felhasználhatók az érvénytelen nullák elnyomására

Logikai vázlat a 413 oldalon.

BI (Blanking Input = kioltó bemenet)

RBO (Ripple Blanketing Output = soros kioltó kimenet)

RBI (Ripple Blanketing Input = soros kioltó bemenet)

#### Terhelési tényezők

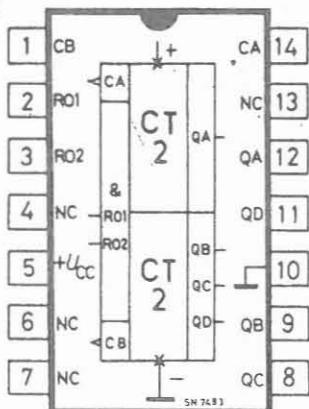
Mérőpont	Allapot	Bemenet	Kimenet
BI/RBO		L	2,5
Összes többi bemenet	L,H		1,0
BI/RBO		L;H	5,0
Összes többi kimenet		L	12,5

## Bináris 4 bites számláló

0...+70 °C	-25...+85 °C	-40...+85 °C	-55...+125 °C	CÉG
SN 7493 N	SN 8493 N		SN 5493 J	TEX

## Kivezetések

Felülnézet

Tokozás:  
PD 14,  
CD 14,  
CF 14.

## Jellemzők

TTL be- és kimenetek. Bemeneti vágódiódák.  
 $P = 160 \text{ mW}$  (Tipikus teljesítményfelvétel.)  
 $f_{\max} = 18 \text{ MHz}$  (Maximális számítási frekvencia)

Működési táblázat  
(Visszaállít/számítási)

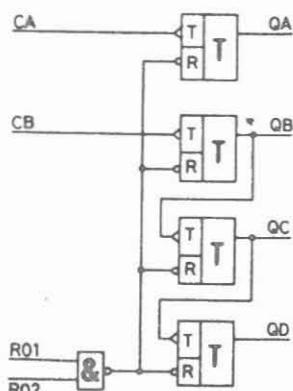
Visszaállító bemenet		Kimenetek			
R01	R02	QD	QC	QB	QA
H	H	L	L	L	L
L	X	Számítási			
X	L	Számítási			

1:8 és 1:2 arányú osztókat tartalmaz.

## Terhelési tényezők

Mérőpont	Állapot	Bemenet	Kimenet
R01 és R02 bemenet	L;H	1,0	
CA és CB bemenet	L;H	2,0	
Kimenetek	L;H		10,0

## Logikai vázlat

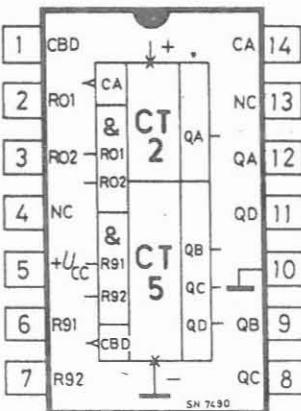


## Decimális számláló

0...+70 °C	-25...+85 °C	-40...+85 °C	-55...+125 °C	CÉG
SN 7490 N	SN 8490 N		SN 5490 J	TEX

## Kivezetések

Felülnézet

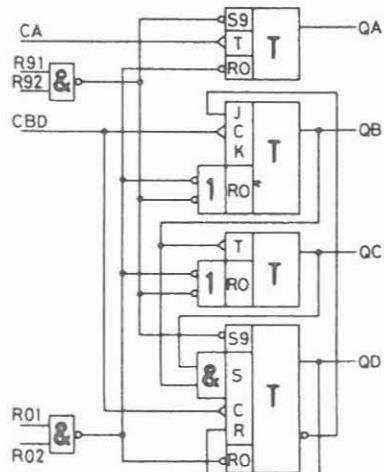
Tokozás:  
PD 14,  
CD 14,  
CF 14.

TTL be- és kimenetek. Bemeneti vágódiódák.  
 Negatív énél (H → L szint ötmenetnél) számítási.  
 $P = 160 \text{ mW}$  (Tipikus teljesítményfelvétel.)  
 $t_w = 50 \text{ ns}$  (Minimalis órajámpulzus szélesség)  
 $f_{\max,sz} = 18 \text{ MHz}$  (Maximális számítási frekvencia)  
 Kapuzott törlés és 9-es beirás

## Működési táblázat (Visszaállít/számítási)

Visszaállító bemenetek				Kimenetek			
R01	R02	R91	R92	QD	QC	QB	QA
H	H	L	X	L	L	L	L
H	H	X	L	L	L	L	L
X	X	H	H	H	L	L	H
X	L	X	L	Számítási			
L	X	L	X	Számítási			
L	X	X	L	Számítási			
X	L	L	X	Számítási			

## Logikai vázlat

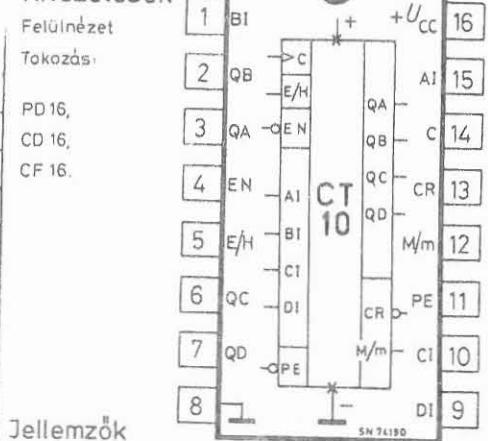
BCD szám-sorrendi táblázat  
(QA kimenet CBD bemenethez kapcsolva)

Szám	Kimenetek			
	QD	QC	QB	QA
0	L	L	L	L
1	L	L	L	H
2	L	L	H	L
3	L	L	H	H
4	L	H	L	L
5	L	H	L	H
6	L	H	H	L
7	L	H	H	H
8	H	L	L	L
9	H	L	L	H

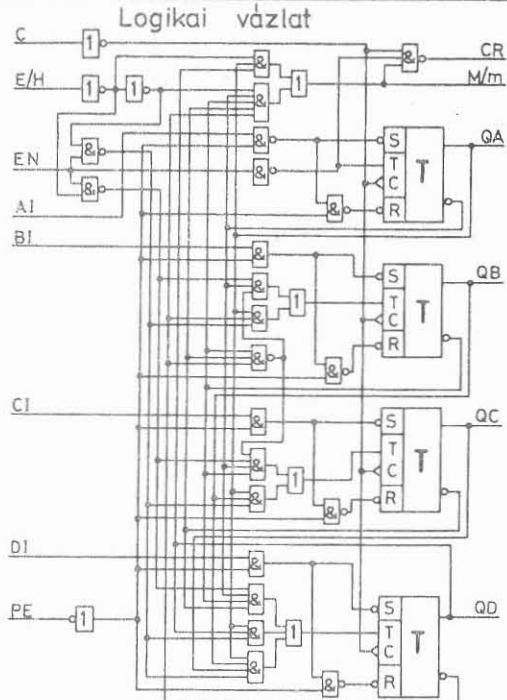
## Szinkron decimális kétirányú számláló

0...+70 °C	-25...+85 °C	-40...+85 °C	-55...+125 °C	CÉG
SN74190 N	SN84190N		SN 54190 J	TEX

### Kivezetések



### Jellemzők



TTL be- és kimenetek. Bemeneti vágódiódák

$t_p = 20 \text{ ns}$ , (Tipikus impulzuskésletetési idő.)

$P = 325 \text{ mW}$ ; (Tipikus teljesítményfelvétel)

Oda-vissza számítást vezérő bemenet

(Down/Up, E/H.)

Számítást megengedő bemenet (Enable, EN.)

Számítás az órajel (Clock) L-H átmeneténél (C)

$f_{\max} = 25 \text{ MHz}$ ; (Maximális számítási frekvencia)

Aszinkron párhuzamos beírás a Load bemenettel (PE) vezérelhető: ha L-szint van a Load bemeneten, akkor: QA=AI, QB=BI; QC=CI és QD=D1.

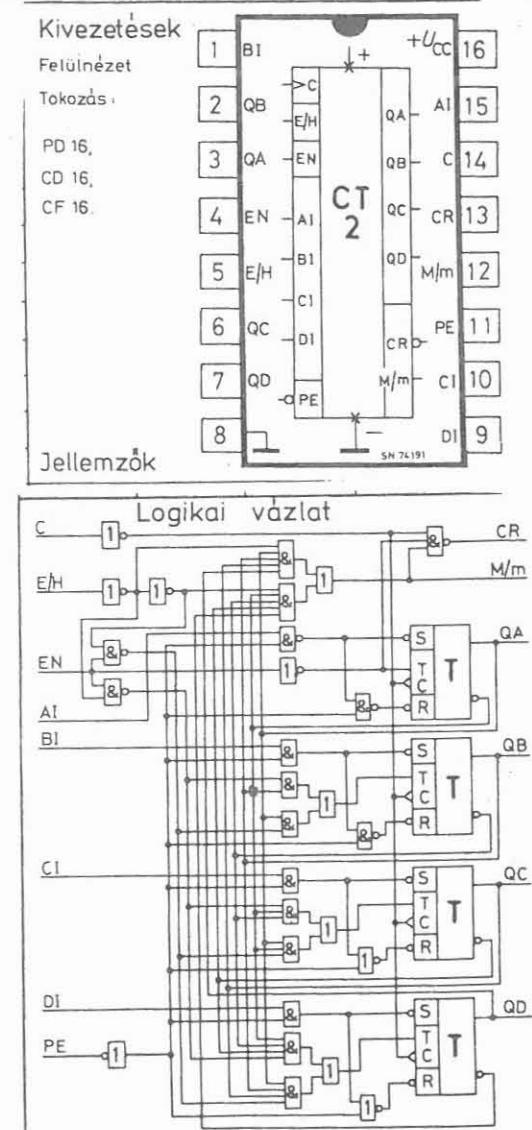
### Terhelési tényezők

Mérőpont	Állapot	Bemenet	Kimene
Enable bemenet (EN)	L; H	3,0	
Összes többi bemenet	L; H	1,0	
Kimenetek	L	10,0	
	H	20,0	

### Működési táblázat

Bemenetek			Működési mód
Down/Up	Engedélyezés (Enable)	Load (Beírás)	
X	X	L	Párhuzamos mód
X	H	H	Változatlan
L	L	H	Előre számítás (Up)
H	L	H	Vissza számítás (Down)

Szinkron bináris kétirányú számláló			
0...+70 °C	-25...+85 °C	-40...+85 °C	-55...+125 °C
SN74191N	SN84191N	SN54191J	CÉG TEX



TTL be- és kimenetek. Bemeneti vágódiódák  
 $t_p = 20 \text{ ns}$ ; (Tipikus impulzuskéslejtési idő)  
 $P = 325 \text{ mW}$ ; (Tipikus teljesítményfelvétel.)

$f_{\max} = 25 \text{ MHz}$ ; (Maximális számítási frekvencia)

Egy oda-vissza számolást vezérő bemenet (E/H)

Számítási megengedő bemenet (Enable) (EN)

Azinkron párhuzamos belépés a Load bemenettel (PE) vezérelhető; ha L-szint van a Load bemeneten, akkor QA=AI; QB=BI; QC=CI és QD=DI

#### Terhelési tényezök

Mérőpont	Allapot	Bemenet	Kimenet
Enable bemenet	L; H		3,0
Osszes többi bemenet	L; H		1,0
Kimenetek	L		10,0
	H		20,0

Max/min kimeneten az alábbi táblázat szerint jelenik meg H-szint: (M/m)

Down/Up = E/H	QD	QC	QB	QA
L	H	H	H	H
H	L	L	L	L

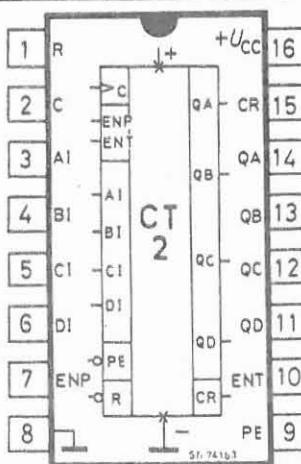
Ripple Clock kimenet = órajel átvitel kimenet (CR)

## Négy bites szinkron bináris számláló

0...+70 °C	-25...+85 °C	-40...+85 °C	-50...+125 °C	CÉG
SN74163 N	SN84163N	SN54163J	TEX	

## Kivezetések

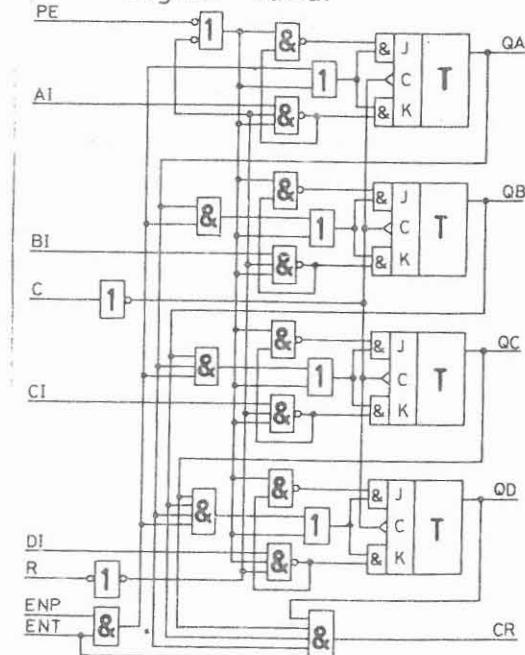
Felülnézet



## Jellemzők

TTL be- és kimenetek Bemeneti vágódiódák  
 $P = 305 \text{ mW}$ ; (Tipikus teljesítményfelvétel)  
 $f_{\max} = 32 \text{ MHz}$ ; (Maximális számítási frekvencia)  
Szinkron törlés Clear bemenetről L-szinten (R)  
Szinkron programozhatósága azt jelenti, hogy a beírás (Load) bemenetre adott L-szintnél az órajel hatására szinkron beíródik az AI, BI, CI és DI bemenetek szintje a számítánc megfelelő (QA, QB, QC és QD) kimeneteire.  
Carry (ill. Ripple Carry) az átvitel (CR) kimenet  
 $t_w = 25 \text{ ns}$ ; (Min. órajel szélesség)

## Logikai vázlat



Mérőpont	Állapot	Bemenet	Kimenet
Ora bemenet	L	2,0	
Összes többi bemenet	L	1,0	
Kimenetek	L		10,0
	H		20,0

## Szinkron decimális számláló

0...+70 °C	-25...+85 °C	-40...+85 °C	-55...+125 °C	CÉG
SN74LS160 N	SN84LS160N	SN54LS160J	TEX	

## Kivezetések

Felülnézet

Tokozás

PD 16,

CD 16,

CF 16

CT 10

AI

BI

CI

DI

PE

R

C

ENP

ENT

QA

QB

QC

QD

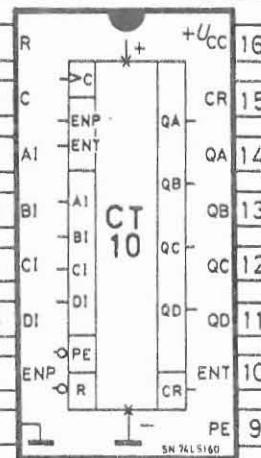
CR

ENT

PE

9

SN 74LS160



## Jellemzők

TTL be- és kimenetek Bemeneti vágódiódák

 $P = 93 \text{ mW}$ ; (Tipikus teljesítményfelvétel) $f_{\max} = 32 \text{ MHz}$ ; (Maximális számítási frekvencia)

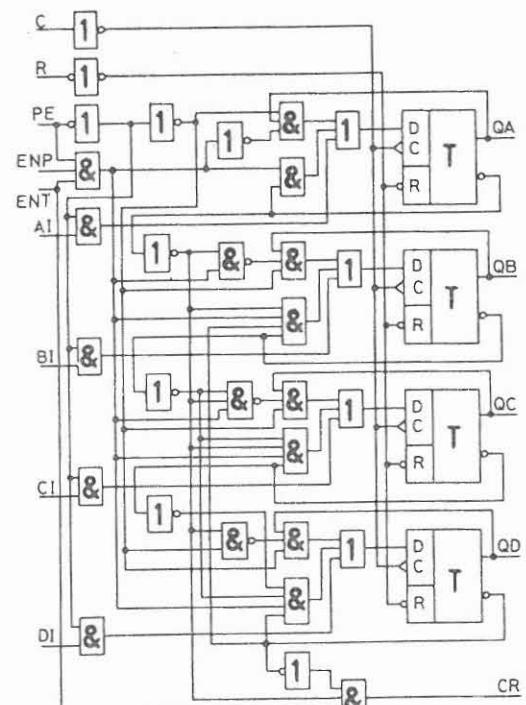
Szinkron számítálas a C (Clock) L, H átmeneténél

A számítálas engedélyezése kapuzott (ENP • ENT)

CR (Ripple Carry) átvitel kimenet

Szinkron párhuzamos beírás a PE párhuzamos beírás engedélyező (Load) bemenet L szintjénél a C órajel L, H átmenete után  $QA = AI$ ,  $QB = BI$ ,  $QC = CI$  és  $QD = DI$ 

## Logikai vázlat

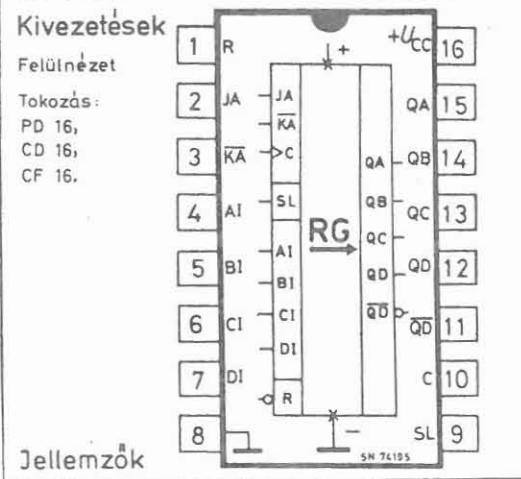


## Működési táblázat

Beírás PE (Load)	Engedélyezés (Enable) ENP • ENT	Működés
H	H	Számítálas
H	L	Számítálas tiltott
L	X	Párhuzamos beírás

## Négy-bites leptetőregiszter

0...+70 °C	-25...+85 °C	-40...+85 °C	-55...+125 °C	CEG
SN 74195 N	SN84195N		SN54195 J	TEX



TTL be- és kimenetek. Bemeneti vázációidőök.  
 $P = 195 \text{ mW}$  (Tipikus teljesítményfelvétel.)  
 $f_{max} = 39 \text{ MHz}$  (Tipikus leptetőfrekvencia.)  
 Szinkronizált párhuzamos beírás.  
 Párhuzamos be- és kimenetek.  
 Pozitív élel vezérelhető.  
 JK bemenet az első fokozatnál. (JA, KA)  
 C=Órajel (Clock)  
 SL=Léptetés beírás (Shift Load)  
 R=Törles (Clear)

### Működési táblázat (léptetésre)

Ha a Shift/Load (léptetés/beírás) bemeneten H szint van.

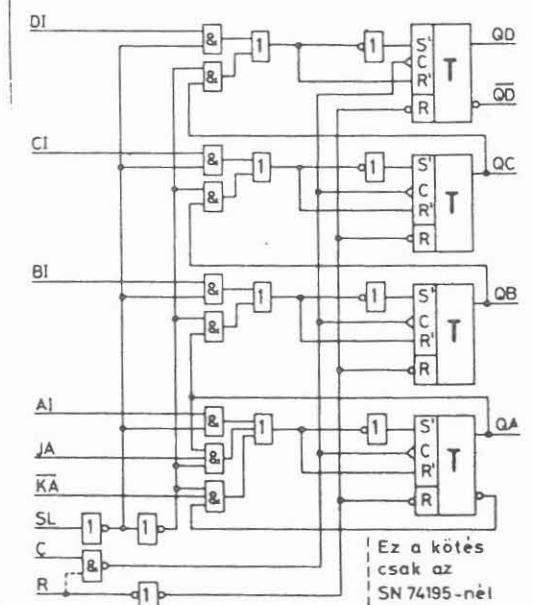
Bemenetek	Kimenetek					
	$t_n$		$t_{n+1}$			
JA	KA	QA	QB	QC	QD	$\bar{Q}_D$
—	L	QA <sub>n</sub>	QA <sub>n</sub>	QB <sub>n</sub>	QC <sub>n</sub>	$\bar{Q}_Cn$
—	L	L	QA <sub>n</sub>	QB <sub>n</sub>	QC <sub>n</sub>	$\bar{Q}_Cn$
H	H	H	QA <sub>n</sub>	QB <sub>n</sub>	QC <sub>n</sub>	$\bar{Q}_Cn$
H	L	$\bar{Q}_A n$	QA <sub>n</sub>	QB <sub>n</sub>	QC <sub>n</sub>	QC <sub>n</sub>

### Megjegyzések:

- 1)  $t_n$  = az óraimpulzus megjelenése előtti idő.
  - 2)  $t_{n+1}$  = az óraimpulzus megjelenése utáni idő.
  - 3)  $QAn$  = QA állapotja  $t_n$  időpontban.
- Aszinkron törlés Clear-ról L szinttel. Párhuzamos beírás engedélyezése a Shift/Load bemeneten L szinttel.

Terhelési tényezők		Mérőpont	Állapot	Bemenet	Kimenet
Bemenetek			L; H	1,0	
Kimenetek			H		20,0
			L		10,0

### Logikai vázlat



## IRODALOM JEGYZÉK

Rőmer Mária: Digitális rendszerek áramkörei, jegyzet (49223)MK, 1985.

Rőmer Mária: Digitális technika példatár, jegyzet (1105) KKMF, 1993.

Rőmer Mária - Vézner Imre: Digitális technika laboratóriumi segédlet,  
KKMF, 1994

Magyari - Theisz - Glofák: Digitális IC-ATLASZ, MK, 1980