



Farkas József

Digitális áramkörök kapcsolásai. Kapcsolási rajzok értelmezése, készítése

NSZFI
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:

Mérőműszerek használata, mérések végzése

A követelménymodul száma: 1396-06 A tartalomazonosító száma és célcsoportja: SzT-022-30



DIGITÁLIS ÁRAMKÖRÖK KAPCSOLÁSAI. KAPCSOLÁSI RAJZOK ÉRTELMEZÉSE, KÉSZÍTÉSE

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Ön egy műszerész műhelyben dolgozik Munkahelyére nyári gyakorlatra tanulók érkeznek. Munkahelyi főnökétől azt a feladatot kapja, hogy tartson foglalkozást a digitális áramkörök kapcsolásai, kapcsolási rajzok értelmezése, készítése témakörből. Úgy gondolja, hogy a gyakorlati munka megkezdése előtt célszerű az alapismereteket feleleveníteni.

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

Napjainkban az elektronika terjedésével, szinte alig található olyan terület, ahol ne alkalmaznának valamilyen elektronikai eszközt. Ezek az eszközök működésüket tekintve lehetnek analóg vagy digitális rendszerűek. Ebben a fejezetben a digitális áramkörökkel, azok értelmezésével és készítésével foglalkozunk.

DIGITÁLIS ÁRAMKÖRÖK

A digitális áramkörök felépítését és működését tekintve jelentős mértékben eltérnek az analóg áramköröktől. Addig, amíg az analóg eszközök általában folyamatos és folytonos jeleket használnak, a digitális eszközök szakaszos és szaggatott jeleket dolgoznak fel. A digitális rendszerek működése matematikai elven alapul és a matematikában már megismert kettes számrendszert és a logikai függvényeket használják.

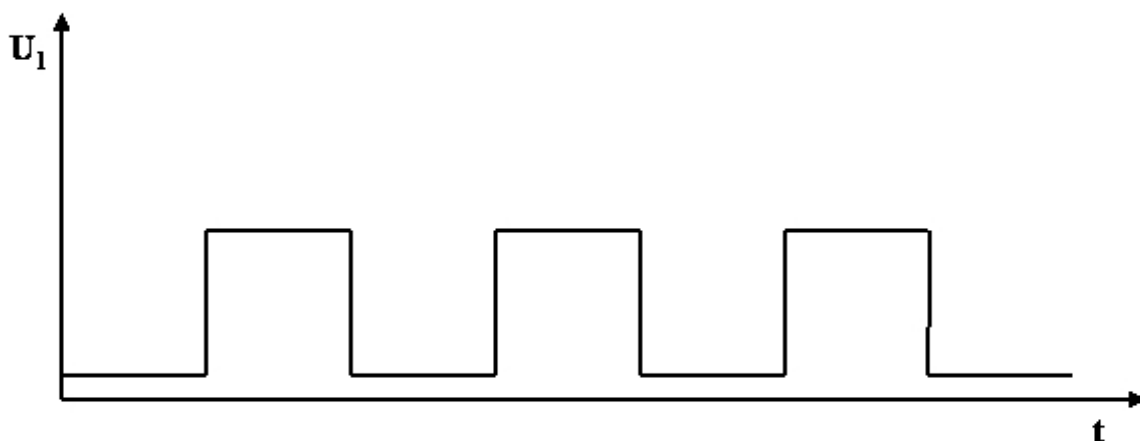
1. Logikai alapfüggvények

A logikai függvényekre az a jellemző, hogy az itt szereplő úgynevezett logikai változóknak csak két diszkrét értékük lehet. Ennek megfelelően a változók lehetnek alacsony értékűek és magas értékűek. Az alacsony értékű logikai szintet L-nek vagy logikai 0-nak, illetve a magas értékű szintet H-nak vagy logikai 1-nek nevezzük. Ezek a logikai értékek az elektronikus áramkörökben egyértelműen megkülönböztethető formában jelennek meg, ami azt jelenti, hogy a logikai nullának megfelel a közel 0 V feszültség, a logikai egynek pedig az U_T tápfeszültség, ami a TTL logikában 5 V-nak felel meg. A logikai változók között alapvetően háromféle kapcsolatot adhatunk meg. Ezek a szorzás, az összeadás és a tagadás művelete. A szorzás vagy más néven konjunkció műveletét a következőképpen adhatjuk meg:

$Y = A \cdot B$ vagy egyszerűen csak $Y=AB$, más formában: $y = x_1 \cdot x_2$ vagy $y=x_1x_2$. Az összeadás műveletét, amit más néven diszjunkciónak szokás nevezni az $Y=A+B$ illetve $y=x_1+x_2$ formában írhatjuk le, míg a tagadás vagy más néven negáció műveletét egy felülvonással jelöljük $Y = \bar{A}$ illetve $y = \bar{x}$. A digitális áramkörök működését logikai függvényekkel írhatjuk le. Ezek megadási módja lehet szöveges, függvénytáblázat, melyet igazságtáblának nevezünk, formuláris azaz függvény és lehet grafikus.

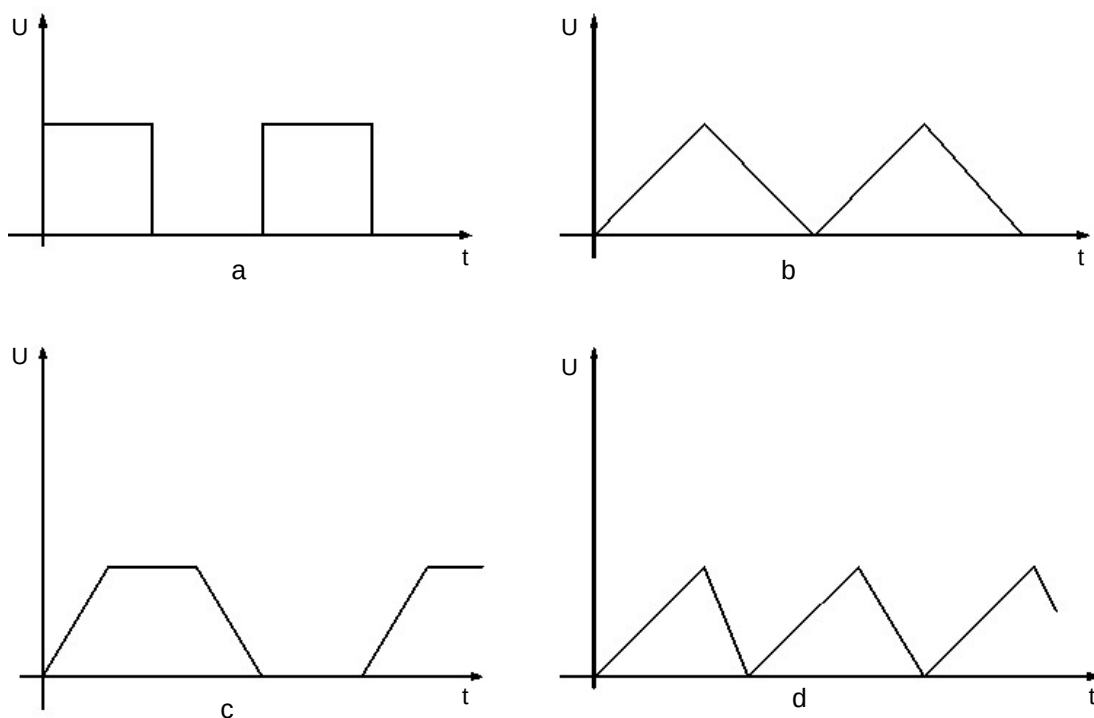
2. Impulzustechnikai áramkörök (Elemi ismeretek összefoglalása)

Az impulzustechnika olyan áramköröket és eszközöket jelent, melyek két nyugalmi állapot között ugrásszerűen változó mennyiséget előállítanak, átalakítanak, tárolnak vagy ezek mérésére alkalmasak. Ennek megfelelően az impulzus olyan feszültség vagy áram, melynek az értéke két nyugalmi állapot között ugrásszerűen változik. A gyakorlatban legtöbbször impulzussorozatokat használunk (1. ábra).



1. ábra. Négyzetgöngimpulzus

Az impulzusok alakját tekintve sokfélék lehetnek: négyzetgöng, háromszög, fűrés, trapéz, tű, stb. (2. ábra). Ezek közül a legáltalánosabb és leggyakrabban használt a négyzetgöng impulzus, melynek jellemzője, hogy végtelen sok szinuszjelre bontható. Az 2a. ábrán látható négyzetgöngimpulzus egy ideális impulzus, amit a valóságban csak megközelíteni tudunk.



2. ábra. Szabályos impulzusok: a) négyzetimpulzus; b) háromszögimpulzus; c) trapéz alakú impulzus; d) fűrész alakú impulzus

A valóságos impulzus (3. ábra) esetében az egyes változások véges idő alatt mennek végbe, ezért az impulzus alakja csak megközelíti az ideális impulzus alakját. A 3. ábrán látható valóságos impulzusok jellemzésére a következő jelöléseket és definíciókat használjuk:

1. Impulzus amplitúdó (U_0)

Az impulzus maximális értéke.

2. Az impulzus felfutási ideje (t_f)

Az idő, amely alatt az impulzus $0,1U_0$ értékről $0,9U_0$ értékre emelkedik.

3. Az impulzus lefutási ideje (t_l)

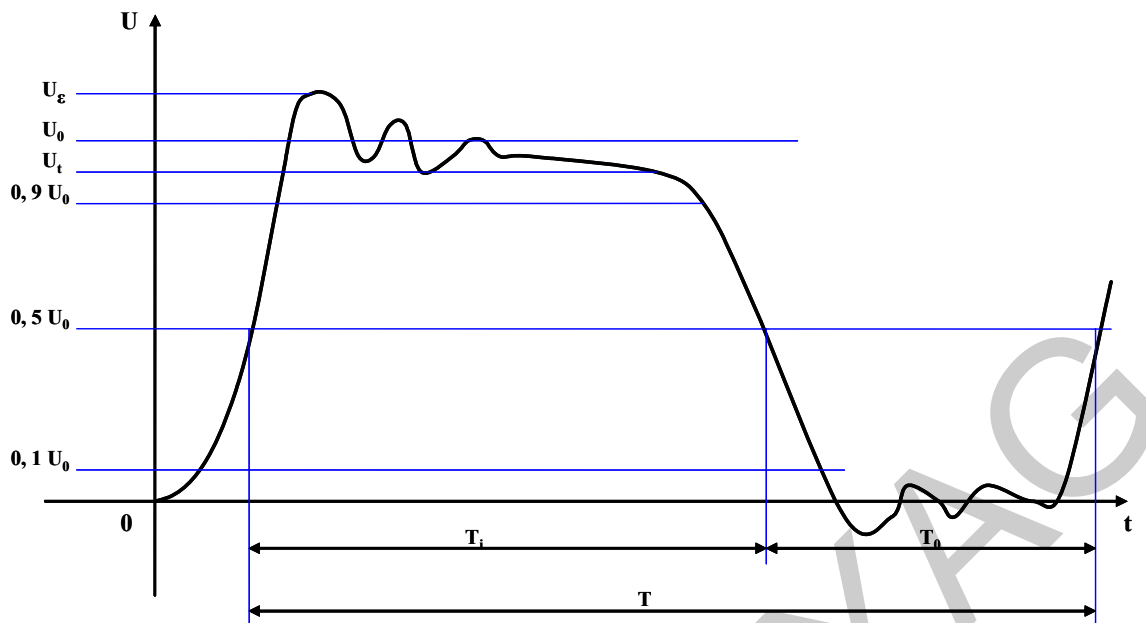
Az idő, amely alatt az impulzus $0,9U_0$ értékről $0,1U_0$ értékre csökken.

4. Impulzus idő (T_i)

$0,5U_0$ -amplitúdó értéknél mérjük.

5. Az impulzus periódus ideje (T)

A két impulzus $0,5U_0$ értékénél mért időtartam. $T = T_i + T_0$



3. ábra. Valóságos impulzus

6. Túllövés (ϵ_1)

Az U_ϵ és az U_0 viszonya %-ban kifejezve $\epsilon_1 = 100 \frac{U_\epsilon - U_0}{U_0} \%$

7. Tetőesés (ϵ_2)

Az U_t és az U_0 viszonya %-ban kifejezve. $\epsilon_2 = 100 \frac{U_0 - U_t}{U_0} \%$

8. Kitöltési tényező (α_1)

Az impulzusidő és a periódusidő viszonya $\alpha_1 = 100 \frac{T_i}{T_i + T_0} \%$ és $\alpha_2 = 100 - \alpha_1$

9. Impulzus (ismétlődési) frekvencia (f_i)

$$f_i = \frac{1}{T_i + T_0} = \frac{1}{T}$$

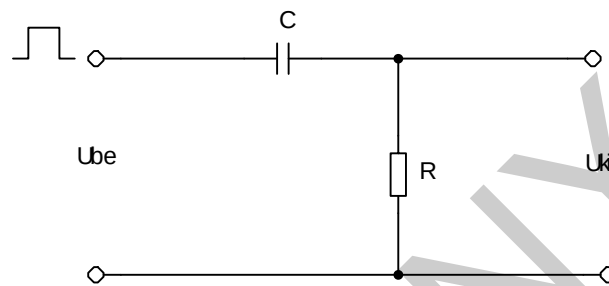
Az impulzustechnikai áramkörök is felépülhetnek diszkrét elemekből, integrált elemekből és ezek kombinációjából.

3. Jelentősebb digitálistechikai alapáramkörök

Passzív R-L-C elemekből felépített impulzusformáló áramkörök

Differenciáló áramkör

Az impulzustechnikában a rendelkezésre álló négyszögjel mellett gyakran van szükség a rövid impulzusok előállítására. Erre a célra differenciáló áramköröket használunk, melyek a négyszögjelekből (fesztségugrásokból) rövid idejű impulzusokat (tűimpulzust) állítanak elő. A differenciáló áramkör egy egyszerű R-C tag, tulajdonképpen egy C-R feszültségosztó.

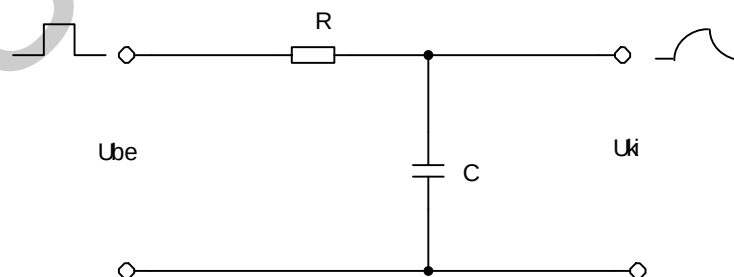


4. ábra. Differenciáló áramkör

Adjunk a bemenetre négyszög alakú impulzust. Az U_{ki} kimenő feszültség alakját az időállandó és az impulzustartam viszonya határozza meg. Az ellenálláson fellépő feszültségesés az átfolyó áram erősségével arányos lesz.

Integráló áramkör

Ha a differenciáló áramkör ellenállását és a kondenzátorát felcseréljük integráló áramkör kapunk.



5. ábra. Integráló áramkör

A C kondenzátort a bemenő négyszögimpulzus felfutó éle feltölti, ez a C kondenzátoron feszültségnövekedést eredményez. A C kondenzátort az impulzus lefutó éle sűti ki.

A kondenzátoron mérhető kimeneti feszültség arányos az U_{be} bemenő feszültség integráljával.

Az integráló áramkör jelalakja nagymértékben függ attól, hogy a bemenő impulzussorozatban milyen az impulzusszélességnek és a jelszünetnek a viszonya. Ha az impulzus szélessége megegyezik a szünet szélességével, akkor a kimenő jel alakja háromszög lesz.

Aktív elemekből felépülő billenőáramkörök

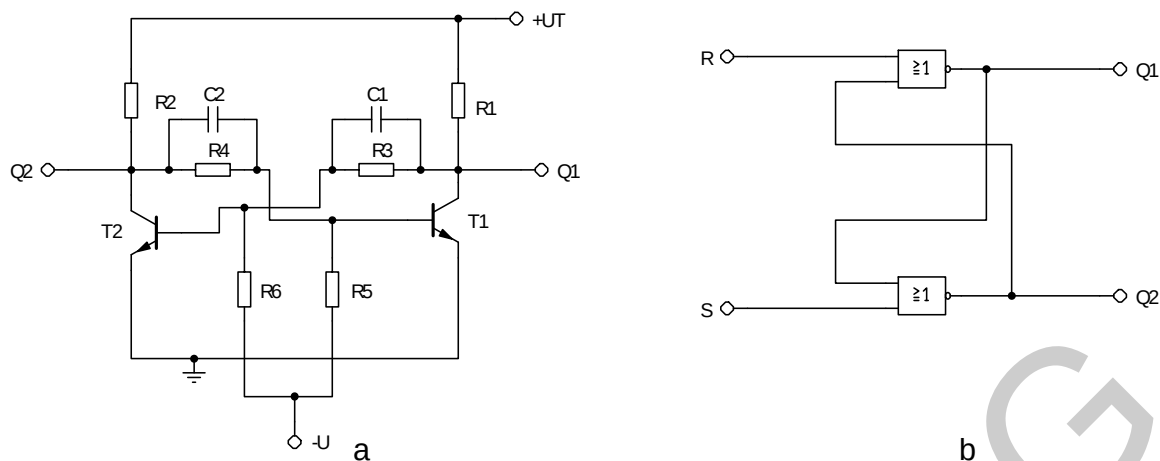
Az analógtechnikában a tranzisztorokat lineáris üzemmódban alkalmaztuk, ami azt jelenti, hogy a kollektor munkaponti feszültségét a nyitóirányú karakterisztika lineáris szakaszán helyeztük el. Így a tranzisztor bázisáramának függvényében a kimeneti kollektor áram illetve feszültség is folyamatosan változott. A digitális áramkörök esetében a tranzisztorokat illetve a belőlük felépített digitális áramköröket csak két üzemi állapotban működtetjük. Ezeknél az eszközöknél az információt nem a feszültség változásának nagysága, hanem az előre meghatározott U_{max} maximális és az U_{min} minimális feszültségértékek (impulzusok) sorozata hordozza. Ahhoz, hogy az információt feldolgozni, továbbítani, tárolni tudjuk, impulzusokra van szükségünk, melyeket impulzus-előállító áramkörökkel, más néven billenőkörökkel (multivibrátorokkal, flip-flopokkal) állítunk elő.

Billenőáramkörök (multivibrátorok) fajtái:

- Bistabil multivibrátor
- Monostabil multivibrátor
- Astabil multivibrátor
- Schmitt-trigger

Bistabil multivibrátor

A bistabil multivibrátor jellemzője, hogy két stabil állapottal rendelkezik, és ebből az állapotából csak akkor mozdul ki, ha a bemenetére az átbillenéshez szükséges jelet viszünk. Az 6a. ábrán látható áramkör tápfeszültségre kapcsolásakor az egyik tranzisztor vezetése, valamint a pozitív visszacsatolás következtében, a másik tranzisztor zárt állapotba kerül, és mindaddig ebben az állapotában marad, amíg a bemenetre vitt jellel ezt meg nem változtatjuk. A 6b. ábrán a logikai kapukkal megvalósított bistabil multivibrátort látjuk, melyet R-S tárolónak is nevezünk. Ennek jellemzője, hogy ha mindkét bemenetére logikai 1 kerül, akkor a kimenete nem lesz egyértelmű (7. ábra)



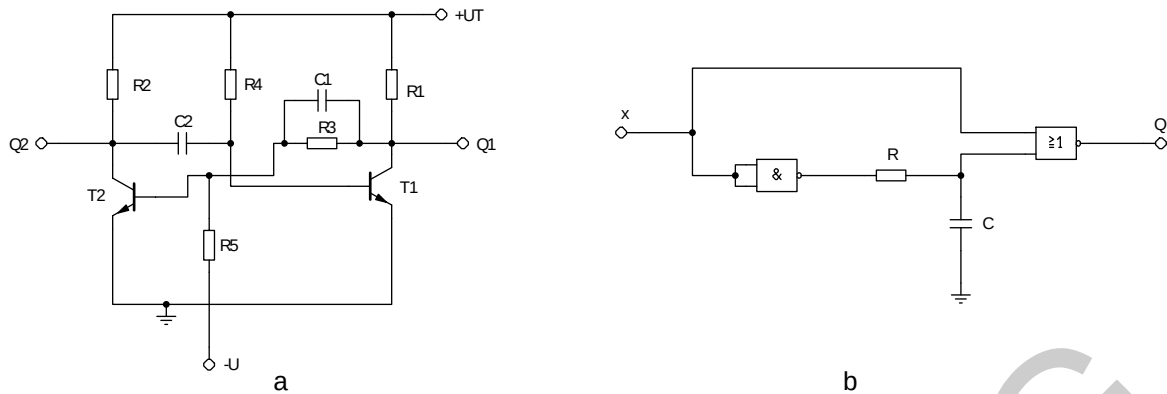
6. ábra. Bistabil multivibrátor áramköri megvalósítása tranzisztorokkal (a) és Kapukkal (b)

S	R	Q
0	0	Mint az előző ütemben
0	1	0
1	0	1
1	1	Nem egyértelmű

7. ábra. NV kapukból felépített RS tároló igazságtáblája

Monostabil multivibrátor

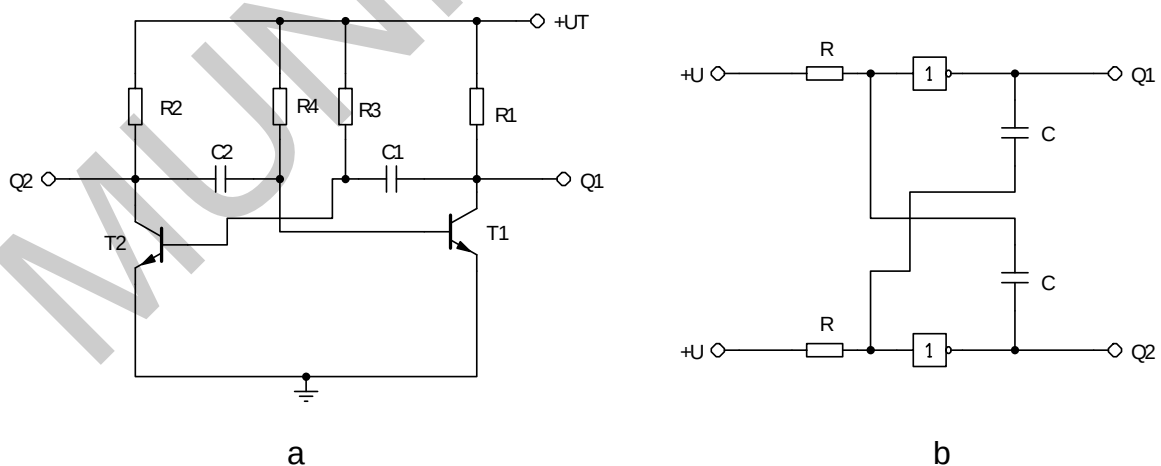
Amikor a 8a. ábrán látható módon az egyik egyenáramú visszacsatolást megszüntetjük és csak a váltakozó áramú visszacsatolást hagyjuk meg, akkor egy olyan billenőkörhöz jutunk, melynek csak egy stabil állapota lesz. Az áramkörünk ebben a stabil állapotában marad mindaddig, míg a bemenetére adott külső jel segítségével ebből az állapotából nem billentjük ki. Ekkor instabil állapotba kerül, melyből az C_2 – R_4 elemek által meghatározott idő eltelte után visszabillen az eredeti, stabil állapotába. Monostabil multivibrátort is megvalósíthatjuk a logikai kapu áramkörök segítségével 8b. ábrán látható módon. Az x-bemenet nyugalmi állapotban logikai 1 szinten van, ekkor a kimenet logikai 0 szintre kerül. Amennyiben az x bemenetet logikai 0 szintre visszük, akkor az R–C tag késleltető hatása következtében a kimenet magas szintre, vagyis logikai 1-re kerül. A visszabillenés idejét az R ellenállás és a C kondenzátor határozza meg.



8. ábra. Monostabil multivibrátormegvalósítása tranzisztorokkal (a) és kapukkal (b)

Astabil multivibrátor

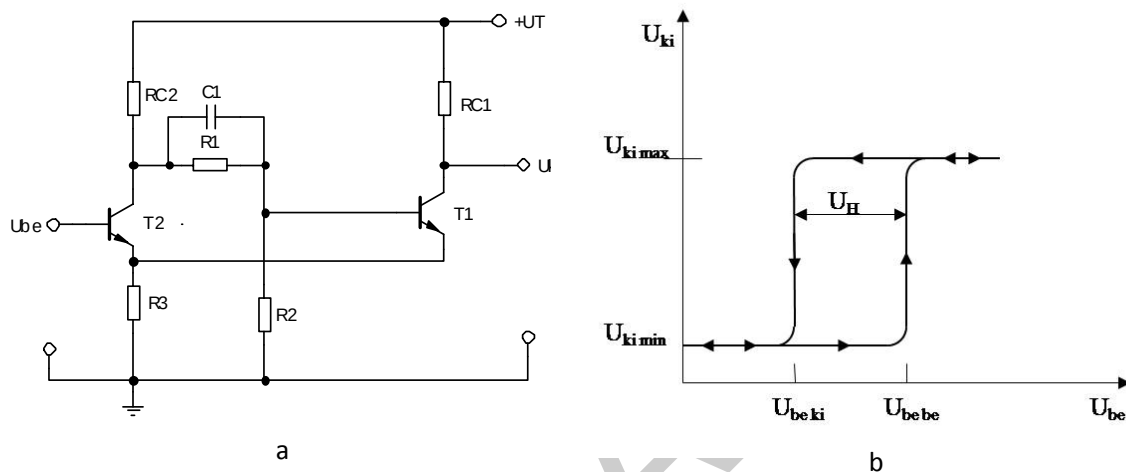
Amikor a monostabil multivibrátornál tapasztaltak alapján, a másik egyenáramú visszacsatolást is megszüntetjük, akkor egy olyan kapcsoláshoz jutunk, melynek egyetlen stabil állapota sincs. A 9a. ábrán látható kapcsolást megvizsgálva azt látjuk, hogy ekkor két instabil állapot között periodikusan billeg. Ezt a billenő kört **astabil** (szabadon futó) multivibrátornak nevezzük. Mivel a visszacsatolások mindegyikében kondenzátor van, így mind a két oldal kondenzátorai váltakozva töltődnek fel. Ezt a töltési időt a C_1 – R_3 és a C_2 – R_4 tagok határozzák meg. Ennek megfelelően a két időállandó: $\tau_1 = 0,7 R_3 C_1$ és $\tau_2 = 0,7 R_4 C_2$ lesz. Az előzőekhez hasonló módon astabil multivibrátort is létrehozhatunk kapu áramkörök – inverterek – segítségével (9b. ábra). Amennyiben az inverter jelölések helyébe berajzoljuk az inverter áramköri megvalósítását, akkor a 9a. kapcsoláshoz jutunk. A billenések idejét az R ellenállások és a C kondenzátorok határozzák meg.



9. ábra. Astabil multivibrátor megvalósítása tranzisztorokkal (a) és kapukkal (b)

Schmitt-trigger

A Schmitt-triger (10a. ábra) olyan bistabil billenőkör, amely a bemeneti jel meghatározott értékénél átbillen, és a bemeneti jel csökkenése során, amikor elér egy adott értéket a billenőkör visszabillen. A billenőkör átbillenése és a visszabillenése nem azonos feszültség szinten történik. Ezt a két feszültség szint közötti különbséget hiszterézisfeszültségnek, vagy csak egyszerűen az áramkör hiszterézisének nevezzük (10b. ábra), melyet a katalógusok is, mint fontos jellemzőt adnak meg. A schmitt-triggert leginkább akkor használjuk, amikor a jelek alakja olyan, ami a digitálistechikában való közvetlen feldolgozásra alkalmatlan.



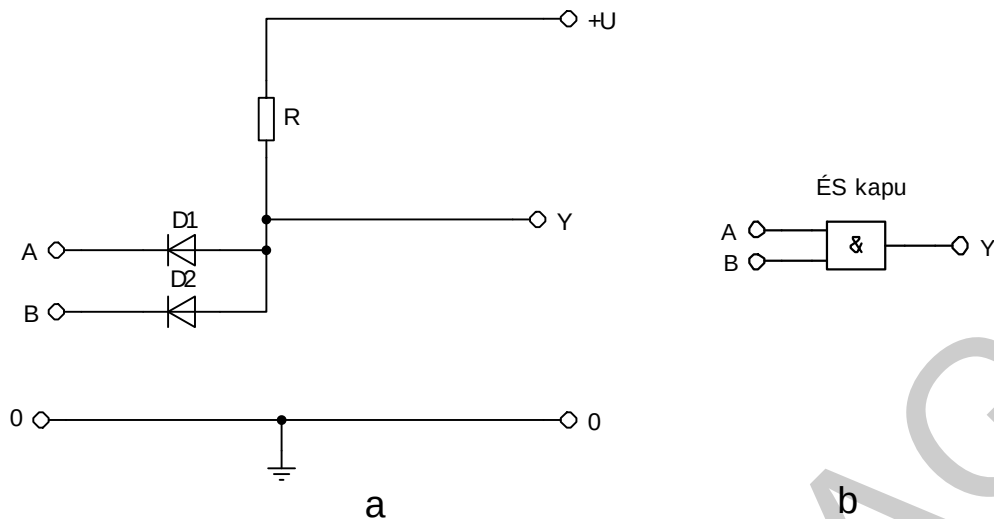
10. ábra. Schmitt-triger megvalósítása tranzisztorokkal (a) és kapukkal (b)

4. Logikai kapuáramkörök

A digitális készülékek illetve azok áramkörei a logikai alapkapsolások többszöri alkalmazásával építhetők fel. Az alapkapsolások működését logikai alapfüggvényekkel írhatjuk le, melyekben a logikai változók csak két diszkrét értéket vehetnek fel. Ezek az értékek lehetnek magas értékek, melyet H-val vagy logikai 1-el jelölünk és lehetnek alacsony értékek melyet L-el vagy logikai 0-val jelölünk. Az egyes kapuk működési leírását megadhatjuk függvényel, grafikusan. Többnyire függvénytáblázat, más néven igazságtábla formájában adjuk meg.

ÉS-kapu (AND)

Az ÉS-kapu áramköri megvalósítását és rajzjelét a 11. ábra szemlélteti. Az igazságtábláját a 12. ábrán láthatjuk. Az igazságtáblából az is jól látszik, hogy az ÉS-kapu kimenetén csak akkor jelenik meg jel, ha mind a két bemenet magas szinten, azaz logikai 1 szinten van. Működését az alábbi függvényel írhatjuk le: $Y=AB$, ahol a szorzás jelenti az ÉS-kapcsolatot.



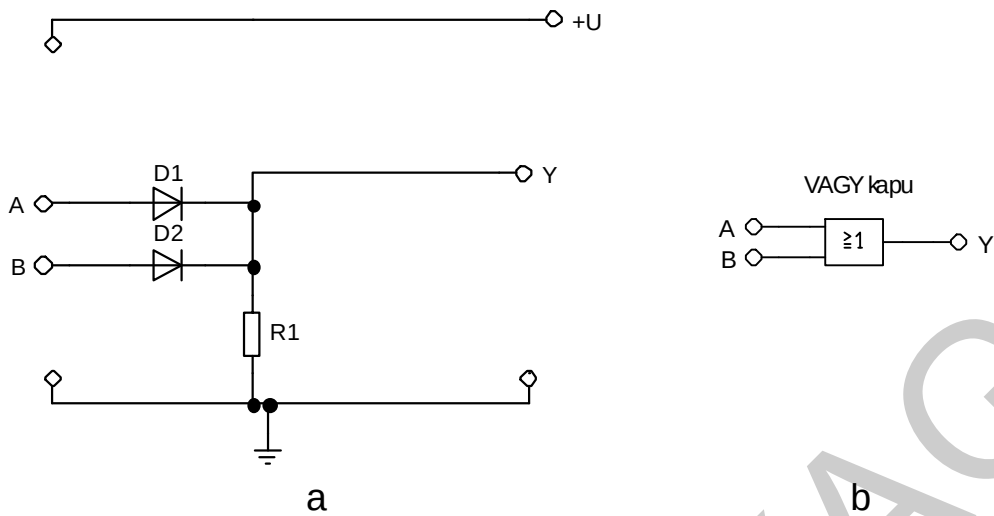
11. ábra. . ÉS kapu (AND) áramköri megvalósítása (a) és rajzjele (b)

A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

12. ábra ÉS kapu (AND) igazságtáblája

VAGY-kapu (OR)

A VAGY-kapu áramköri megvalósítását és rajzjelét a 13. ábra szemléltet, az igazságtáblája a 14. ábrán látható. Az igazságtáblából az is jól látszik, hogy a VAGY-kapu kimenetén már akkor is megjelenik a jel, ha valamelyik bemenete magas szinten, azaz logikai 1 szinten van. Működését az alábbi függvénnyel írhatjuk le: $Y=A+B$, ahol az összeadás jelenti a VAGY-kapcsolatot.



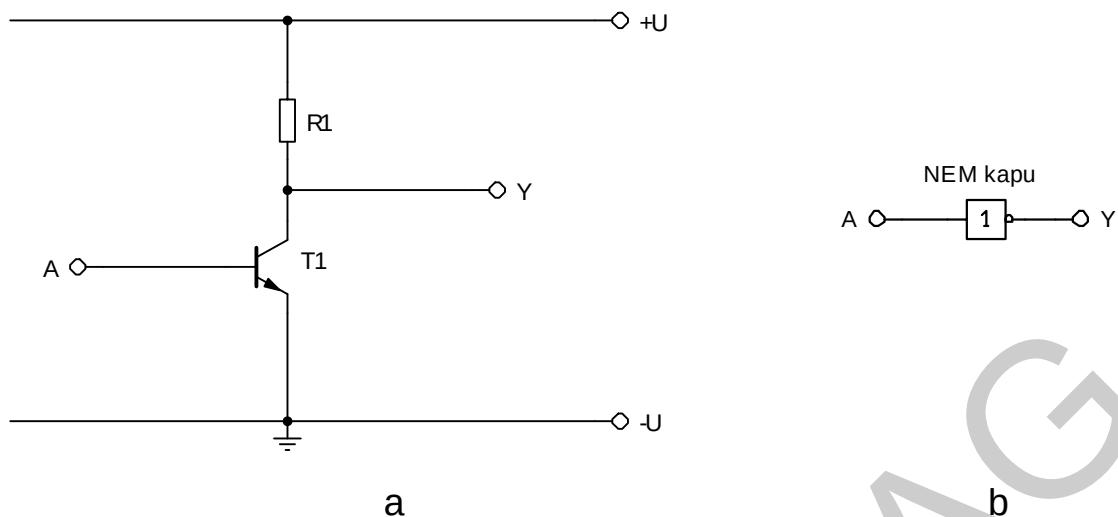
13. ábra. VAGY kapu (OR) áramköri megvalósítása (a) és rajzjele (b)

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

14. ábra. VAGY kapu (OR) igazságtáblája

Inverter

Az inverter áramköri megvalósítását és rajzjelét a 15. ábra szemlélteti, ahol láthatjuk, hogy a földelt emitterű kapcsolásban levő tranzisztort kapcsolóüzemben működtetjük. Működését az alábbi függvénnyel írhatjuk le: $Y = \bar{A}$. Az A bemenet fölött lévő felülvonás jelzi az invertálást. Az igazságtábláját a 16. ábrán láthatjuk.



15. ábra. Inverter áramköri megvalósítása (a) és rajzele (b)

A	Y
0	1
1	0

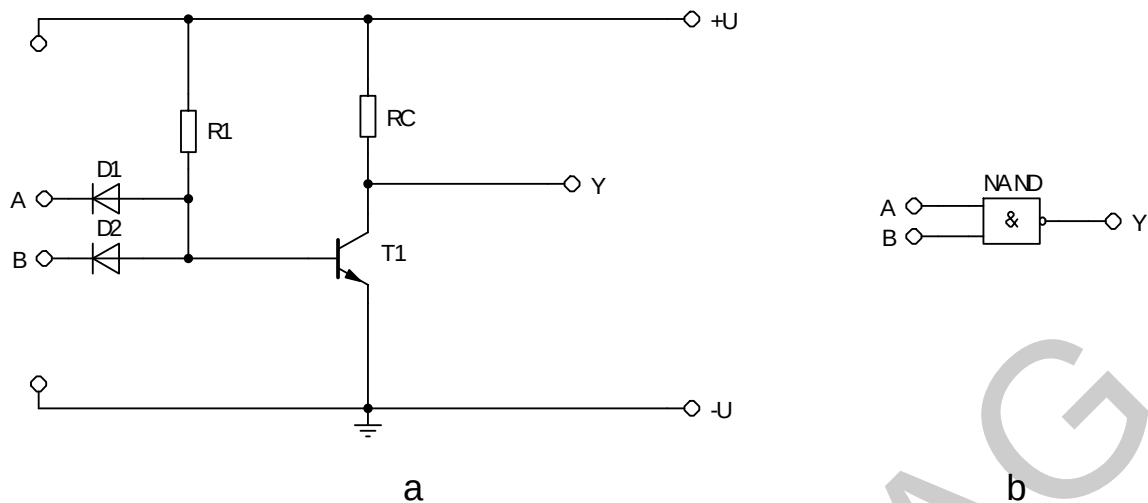
16. ábra. Inverter igazságtáblája

NEM-ÉS-kapu (NAND)

A NAND kapu áramköri megvalósítását és rajzjelét a 17. ábra szemlélteti. A 17a. ábra kapcsolását megvizsgálva jól látható, hogy az inverter bemenetére kapcsoltunk egy ÉS-kaput. Az igazságtábla alapján (18. ábra) követhetjük végig a működését, melyből kitűnik, hogy a már korábban tárgyalt ÉS-kapu kimenetének a negáltját kaptuk.

Működését az alábbi függvénnyel írhatjuk le:

$$Y = \overline{A \cdot B}, \text{ ahol a szorzás jelenti az ÉS-kapcsolatot, és a felülvonás pedig a negálást.}$$



17. ábra. NAND kapu áramköri megvalósítása és rajzjele

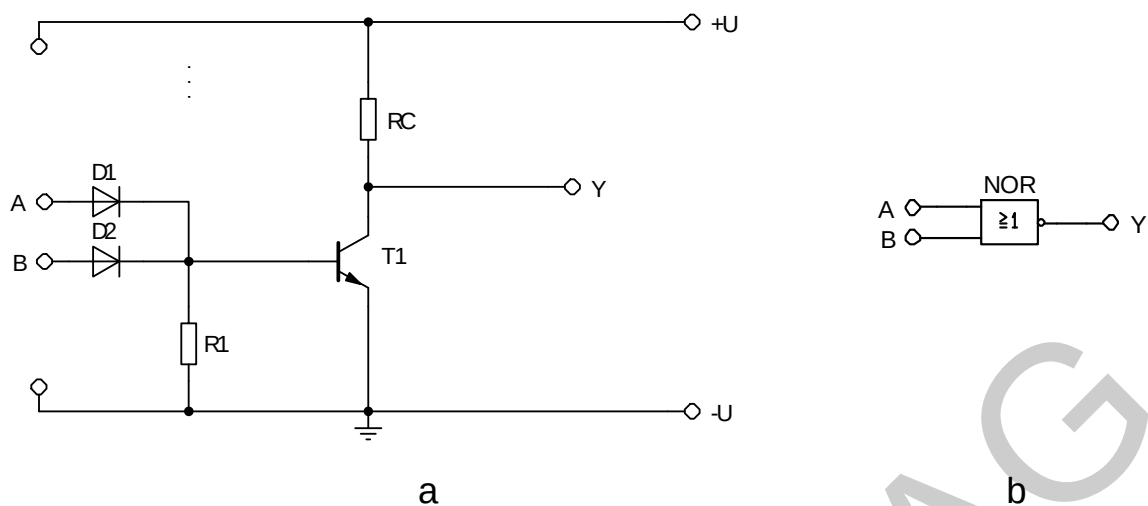
A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

18. ábra. NAND kapu igazságtáblája

NEM-VAGY-kapu (NOR)

A NOR kapu áramköri megvalósítását és rajzjelét a 19. ábra szemlélteti. A 19a. ábra kapcsolását megvizsgálva jól látható, hogy az inverter bemenetére kapcsoltunk egy VAGY-kaput. Az igazságtábla (20. ábra) alapján követhetjük végig a működését, melyből kitűnik, hogy a már korábban tárgyalt VAGY-kapu kimenetének a negáltját kaptuk.

Működését az alábbi függvénnyel írhatjuk le: $Y = \overline{A + B}$, ahol az összeadás jelenti a VAGY-kapcsolatot, és a felülvonás pedig a negálást.



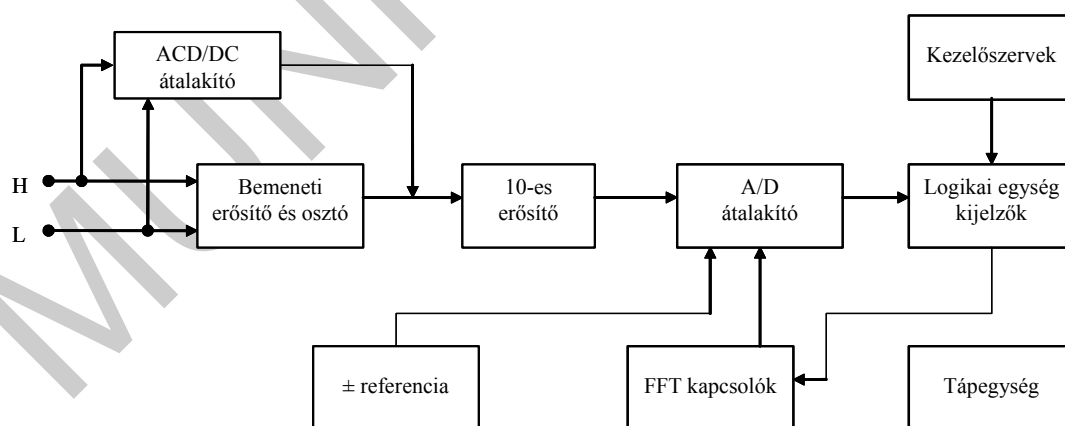
19. ábra. NOR kapu kapu áramköri megvalósítása és rajzjele

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

20. ábra. NOR igazságtáblája

KAPCSOLÁSI RAJZOK ÉRTELMEZÉSE

A digitális áramkörök vizsgálatát több okból is végezhetjük. Ez történhet javítás, áramkör beállítása, működésének megértése stb. céljából. Amikor egy áramkör vizsgálatához kezdünk az első lépés, hogy megnézzük a dokumentációját. A dokumentáció nagyon sok információt tartalmaz az eszközre, áramkörre, annak működésére, használatára, kezelésére vonatkozóan. Mégis azt mondhatjuk, hogy a szakember számára legfontosabb információt a készülék áramköri vagy más néven kapcsolási rajza biztosítja. Ezért egy-egy áramkör vizsgálatának megkezdése előtt, annak áramköri rajzát kell tanulmányozni, melynek során a rajz értelmezése alapján állapíthatjuk meg az áramkör helyes működését, annak jellemző egységeit, mérési pontjait, várható mérési értékeket stb. Az eszköz meghibásodása esetén nagy segítséget jelentenek a kapcsolási rajzról leolvasható jellemző paraméterek értékei és az eszközön mért értékek összevetése, azok elemzése és az ebből levont következtetések. Láthatjuk, hogy a szakemberek számára nagyon fontos az áramköri rajzok és a megadott működési táblázatok olvasása és értelmezése. Természetesen nemcsak a javításokkor van szüksége a szakembernek ezekre az információkra, hanem, amikor az áramkört más eszköz működtetésére szeretné felhasználni – ekkor valamilyen átalakításra van szükségünk – de akkor is, ha valamelyik elemet helyettesíteni kell egy másik hasonló paraméterrel rendelkező alkatrészszel. Egy eszköz, áramkör kacsolásának elemzését a dokumentáció átvizsgálása után az úgynevezett blokkdiagram elemzésével folytathatjuk, melynek tanulmányozása során megállapíthatjuk, hogy milyen főbb egységekből épül fel a rendszerünk. Példaként nézzük meg a 21. ábrán látható TR 1660 A típusú digitális multiméter blokk-diagramját. Anélkül, hogy mélyebben belemerülnénk az ábra vizsgálatába, jól megfigyelhetők a műszert felépítő főbb egységek, és megfigyelhetjük ezeknek egymáshoz kapcsolódását is. Ennek fontos szerepe van az eszköz működésének megértésében.



21. ábra. Digitális multiméter (TR 1660 A) blokk-diagramja

A blokk-diagram tanulmányozását követően térhetünk át az áramköri rajz vizsgálatára. Gyakran előfordul, hogy az áramköri rajzon nekünk kell megkeresni azokat az egységeket, melyek a blokkdiagram ábrázolása alapján alkotják az eszközünk. Más esetekben, főként bonyolultabb áramköri rendszereknél, az ábrán látható egységek alapján, külön-külön készítik el az eszköz áramköri rajzát. Ebben az esetben könnyebb dolgunk van már, nemcsak azért, mert az egyes egységek áramköri rajzát megfelelő tájékoztató információval látják el, hanem azért is, mert ebben az esetben jól behatárolható az áramkör, ugyanakkor a további egységekhez történő kapcsolódást is jelölik. Azoknál az áramköri rajzoknál, ahol nem bontják egységekre az áramköri elrendezést, nem marad más lehetőség a számunkra, mint az, hogy a meglévő tudásunk alapján határozzuk meg a blokkvázlaton feltüntetett részeket. Ezt úgy tudjuk megtenni, hogy az alapáramköröknél szerzett ismereteket felidézve keressük azokat az áramköri részeket, melyek az adott funkció ellátásának eleget tesznek. Ezt követően kerülhet sor a részletes áramköri értelmezésre.

Áramköri kapcsolási rajz vizsgálata

Az áramköri rajz értelmezését a rajzon lévő egyes passzív és aktív elemek funkciójának meghatározásával kezdjük, melyek alapján az eszköz egyenáramú munkapont beállítását és egyben az egyenáramú viselkedését is megállapíthatjuk. A digitális áramkörökben a tranzisztorokat kapcsolóként, vagyis telítési üzemmódban működtetjük. Ezért a váltakozó áramú működésük értelmezése viszonylag egyszerűbb. A részletesebb vizsgálathoz az egyes alkatrészek típusára, értékére illetve paramétereire is szükségünk lehet. Ezek az információk rendszerint nem szerepelnek, vagy legalább is nem az összes szerepel az áramköri rajzokon. Gyakran találkozunk azzal a megoldással, hogy ezeket az információkat külön, legtöbbször táblázatban adják meg. Amennyiben ilyen információ nem, vagy nem teljes mértékben áll a rendelkezésünkre, akkor elsősorban az aktív elemeknél, a katalógus segítségével jutunk megfelelő információhoz. A 22. ábra a tranzisztor katalógusból mutat be egy oldalt, valamint a tranzisztorjellemzők sorában látható bekötésre és tokozásra való hivatkozáshoz tartozó tokozás és bekötés lapját látjuk. A kiválasztott BC 182 tranzisztor sorában a "Tok- és bekötés" oszlopban az X-55-1 hivatkozást találjuk, melyet megtalálunk a tokozási táblázatban. A 23. ábrán az IC-katalógus SN7426-os – négy kétbemenetű NAND-kapu – integrált áramkör adatai szerepelnek. A katalógus feltünteti azokat a típusokat melyekkel helyettesíthető az SN7426-os integrált áramkör. A kivezetések feltüntetése mellett megadja az áramkör elvi kapcsolási rajzát és jellemzőit.

Típus	Áram	U_{max}	I_{max}	P_{max}	H_a	I_p	akkor is	f	Tok és bekötés	Helyettesítés	Garancia	Helyettesítés
Struktúra	V	A	W	V	A	Hz	$f_{0.1}$	Hz		(Kilowatt)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
BC 173	Si-n	20	0.1	0.3	5	2 m	120...800	150	X-64-1	(BC 233)	ITT NAT	-A, -B, -C,
BC 174	Si-n	44	0.1	0.3	5	2 m	120...460	150	X-64-1	(BC 256)	CSS ITT VAL	-A, -B,
BC 175	Si-n	35	0.5	0.56	4.5	2 m	75...540	180	X-103-1	-BC 239	AEI	
BC 177	Si-n	45	0.1	0.3	5	2 m	120...460	130	TO-18-1	(BC 107)	TUN CSF PH SIE	-VL, -A, -B, (10)
BC 177 P	Si-n	45	0.2	0.3	5	2 m	200...800	130	TO-18-1		TEX	-A, (10)
BC 178	Si-p	25	0.1	0.3	5	2 m	120...800	130	TO-18-1	(BC 108)	TUN PH-1 SIE TEL	-VL, -A, -B, -C,
BC 178 P	Si-n	20	0.2	0.3	5	2 m	80...400	130	X-55	(BC 109)	TEX	-A, -B, -C, (10)
BC 179	Si-p	20	0.05	0.3	5	2 m	180...800	130	TO-18-1		TUN ADZ CSF SIE	
BC 179 P	Si-n	20	0.2	0.3	5	2 m	140...900	130	X-55		TEX	
BC 180	Si-n	45	0.5	0.36	4.5	2 m	75...540	180	TO-98-1	-BC 237	AEI	
BC 181	Si-p	25	0.2	0.3	5	50 m	60...	X-55-1	(BC 211)	CSF TEX	-A	
BC 182	Si-n	50	0.2	0.3	5	2 m	120...460	150	X-55-1	(BC 212)	TUN CSF SIE TEL	-A, -B, -C, -L,
BC 183	Si-n	30	0.2	0.3	5	2 m	120...800	150	X-55-1	(BC 213)	TUN CSF SIE TEL	-A, -B, -C, -L,
BC 184	Si-n	30	0.2	0.3	5	2 m	180...800	150	X-55-1	(BC 214)	TUN CSF NAT TEX	-B, -C, -L, -L,
BC 185	Si-n	30	1	0.8	10	0.1	40...	40	TO-39-1	(BC 139)	ATE SGS	
BC 186	Si-n	25	0.1	0.3	5	2 m	40...200	100	TO-18-1	-BC 387 A	HOT MUL VAL	
BC 187	Si-p	25	0.1	0.3	5	2 m	100...500	130	TO-18-1	(BC 264)	MOT MUL VAL	
BC 190	Si-n	44	0.1	0.3	5	50 m	120...460	150	TO-18-1	(BC 266)	CSF ITT	-A, -B,
BC 192	Si-n	25	0.5	0.2	5	50 m	60...180	100	TO-18-1	(BC 238)	TEL	
BC 194	Si-n	25	0.8	0.1	10	10 m	40...350	100	TOM-13-1	(BC 146)	MUL PHI VAL	
BC 196	Si-p	25	0.1	0.05	5	2 m	75...500	150	TOM-23-1	(BC 146)	TEL	
BC 197	Si-n	45	0.1	0.05	5	2 m	125...500	30	TOM-23-1	-BC A	TEL	
BC 198	Si-n	40	0.1	0.05	5	2 m	125...500	300	TOM-23-1	(BC 196)	TEL	
BC 199	Si-n	40	0.1	0.05	5	2 m	240...900	300	TOM-23-1	-BC 239	TEL	
BC 200	Si-n	5	0.05	0.05	0.5	0.2 m	50...400	90	SOT-43-1	(BC 146)	MUL PHI VAL	
BC 201	Si-p	5	0.075	0.25	0.5	0.2 m	50...900	80	U-32-1	(BC 121)		
BC 202	Si-p	20	0.075	0.25	0.5	0.2 m	50...900	80	U-32-1	(BC 122)		
BC 203	Si-p	30	0.075	0.25	0.5	0.2 m	50...500	80	U-32-1	(BC 123)		
BC 204	Si-p	45	0.1	0.36	5	2 m	45...480	200	RO-110-1	(BC 207)	ATE SES SGS	
BC 205	Si-p	25	0.1	0.36	5	2 m	45...480	200	RO-110-1	(BC 208)	ATE SES	
BC 206	Si-p	20	0.1	0.36	5	2 m	45...480	200	RO-110-1	(BC 209)	ATE SES	
BC 207	Si-n	45	0.1	0.36	5	2 m	110...850	150	RO-110-1	(BC 204)	ATE FAI	
BC 208	Si-n	20	0.1	0.36	5	2 m	110...850	150	RO-110-1	(BC 205)	ATE FAI	
BC 209	Si-n	20	0.1	0.36	5	2 m	110...850	150	RO-110-1	(BC 206)	ATE FAI	
BC 210	Si-n	25	0.7	0.1	0.15	20...120	100	TO-18-1	(BC 215)	SES		

22. ábra. Magyarai Béla: Tranzisztor-atlasz egy lapja és a tokozások és bekötések oldal ¹

¹ Forrás: Magyarai Béla: TRANZISZTOR-ATLASZ 1. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1984.

Négy kétbemenetű NAND-kapu					Kivezetések	84	
0...+70 °C	-25...+85 °C	-40...+85 °C	-55...+125 °C	CÉG	Tokozás: N, J Felülnézet	44	
SN 7426 N	SN 8426 N		SN 5426 N	TEX			
FJH 301		FJH 306	FJH 302	MUL			
MIC 7426 N		MIC 6426 J	MIC 5426 J	ITT			
TL 7426 N	TL 8426 N			TEL			
FJH 301				PHI			
FLH 291 U	FLH 295 U			SIE			
T 7426 B1				SGS			
DM 7426 N			DM 5426 N	NAT			
US 7426 A			US 5426 A	SPR			
N 7426 A			S 5426 A	SIG			
SFC 426 E	SFC 426 ET	SFC 426 EV	SFC 426 EM	SES			
U6A 7426 59X			U6A 5426 51X	FAI			
Logikai függvény: $Q = A \cdot B$					Jellemzők		
További elektromos adatok a működési hőmérséklettartományban:					TTL bemenetek. Bemeneti vágódiodák. (1) $t_p = 13$ ns (Tipikus impulzuskésleltetési idő.) (2) $P = 40$ mW (Tipikus teljesítményfelvétel.) $U_Q = 15$ V (Nyitott kollektor kimenet max. értéke.)		
Jellemző	Vizsgálati állapot *	Min.	Tip.**	Max.	Egység	Bemenetek A B Kimenet Q 0 V +U_{cc} 4 kΩ 1,6 kΩ 1 kΩ	
U_{IH}		2			V		
U_{IL}				0,8	V		
U_{QH}	$U_{CC} = \text{min.}$ $I_{QH} = 1 \text{ mA}$	15			V		
I_{QH}	$U_{CC} = \text{min.}$ $U_{QH} = 0,8 \text{ V}$			50	μA		
U_{QL}	$U_{CC} = \text{min.}$ $I_{QL} = 16 \text{ mA}$			0,4	V		
I_{IH}	$U_{CC} = \text{max.}$ $U_I = 2,4 \text{ V}$ $U_I = 5,5 \text{ V}$			40 1	μA mA		
I_{CCH}	$U_{CC} = \text{max.}$ $U_I = 0$		4	8	mA		
I_{CCL}	$U_{CC} = \text{max.}$ $U_I = 5 \text{ V}$		12	22	mA		
* A min. és max. értéket az adott áramkörnek megfelelő működési feltételek szabják meg. ** Az összes tipikus érték $U_{CC} = 5 \text{ V}$; $\vartheta_a = 25^\circ \text{C}$ -nál értendő.					Terhelési tényezők		
Mérőpont					Állapot	Bemenet	Kimenet
Bemenetek					L	1,0	
Kimenetek					L		10,0

23. ábra. Magyarai Béla Digitális IC-atlasz egy lapja:²

² Forrás: Magyarai Béla–Glofák Péter–Theisz Péter: DIGITÁLIS IC-ATLASZ. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1977.

Nehezebb helyzetben vagyunk akkor, amikor egy adott áramkőről kiderül, hogy nincs megfelelő dokumentációja, és ami a legfontosabb, hiányzik a kapcsolási rajza is. Ebben az esetben (egy számunkra ismeretlen áramkörnél) nem marad más lehetőségünk, mint az, hogy a meglévő nyomtatott áramkőről elkészítjük (visszarajzoljuk) az áramköri rajzot. Egy ilyen feladat elvégzéséhez a katalóguson, írószíron és papíron kívül más eszközökre és műszerekre is szükségünk lesz, mivel az elemek csatlakozásait csak méréssel tudjuk megállapítani. Nem egy esetben még az áramkört is meg kell bontani. Az aktív elemek (tranzisztorok, diódák IC-k, stb.) paramétereit, működési vázlatát, a rajtuk lévő jelzés (felirat) alapján, katalógus segítségével tudjuk meghatározni.

A passzív elemek, kondenzátor, ellenállás esetében nehezebb dolgunk van, mivel sokszor a kis méret miatt a feliratozás helyett színjelzést alkalmaznak. Ilyen esetekben van segítségünk a színskálára, melynek többféle típusa van. A 24. ábrán egy színskód táblázatban láthatunk egy példát az ellenállás értékének meghatározására.

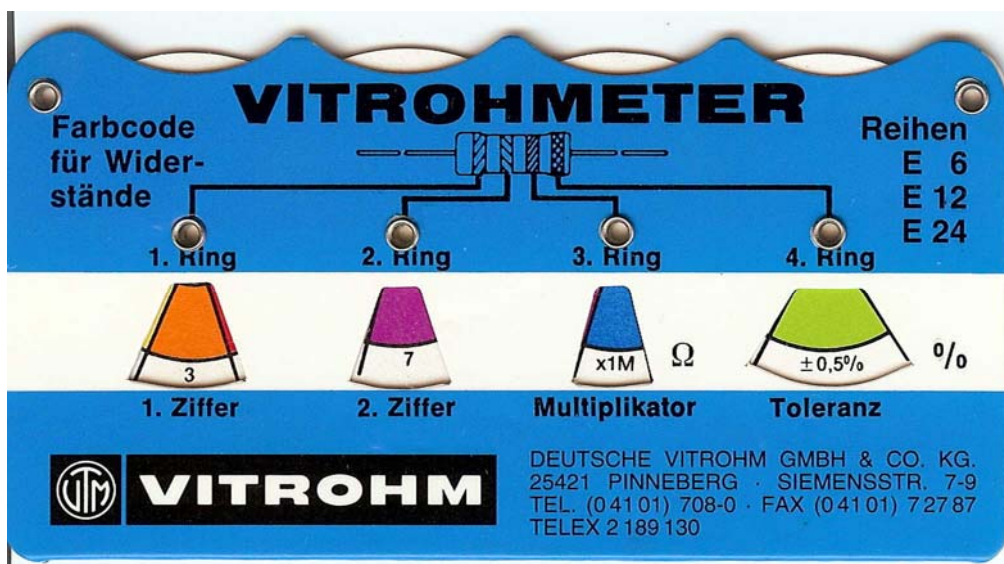
ELLENÁLLÁS SZÍNKÓDOK (IEC 62)

1. sáv	2-3. sáv	4. sáv	5. sáv
1. sáv	2. sáv	3. sáv	4. sáv
	0	X1	
1	1	X10	$\pm 1\%$
2	2	X100	$\pm 2\%$
3	3	X1K	
4	4	X10K	
5	5	X100K	$\pm 0,5\%$
6	6	X1M	$\pm 0,25\%$
7	7		$\pm 0,1\%$
8	8	arany :10	arany $\pm 5\%$
9	9	ezüst :100	

N-K-Z-P-L=36,5KΩ±0,1%

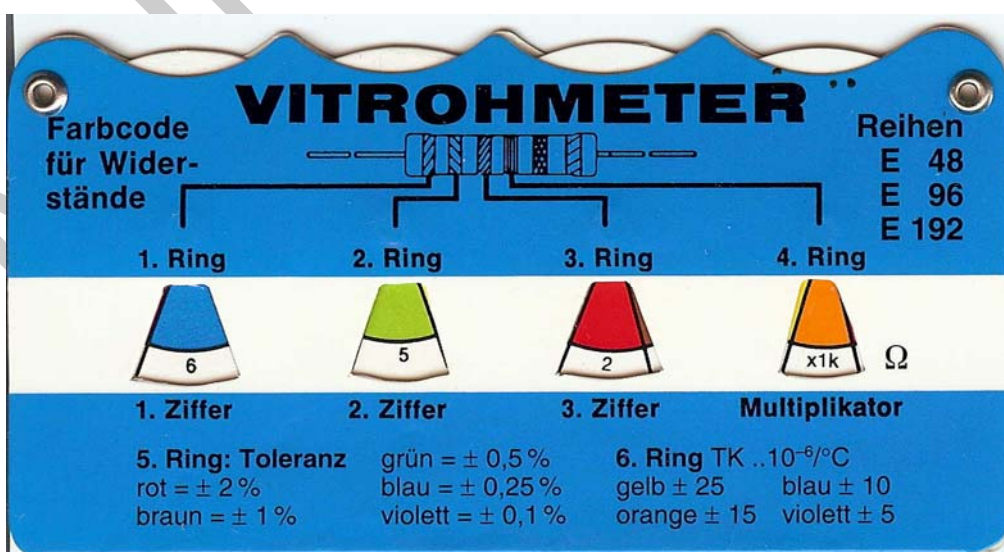
24. ábra. Színskód meghatározó táblázat

Az előzőhöz hasonlóan lehet meghatározni az ellenállás értékét a 25. és 26. ábrán látható színskód meghatározóval, melynek a két oldalát szemléltetik az ábrák. Attól függően, hogy milyen ellenállással van dolgunk, a színskód meghatározó egyik, vagy a másik oldalát használhatjuk.



25. ábra. Tárcsás színkód meghatározó első oldala

A 25. ábrán látható színkód meghatározó olyan ellenállások meghatározására alkalmas, melyeken négy színjelzés van. Az első két jelzés az ellenállás számszerű értékét adja meg, a harmadik jel a szorzószámot, míg a negyedik a tűrés nagyságát. Ennek megfelelően az ábráról leolvasható érték: első szám:3, második szám: 7, ez eddig 37 és a harmadik számmal kell szorozni, ami a jelen esetben 1M Ω . Ennek megfelelően az ellenállás értéke: 37 M Ω . A tűrés értékét a negyedik szám mutatja, ami most $\pm 0,5\%$. Amennyiben nagyobb értékű ellenállással van dolgunk, akkor a színkód meghatározó másik oldalát használhatjuk (26. ábra). Ebben az esetben az első három szám adja az ellenállás számszerű értékét és a negyedik szám lesz a szorzó. Az ellenállás ötödik és hatodik értékét a színmeghatározó alján találjuk. Ennek megfelelően az ellenállás értéke: az első három számjegy:6, 5, és 2, ami 652 ad, és ezt kell szorozni a negyedik számmal, ami ebben az esetben 1k Ω . Az ellenállás értéke így 652 k Ω .



26. ábra. Tárcsás színkód meghatározó második oldala

Az alkatrészek beazonosítását követően meghatározhatjuk a köztük lévő kapcsolatokat, melyeket gyakran szemrevételezéssel – ha ez nem lehetséges, akkor méréssel – végezhetjük el. Az így elkészített áramköri rajz alapján tudjuk meghatározni az áramkör működését, funkcióját és megadhatjuk a mérési pontokat is. Az így elkészített áramköri rajz alapján már elvégezhetjük a javítási műveletet, valamint üzembe helyezhetjük az áramkörünket.

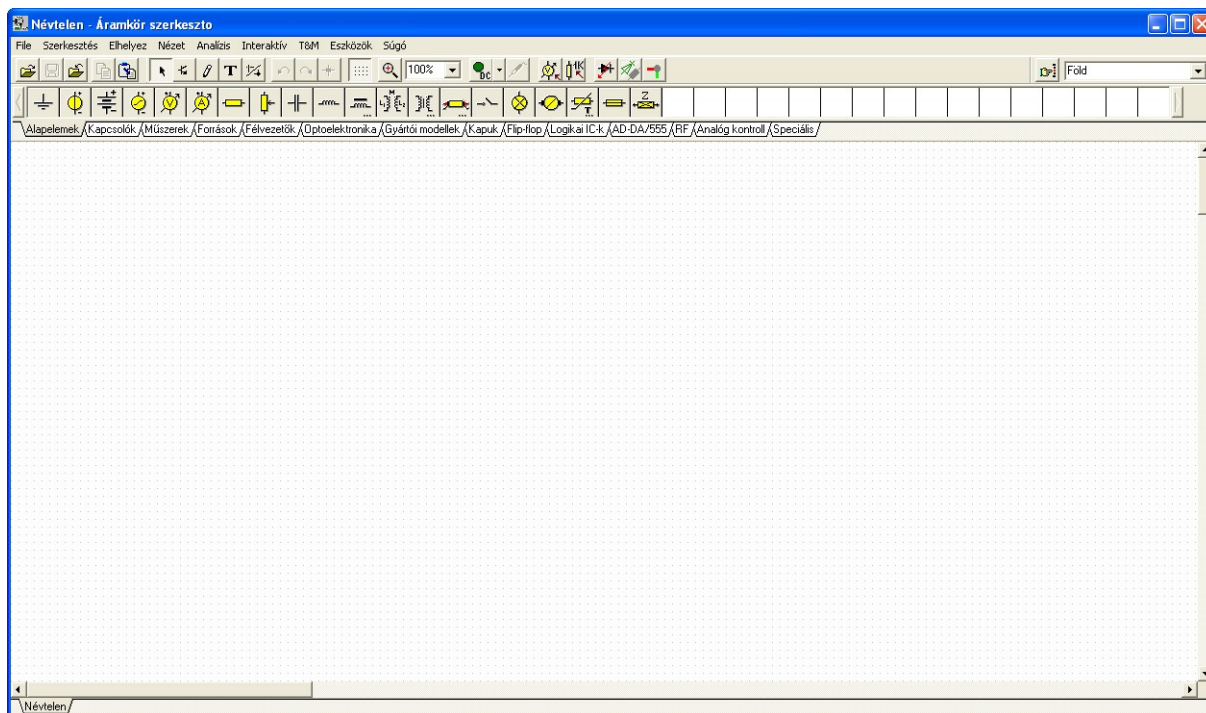
Áramköri kapcsolási rajz tervezése

Amikor egy elektronikus eszközt tervezünk, akkor az elvárások és a lehetőségek felmérését követően kezdhetünk az áramköri rajz összeállításához, majd elvégezzük a munkapont beállításokat. A tervezés során szem előtt kell tartanunk azokat az előírásokat, elvárásokat, amelyeknek az áramkörnek meg kell felelnie. Az elkészített kapcsolási rajz alapján kezdhetjük megtervezni a beültetési rajzot, melynek segítségével készítjük el a nyomtatott áramköri lapot.

Számolnunk kell azzal, hogy az általunk tervezett áramkör, nem fog úgy viselkedni, mint ahogy azt mi szeretnénk, ezért a nyomtatott áramkör végleges kialakítása előtt egy próbapanelen célszerű megvizsgálni az áramkörünk viselkedését, és ha kell, akkor elvégezzük a szükséges módosításokat. Amikor az áramkörünk az elvárásoknak megfelelően működik, csak akkor célszerű elkészíteni a nyomtatott panel végleges kialakítását. Ezt a tervezési folyamatot nagymértékben nehezíti az, hogy a megtervezett áramkörünk viselkedését nem ismerjük és csak a próbapanelen történő megépítés és működtetés után jutunk a megfelelő információhoz. Ez időben és természetesen anyagiakban is jelentős. Ezért szükségessé vált olyan megoldás, melyben nem kell valós áramköri elemekből megépíteni az áramkört ahhoz, hogy a helyes működéséről meggyőződjünk. A megoldást a számítógép illetve a számítástechnika olyan mérvű fejlődése jelentette, amikor már a feladat elvégzéséhez szükséges szimulációs programokat lehetett készíteni és futtatni a gépeken. Napjainkban sokféle áramkörtervező szimulációs programot használhatunk. Ilyenek a Micro-CapV (a legújabb verziószám a 9-es), a Multisim8, EAGLE, OrCad, Tina, stb. Az oktatásban legismertebbek a MicroCap és a Tina, melyek közül a középszintű oktatásban a Tina a legelterjedtebb. Ezekkel a programokkal el tudjuk készíteni az áramköri rajzot valamint a kész áramkör szimulációs vizsgálatát is. Ennek az előnye, hogy nem kell diszkrét elemekből megépíteni az áramkört, hanem az elvi rajz alapján megvizsgálhatjuk a működését, kiszűrve azokat a tévedéseket, melyek a helytelen működéshez, valamint az egyes alkatrészek tönkremeneteléhez vezethetnek. A szimuláció alkalmazásával könnyen változtathatunk az áramkörön oly módon, hogy annak működése megfeleljen az elvárásoknak. Az így megtervezett, kapcsolási rajz alapján megépített áramkör működése – minden bizonnyal – jobban megközelíti a célkitűzésben előírt elvárásokat. Ezek a programok rendelkeznek alkatrészkönyvtárakkal, amelyekben az analóg és a digitális technikában alkalmazott elemek is megtalálhatók, valamint a rajzok elkészítéséhez felhasználói kezelői felülettel, melyen az elkészített kapcsolások analízise is elvégezhető. A tervező programok között található olyan program is, amely az elkészített és analizált áramkör nyomtatott áramköri rajzát is el tudja készíteni több- kevesebb manuális beavatkozással.

TINA szimulációs program

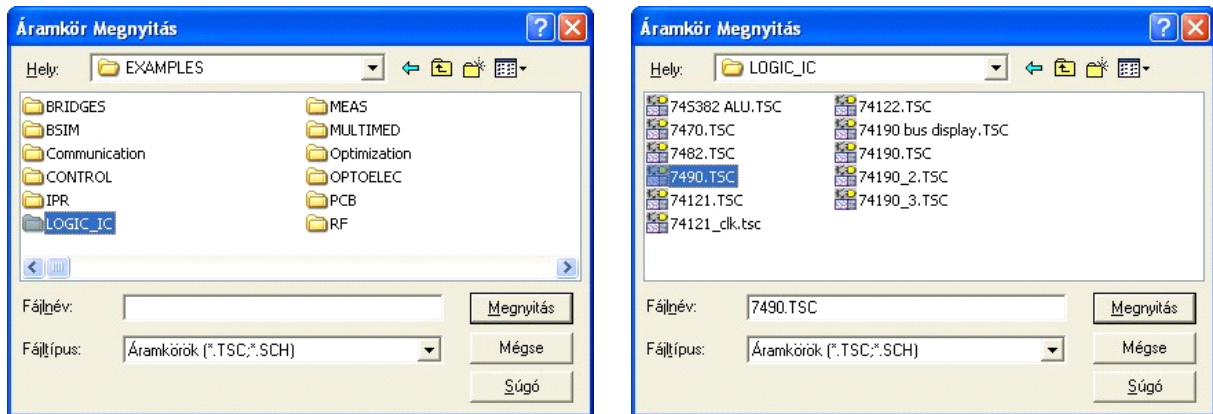
Tina szimulációs program könyvtárában kész áramkörök is találhatók, melyek szimulációs vizsgálata közvetlenül elvégezhető. Ugyanakkor lehetőség van arra, hogy az általunk megtervezett és elkészített kapcsolás szimulációs vizsgálatát is elvégezzük. A program indításakor a kezelői felület jelenik meg az eszközsorral és alkatrészsorral, melyet a 27. ábrán láthatunk. Az elkészített áramköröket az EXAMPLES könyvtár megnyitásával tudjuk elérni (28a. és b. ábra).



27. ábra. Kezelői felület³

A könyvtárban kiválasztjuk a megnyitni kívánt áramkört, jelen esetben egy 7490-es integrált áramkörből kialakított kapcsolást. Amennyiben el szeretnénk végezni a szimulációs vizsgálatot, akkor az analízisre kattintva megjelenik a legördülő ablak, melyben kiválaszthatjuk a vizsgálat módszerét, ami jelen esetben a Tranziens analízis lesz (29. ábra), és beállíthatjuk a szükséges paramétereket. A kapcsolási rajzot és az analízis eredményét a 30. ábra szemlélteti.

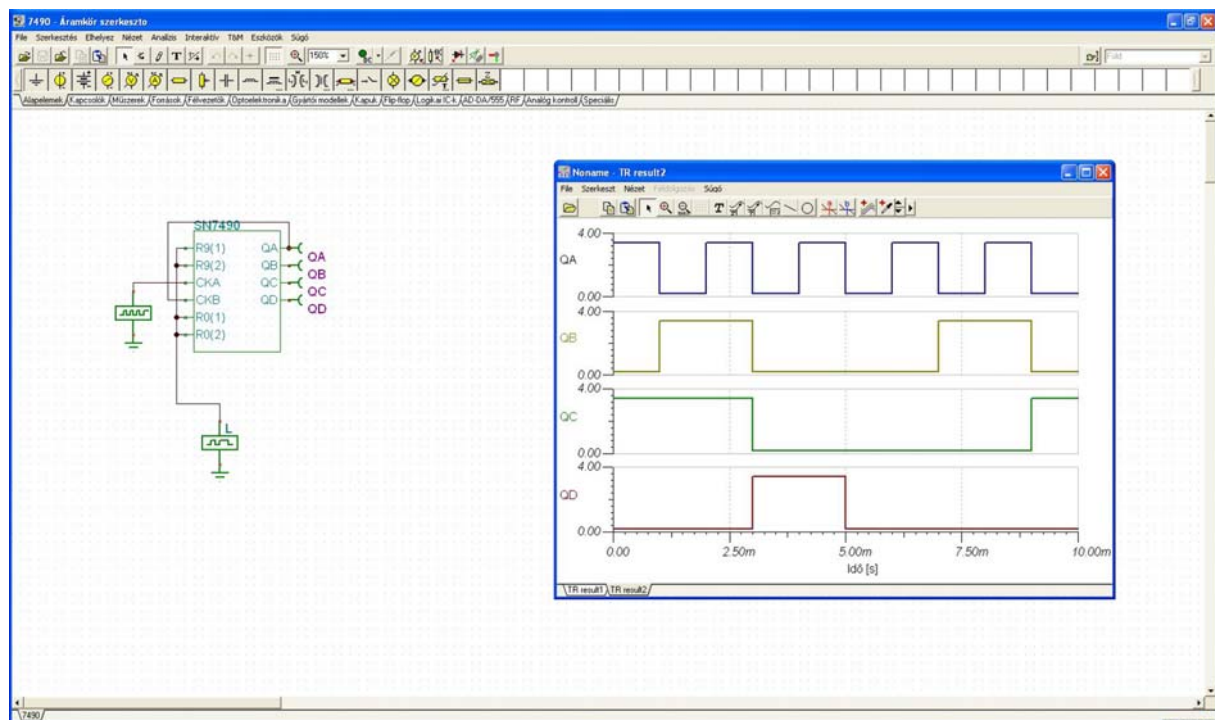
³ Forrás: TINA for Windows The Complete Electronics Lab, Version 7.0.24 DT-DS



28. ábra. Áramkör megnyitása



29. ábra. Tranziens analízis beállítása



30. ábra. Kapcsolási rajz és az analízis eredménye

Abban az esetben, ha mi magunk szeretnénk megtervezni és összeállítani valamilyen áramkört, akkor az üres kezelői felületet használjuk, ahova elhelyezzük az egyes elemeket. Az elemek huzalozását követően beállítjuk azok értékeit, és elvégezzük az analízist.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

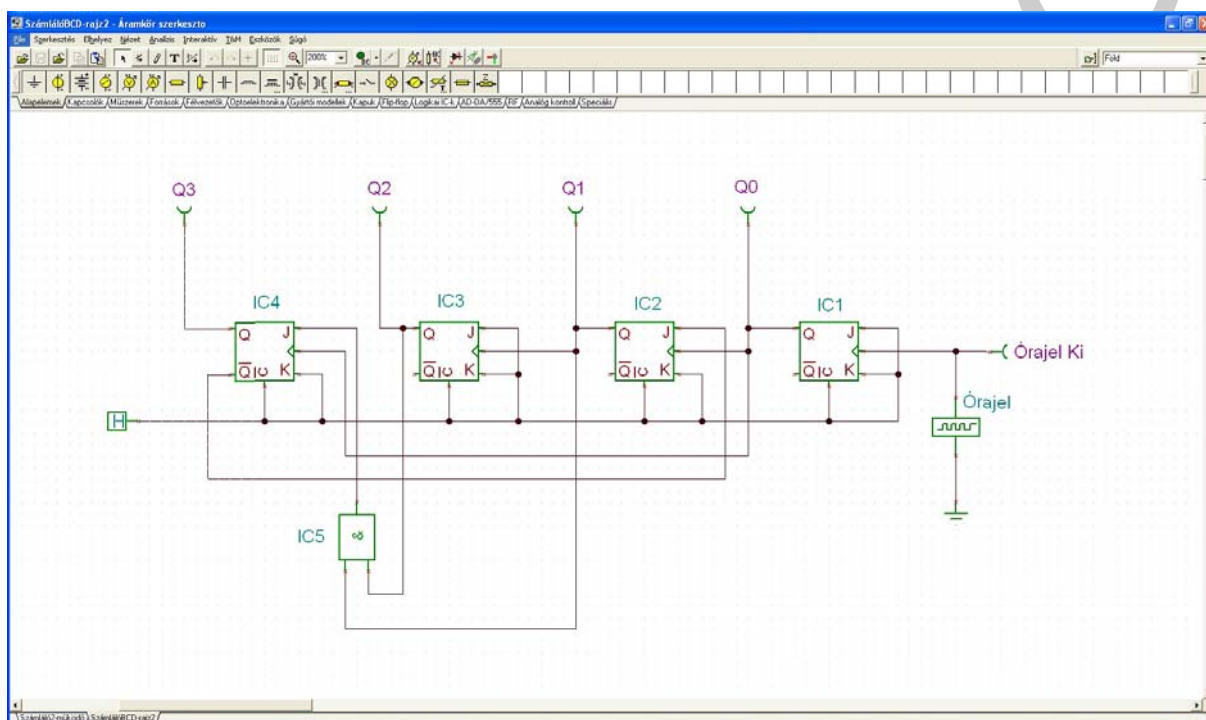
1. feladat

A munkahelyén azt a feladatot kapja, hogy a billenőkörök felhasználásával állítson össze egy aszinkron bináris számlálót, mely tízig számlál. A tervezéshez használja a Tina szimulációs programot. mutassa be a működését!

Megoldás

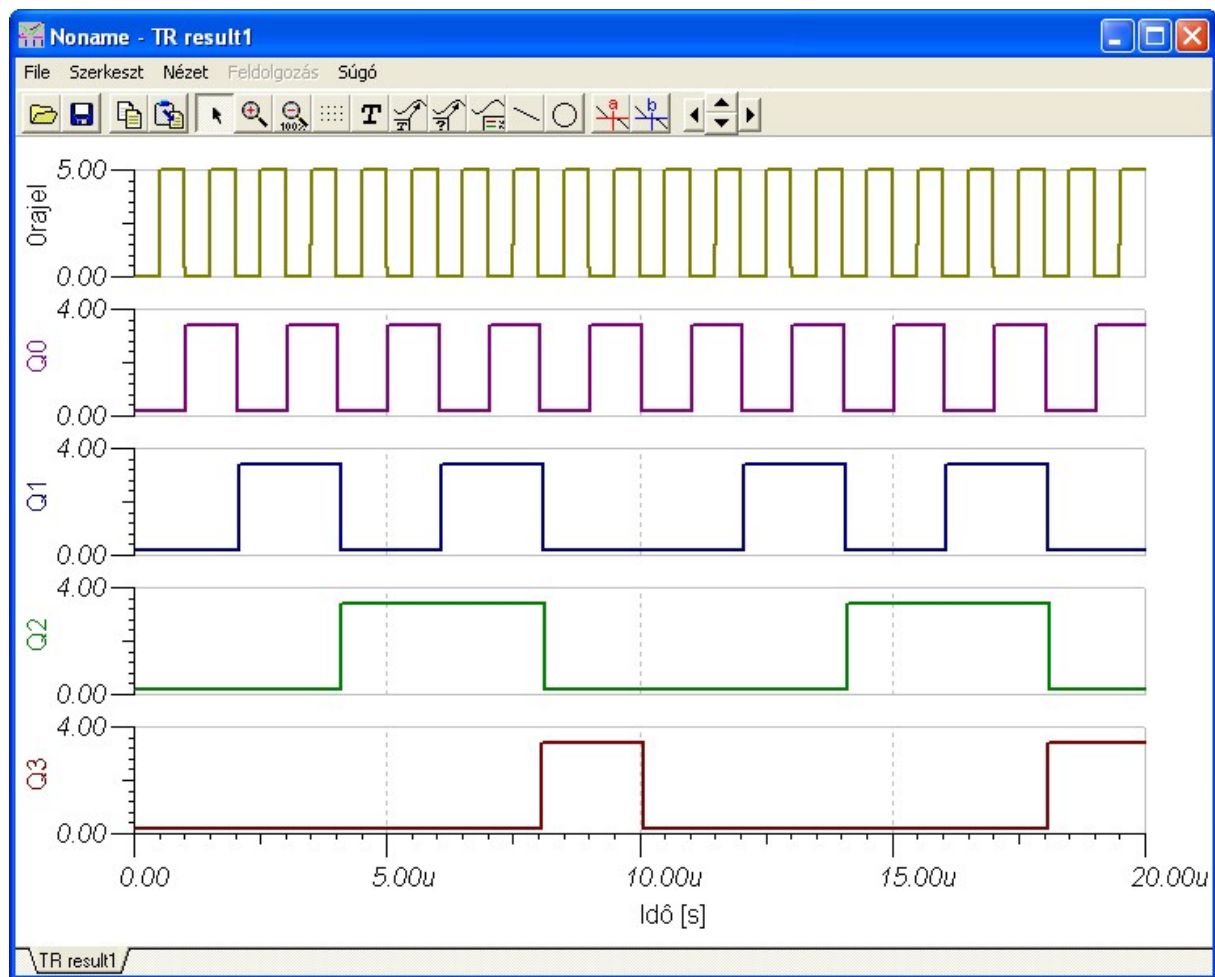
A kapcsolat elkészítése és a működéshez szükséges feltételek biztosítása

A számlálóáramkör elkészítéséhez JK-flip-flop-okat használhatunk. Ezek az áramkörök – az előzőekben tárgyalt tranzisztorokkal felépített bistabil billenőkörök – kapuáramkörökkel megvalósított R–S tárolóinak a továbbfejlesztése. A JK-flip-flop egy olyan univerzális áramkör, melyből könnyen kialakítható a D- és T-tároló. Az RS-tároló hibája, hogy ha mind a két bemenet magas szintű, azaz logikai 1, akkor a kimenet bizonytalan lesz. Ezért ez az állapot nem megengedett. Ezzel szemben a JK-flip-flop –nál, ha mind a két bemenet magas szintű, akkor az órajel megérkezésekor a kimenet az előző állapot negáltja lesz. Folyamatos órajel érkezésekor a JK-tárolóból kialakított T-tároló kimenetén csak minden második órajel megérkezésekor jelenik meg egy impulzus. Azt is mondhatjuk, hogy frekvenciaosztás történik. A tárolónak ezt a tulajdonságát kihasználva, készíthetünk számláló áramköröket.



31. ábra. . BCD aszinkron számláló

A kapcsolásból (31. ábra) kitűnik, hogy a J és K bemeneteket az U_T tápfeszültségre kötjük és az első T-tárolóra vezetjük az órajelet. A további T-tárolók az órajelet az előző tároló kimenetéről kapják. A flip-flop kimeneti állapota akkor változik, amikor az órajel 1-ről 0-ra vált. Az óraimpulzus szélességétől független a működése. A számláló négy JK flip-flop-ból épül fel, így 2^4 impulzust tud számlálni, ez azt jelenti, hogy 16 impulzus után lesz a kimenetek állapota nulla. A feladat az, hogy a számlálónk kimenetei tíz impulzus után kerüljenek 0 állapotba.

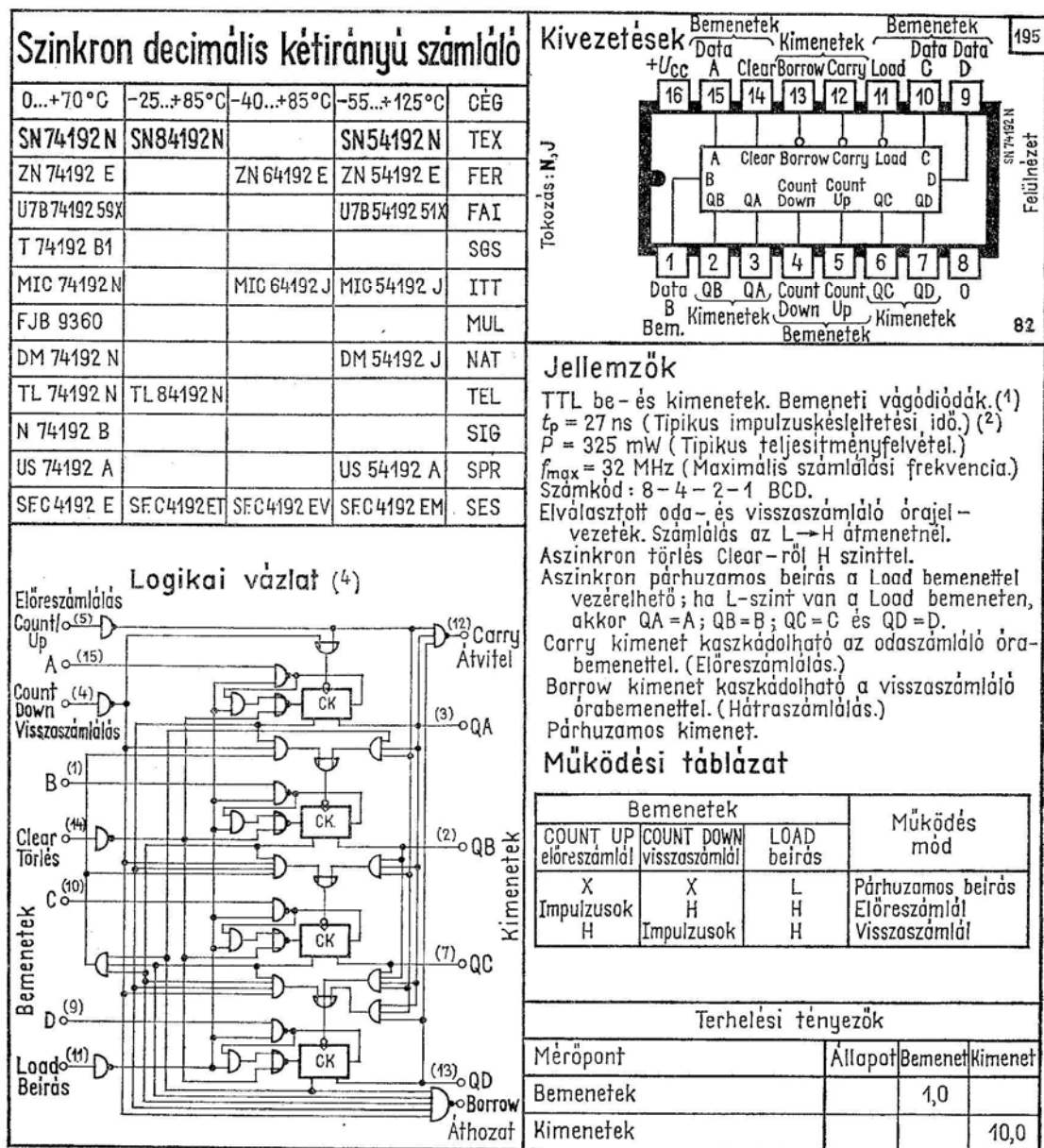


32. ábra. Négybites, aszinkron számláló idődiagramja

Az áramkör megvalósítását a 31. ábrán láthatjuk, ahol egy ÉS-kapuvál tudjuk biztosítani azt, hogy a tizedik impulzus után nulláról induljon a számlálás. A számláló működését illetve diagramját a 32. ábra szemlélteti.

2. feladat

Munkahelyén azzal bízzák meg, hogy az előzőekben bemutatott számláló áramkört valósítsa meg az SN192 szinkron decimális kétirányú számláló IC felhasználásával. Használja ki a kétirányú számlálás lehetőségét egy kapcsoló beiktatásával. Rendelkezésére állnak az IC katalógus adatai (33. ábra) valamint a Tina szimulációs program. Végezze el az áramkör működésének a vizsgálatát a szimulációs program segítségével.

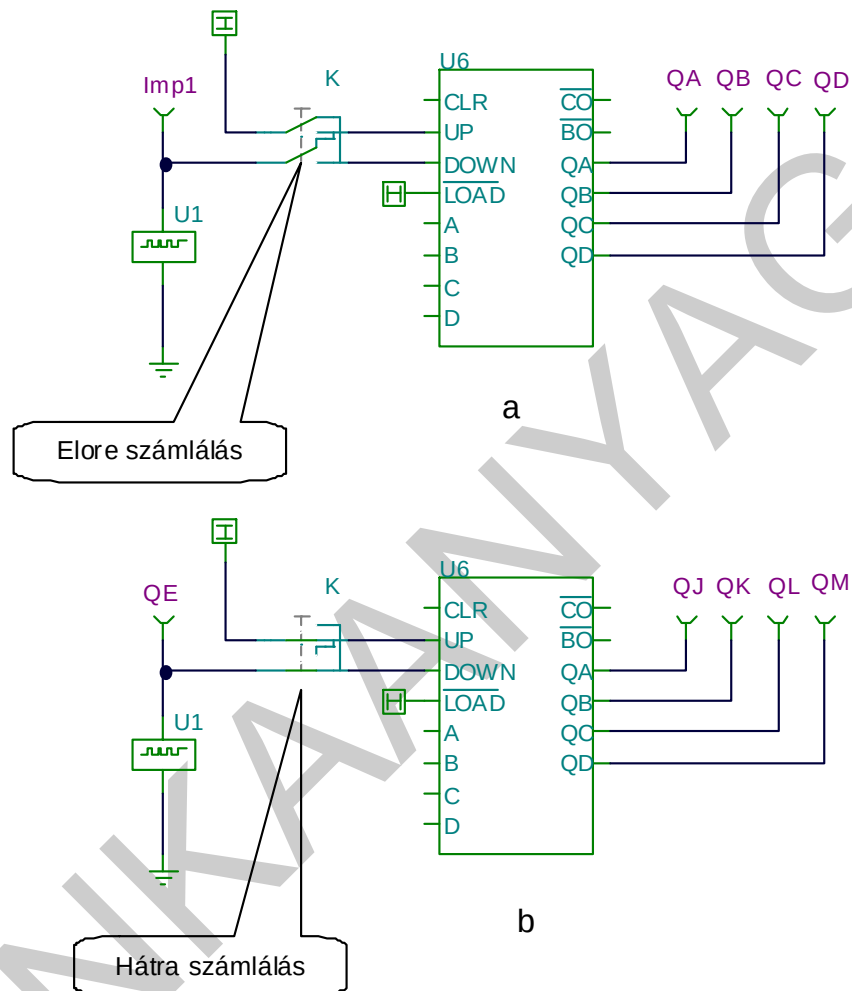


33. ábra. SN74192 szinkron decimális számláló⁴

Megoldás:

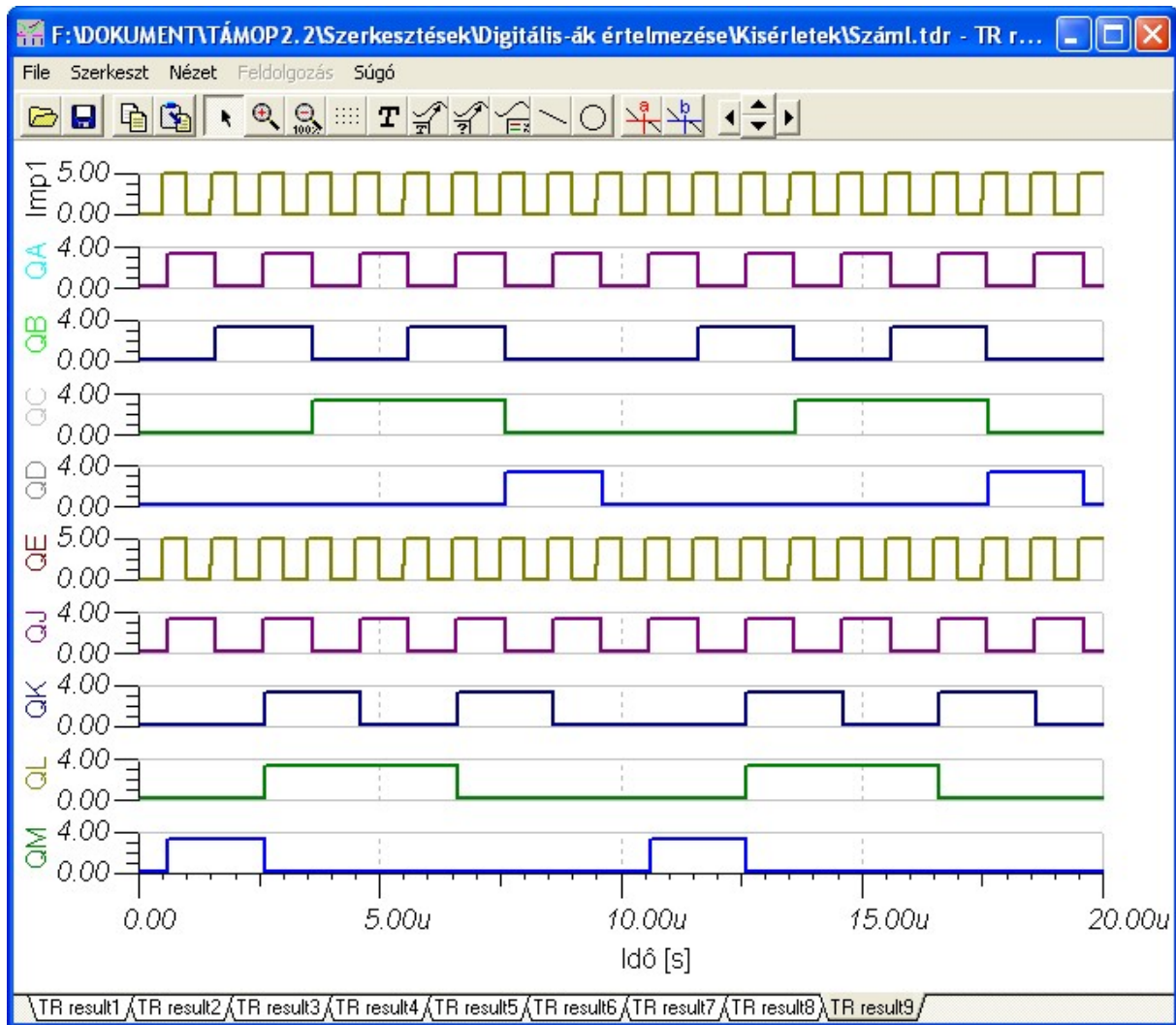
A katalógus segítségével (33. ábra) elvégezhetjük az IC-lábak bekötését és a működési táblázatból megállapíthatjuk az egyes bemenetek logikai szintjeit, ami azt jelenti, hogy az előre számláláskor az impulzust a COUNT UP bemenetre kell vezetni és a COUNT DOWN bemenetet H szintre, azaz logikai 1-re kell kötni. A hátra számláláskor a két bemenet felcserélődik, ezért a tervezés során célszerű kettős kapcsolót alkalmazni. Az áramköri megvalósítást a 34. ábra szemlélteti.

⁴ Forrás: Magyar Béla-Glofák Péter-Theisz Péter: DIGITÁLIS IC-ATLASZ. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1977.



34. ábra. Előre, illetve hátra számlálás

A kimenetek jelölésénél célszerű a folyamatos jelölés, mivel így a diagramban elkülönül egymástól a két állapot jelalakja (35. ábra)



35. ábra. BCD aszinkron számláló idődiagramja

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

A munkahelyén lévő tanulók arra kérik, hogy tartson nekik egy rövid ismertetőt a logikai alapfüggvényekről.

2. feladat

A tanulók megkérik Önt, magyarázza el, hogy miben tér el a valóságos négyszögjel az ideális négyszögjeltől. A megoldáshoz rajzoljon egy valóságos négyszögjelet, és adja meg a jellemzőit!

Rajz:

Impulzus jellemzők: _____

- 1.) _____
- 2.) _____
- 3.) _____
- 4.) _____
- 5.) _____
- 6.) _____
- 7.) _____
- 8.) _____
- 9.) _____

3. feladat

Munkahelyi vezetője megkéri, hogy a gyakorlaton lévő tanulókkal ismertesse meg a bistabil multivibrátor működését, és térjen ki a logikai kapukkal megvalósított R-S tárolóra. Készítsen kapcsolási rajzot a működés vizsgálatára!

4. feladat

A tanulók arra kérik Önt, hogy rajzolja le egy Schmitt-trigger kapcsolási rajzát, és magyarázza el működésének a lényegét.



5. feladat

Munkahelyi vezetője megkéri Önt, hogy az ott lévő tanulóknak magyarázza el a NAND–kapu felépítését és annak működését.



6. feladat

A tanulók egy áramkörben lévő ellenállásról nem tudják megállapítani, hogy milyen értékű. Önt kéri meg, hogy legyen a segítségükre. Az ellenállás a 36. ábrán látható.



36. ábra. Színjelzéssel ellátott ellenállás

Az ellenállás értéke:.....

7. feladat

A tanulók szeretnének megnyitni a Tina szimulációs programban egy digitális áramkört és Önt kéri meg, hogy segítsen nekik.

MEGOLDÁSOK

1. feladat

A logikai függvényekre az a jellemző, hogy az itt szereplő úgynevezett logikai változóknak csak két diszkrét értékük lehet. Ennek megfelelően a változók lehetnek alacsony értékűek és magas értékűek. Az alacsony értékű logikai szintet L-nek vagy logikai 0-nak, illetve a magas értékű szintet H-nak vagy logikai 1-nek nevezzük. Ezek a logikai értékek az elektronikus áramkörökben egyértelműen megkülönböztethető formában jelennek meg, ami azt jelenti, hogy a logikai nullának megfelel a közel 0 V feszültség, a logikai egynek pedig az U_T tápfeszültség, ami a TTL logikában 5 V-nak felel meg. A logikai változók között alapvetően háromféle kapcsolatot adhatunk meg. Ezek a szorzás, az összeadás és a tagadás művelete. A szorzás vagy más néven konjunkció műveletét a következőképpen adhatjuk meg:

$Y = A \cdot B$ vagy egyszerűen csak $Y=AB$, más formában: $y = x_1 \cdot x_2$ vagy $y=x_1x_2$. Az összeadás műveletét, amit más néven diszjunkciónak szokás nevezni az $Y=A+B$ illetve $y=x_1+x_2$ formában írhatjuk le, míg a tagadás vagy más néven negáció műveletét egy felülvonással jelöljük $Y = \bar{A}$ illetve $y = \bar{x}$. A digitális áramkörök működését logikai függvényekkel írhatjuk le. Ezek megadási módja lehet szöveges, függvénytáblázat, melyet igazságtáblának nevezünk, formuláris azaz függvény és lehet grafikus.

2. feladat

A valóságos impulzus (37. ábra) esetében az egyes változások véges idő alatt mennek végbe, ezért az impulzus alakja csak megközelíteni tudja az ideális impulzus alakját. A 37. ábrán látható valóságos impulzus jellemzésére a következő jelöléseket és definíciókat használjuk.

1. *Impulzus amplitúdó (U_0)*

Az impulzus maximális értéke.

2. *Az impulzus felfutási ideje (t_f)*

Az idő, mely alatt az impulzus $0,1U_0$ értékről $0,9U_0$ értékre emelkedik.

3. *Az impulzus lefutási ideje (t_l)*

Az idő, mely alatt az impulzus $0,9U_0$ értékről $0,1U_0$ értékre csökken.

4. *Impulzus idő (T_i)*

$0,5U_0$ -amplitúdó értéknél mérjük.

5. *Az impulzus periódus ideje (T)*

A két impulzus $0,5U_0$ értékénél mért időtartam. $T=T_i+T_0$

6. Túllövés (ϵ_1)

Az U_ϵ és az U_0 viszonya %-ban kifejezve $\epsilon_1 = 100 \frac{U_\epsilon - U_0}{U_0} \%$

7. Tetőesés (ϵ_2)

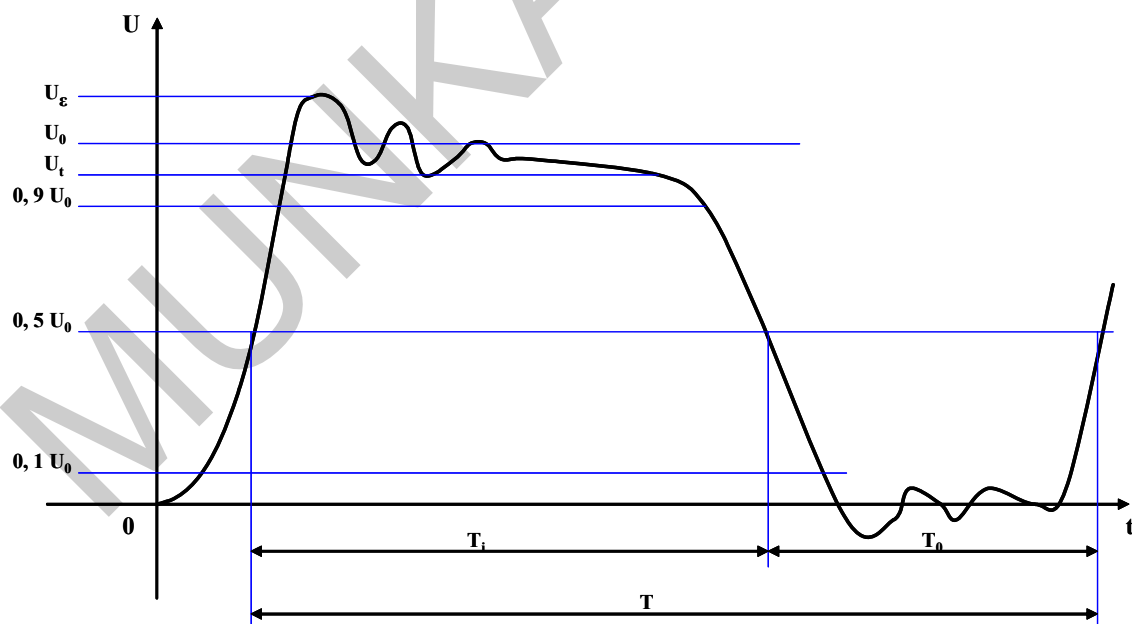
Az U_t és az U_0 viszonya %-ban kifejezve. $\epsilon_2 = 100 \frac{U_0 - U_t}{U_0} \%$

8. Kitöltési tényező (α_1)

Az impulzusidő és a periódusidő viszonya $\alpha_1 = 100 \frac{T_i}{T_i + T_0} \%$ és $\alpha_2 = 100 - \alpha_1$

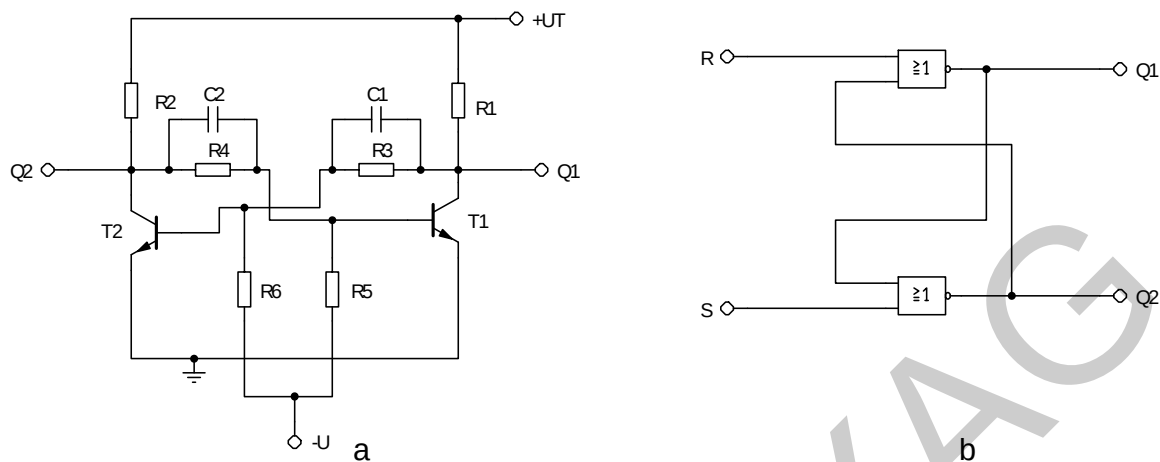
9. Impulzus (ismétlődési) frekvencia (f_i)

$$f_i = \frac{1}{T_i + T_0} = \frac{1}{T}$$



37. ábra. Valóságos impulzus

3. feladat



38. ábra. Bistabil multivibrátor áramköri megvalósítása tranzisztorokkal (a) és Kapukkal (b)

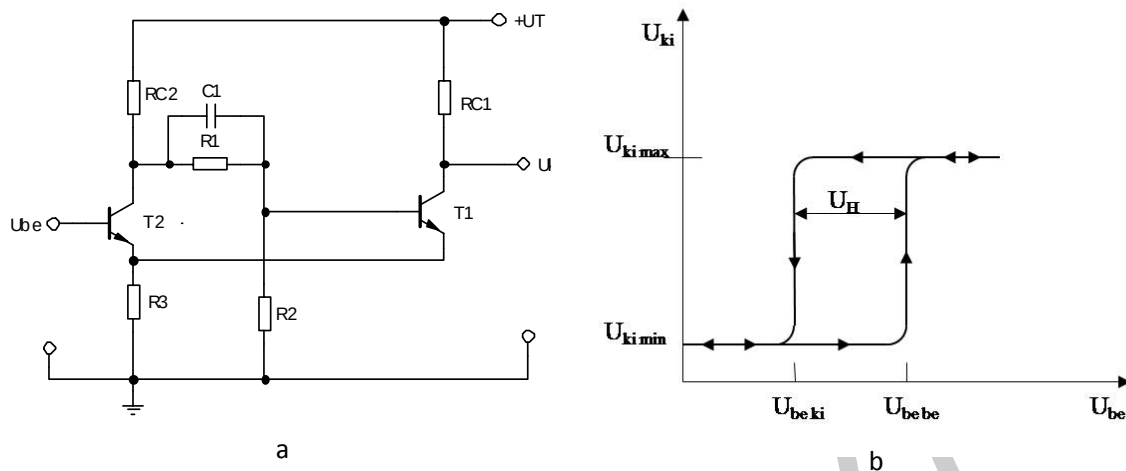
A bistabil multivibrátor jellemzője, hogy két stabil állapottal rendelkezik és ebből az állapotából csak akkor mozdul ki, ha a bemenetére az átbillenéshez szükséges jelet viszunk. Az 38a. ábrán látható áramkör tápfeszültségre kapcsolásakor az egyik tranzisztor vezetése, valamint a pozitív visszacsatolás következtében, a másik tranzisztor zárt állapotba kerül, és mindaddig ebben az állapotában marad, amíg a bemenetre vitt jellel ezt meg nem változtatjuk.

S	R	Q
0	0	Mint az előző ütemben
0	1	0
1	0	1
1	1	Nem egyértelmű

39. ábra. NV-kapukból felépített RS tároló igazságtáblája

A 38b. ábrán a logikai kapukkal megvalósított bistabil multivibrátort látjuk, melyet R–S tárolónak is nevezünk. Ennek jellemzője, hogy ha mindkét bemenetére logikai 1 kerül, akkor a kimenete nem lesz egyértelmű (39. ábra)

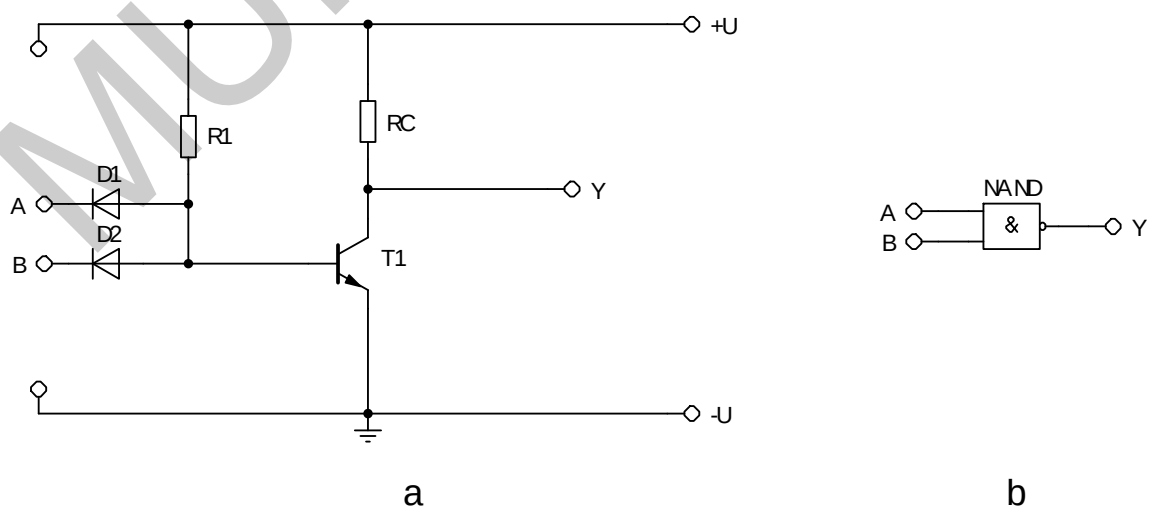
4. feladat



40. ábra. Schmitt-trigger és átviteli karakterisztikája

A Schmitt-trigger olyan bistabil billenőkör (40a. ábra), amely a bemeneti jel meghatározott értékénél átbillen, és a bemeneti jel csökkenésekor, amikor a jel elér egy adott értéket, a billenőkör visszabillen. A billenőkör átbillenése és a visszabillenése nem azonos feszültség szinten történik. Ezt a két feszültség szint közötti különbséget hiszterézisfeszültségnek, vagy csak egyszerűen az áramkör hiszterézisének nevezzük (40b. ábra), melyet a katalógusok is mint fontos jellemzőt adnak meg. A schmitt-triggert leginkább akkor használjuk, amikor a jelek alakja olyan, hogy a digitálistechikában közvetlen feldolgozásra alkalmatlanok.

5. feladat



41. ábra. NAND-kapu áramköri megvalósítása és rajzjele

Az áramköri megvalósítását és rajzjelét a 41. ábra szemlélteti. A 41a. ábra kapcsolását megvizsgálva, jól látható, hogy az inverter bemenetére kapcsoltunk egy ÉS-kaput. Az igazságtábla alapján (42. ábra) követhetjük végig a működését, melyből kitűnik, hogy a már korábban tárgyalt És-kapu kimenetének a negáltját kaptuk.

Működését az alábbi függvénnyel írhatjuk le: $Y = \overline{A \cdot B}$, ahol a szorzás jelenti az ÉS-kapcsolatot, és a felülvonás pedig a negálást.

A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

42. ábra. NAND-kapu rajzele és igazságtáblája

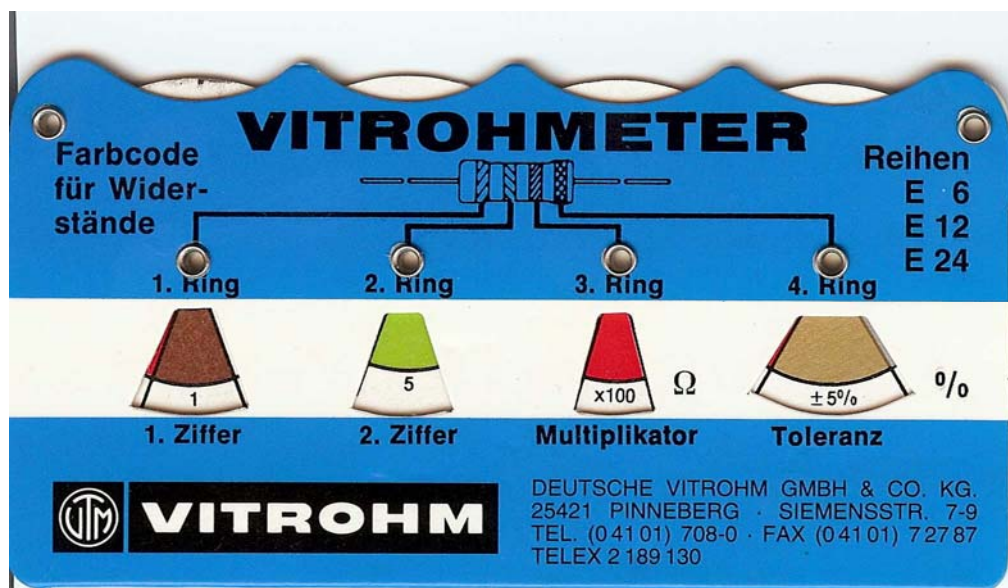
6. feladat

A feladat megoldásához a négy színjelzésű tárcsás színkód meghatározót használhatjuk, mivel a 43 ábrán látható ellenálláson négy színjelzés látható.



43. ábra. Színjelzéssel ellátott ellenállás

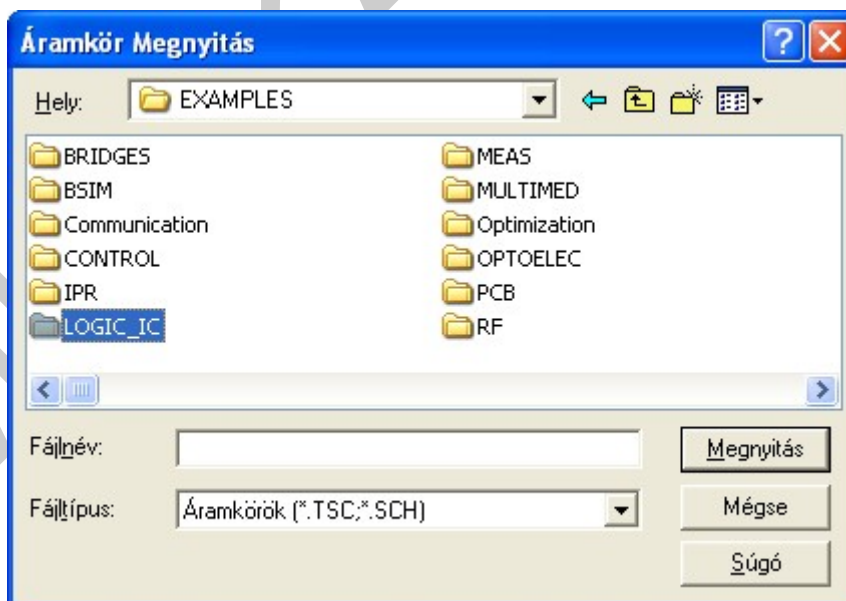
A színkód meghatározó tárcsáit rendre az ellenálláson lévő színekre állítjuk (44. ábra), majd ezt követően leolvassuk az értékeket. Az első szám: 1, a második szám: 5, vagyis a leolvasható számérték 15 lesz, amit a harmadik helyen lévő értékkel (100) kell szorozni. Az így kapott eredmény: 1500Ω vagyis $1,5 \text{ k}\Omega$ lesz. A negyedik számérték az ellenállás tűrését adja meg, mely jelen esetben $\pm 5\%$.



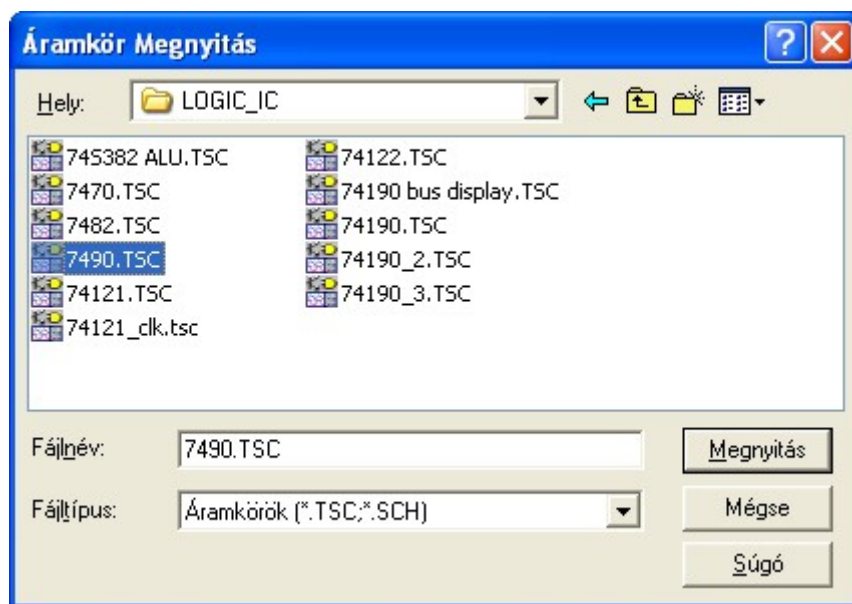
44. ábra. Tárcsás színkód meghatározó

7. feladat

A Tina program indításakor a kezelői felület jelenik meg az eszközzel és alkatrészszorral. Az áramkör megnyitásához először az EXAMPLES könyvtárt kell megnyitni (45. ábra), itt kiválasztjuk és megnyitjuk a "LOGIC_IC" könyvtárat. A könyvtárban kiválasztjuk a megnyitni kívánt áramkört, jelen esetben a 7490. TSC áramkört (46. ábra).



45. ábra. Könyvtár megnyitása



46. ábra. Áramkör megnyitása

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

Magyari Béla–Glofák Péter–Theisz Péter.: Digitális IC–ATLASZ. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1977.

Magyari Béla: TRANZISZTOR–ATLASZ1. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1984.

Dr. Szittyá Ottó: Bevezetés az elektronikába. LSI Oktatóközpont, Budapest, 1996.

U. Tietze – Ch. Schenk: Analóg és digitális áramkörök. Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1993.

Dr. Schnell László főszerkesztő: Jelek és rendszerek mérés technikája. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1985.

AJÁNLOTT IRODALOM

Hegyesi László–Mihály László: Szimuláció az elektronikában Generál Press Kiadó Budapest, 2002.

Kovács Csongor: Digitális elektronika Generál Press Kiadó Budapest, 2002.

A(z) 1396–06 modul 022–es szakmai tankönyvi tartalomeleme
felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
31 522 01 0000 00 00	Elektromos gép- és készülékszerelő

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:
12 óra

MUNKANYAG

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1–2008–0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210–1065, Fax: (1) 210–1063

Felelős kiadó:
Nagy László főigazgató