

## TMR logika

### Bevezetés

Ennek a laboratóriumi gyakorlatnak a célja a TMR (Triple Modular Redundancy) áramkör ismertetése a tényleges kapcsolás megépítésén és bemérésén keresztül. Az áramkört a mellékelt kapcsolási rajz alapján kell egy próbapanelon összeállítani, feléleszteni, majd mérőműszerek segítségével ellenőrizni a működését. A mérés dokumentálására a mérési utasítás végén található forma használható.

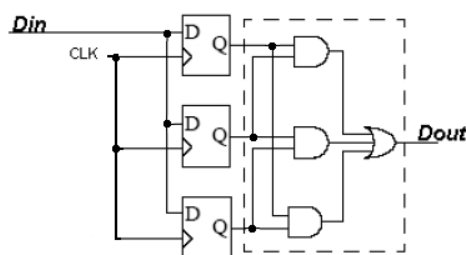
### Áttekintés

Az űrtechnológiában különösen fontos szerepet játszik a megbízhatóság. Ezt nem csak a felhasznált anyagok és alkatrészek kiváló minőségével és a nagyon alapos és mindenre kiterjedő ellenőrzésekkel és tesztekkel érik el, hanem speciális rendszertechnikai, áramköri, kapcsolástechnikai megoldásokat is alkalmaznak. A digitális áramkörök esetében is több ilyen eljárás ismert, ezek mindegyike más-más meghibásodási eshetőségre nyújt fokozott megbízhatóságot.

A TMR logika bitenként tárolt információ védelmére szolgál, a bit értékének külső behatásra történő megváltozása (meghibásodása) esetén is biztosítja a helyes működést. A világűrben az elektronikát a földi körülményekhez képest jelentősen nagyobb sugárzás éri. Ez a kozmikus sugárzásból, a Nap által kibocsájtott részecskéből, vagy a Föld mágneses tere által befogott részecskéből tevődik össze. A tartósan ható sugárzás a dózismennyiség függvényében fokozatos degradációt okozhat a félvezetőkben, továbbá egy-egy különálló, nagy energiájú részecske (pl. proton, alfa-részecske, nehéz-ion) úgynevezett single-event eseményt okozhat, amely a nagy integrálságú, CMOS technológiájú digitális áramkörök működésében kelthet zavart. A single-event egyik fajtája a SEU (Single Event Upset), ami egy átmeneti bithibát okoz végleges félvezető-károsodás nélkül. A jelenség lényege, hogy egy félvezetőben a töltést tároló elemi cellába a külső nagy energiájú részecske töltést visz be, aminek a hatására a tároló bináris állapota megváltozik. A jelenség az SRAM/DRAM cellákat, a mikroprocesszorok regisztereit, a diszkrét vagy programozható logikai áramköröket (FPGA) is érinti. Nyilvánvaló, hogy egy áramkörben, ha működés közben megváltozik egy bit értéke, akkor az akár egy katasztrofális hibát (a teljes misszió kudarcát) is okozhatja.

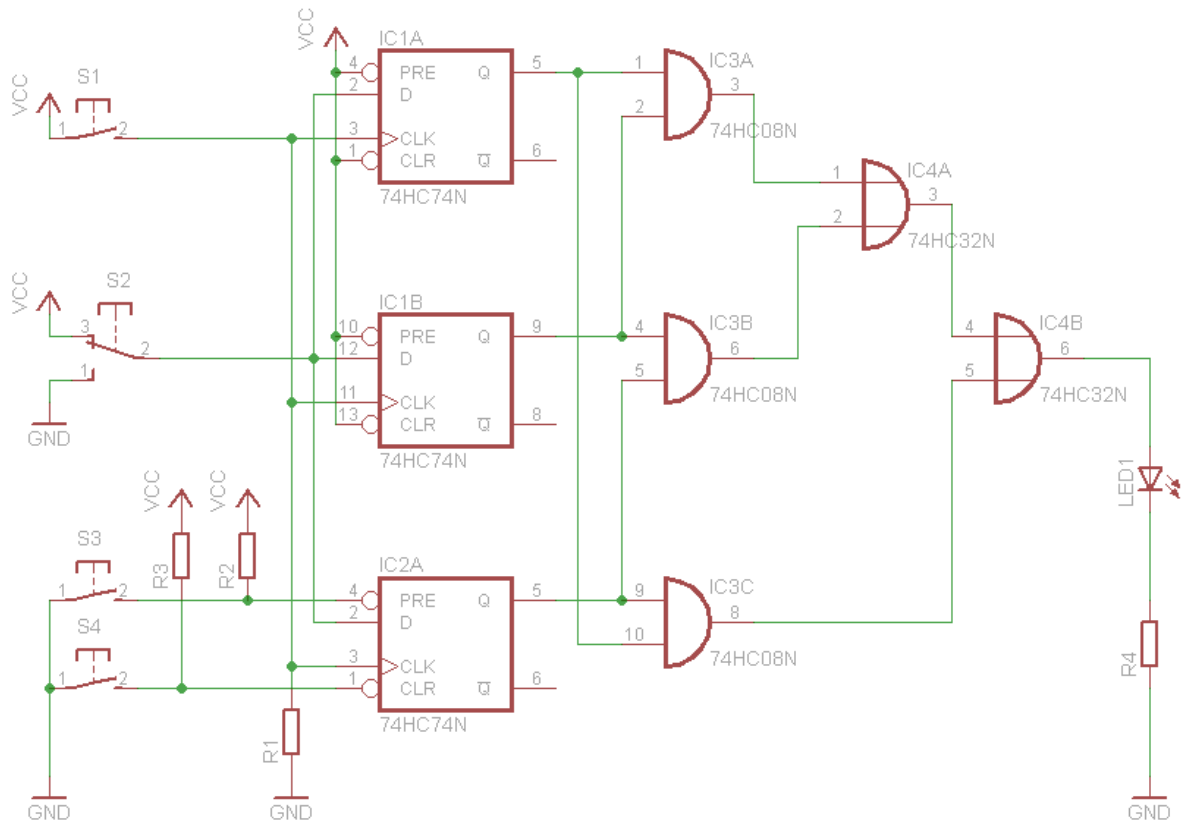
A TMR logika egy többségi döntést megvalósító kapcsolás, ahol minden bitet 3 tárolóba írunk be, és egy szavazó logika dönt a kimeneti bit értékéről. Ez egy bit meghibásodása esetén még helyes működést biztosít, vagyis a legtöbbször megkövetelt egy pont meghibásodásra nyújt védelmet.

Az alábbi ábra a működés elvét mutatja be:



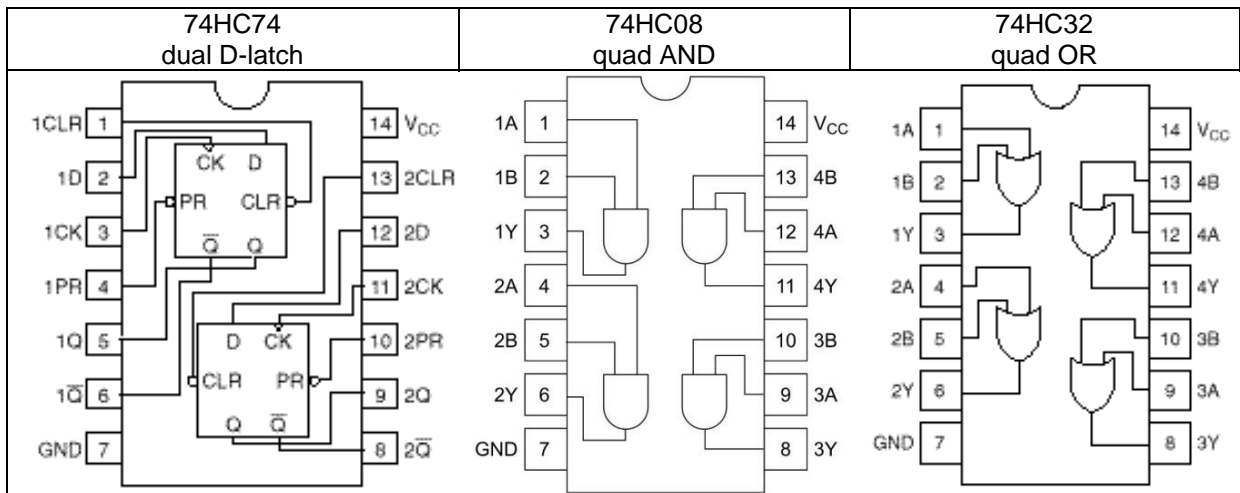
TMR logika

A laborgyakorlat során egy egybites TMR logikát kell diszkrét digitális áramkörökből felépíteni, a működését kapcsolókkal szimulálni és mérőműszerekkel ellenőrizni.



**A felépítendő kapcsolás**

Az áramkört forrasztás nélkül, vezetékezhető próbapanelon kell összeállítani. Az integrált áramkörök 14 lábú DIL tokozottak, lábkiosztásukat az alábbi rajzok mutatják felülnézetből:



A 74HC74 D-tároló működését az IC adatlapjában található táblázat alapján érthetjük meg:

**FUNCTION TABLE**

INPUTS				OUTPUTS	
$\overline{\text{PRE}}$	$\overline{\text{CLR}}$	CLK	D	Q	$\overline{\text{Q}}$
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>	$\overline{\text{Q}}_0$

† This configuration is nonstable; that is, it does not persist when  $\overline{\text{PRE}}$  or  $\overline{\text{CLR}}$  returns to its inactive (high) level.

### A felhasznált eszközök és műszerek

integrált áramkör:

2\*74HC74

1\*74HC08

1\*74HC32

diszkrét alkatrészek:

4\*1 kΩ

LED

nyomógombok

próba panel

laboratóriumi tápegység

oszilloszkóp

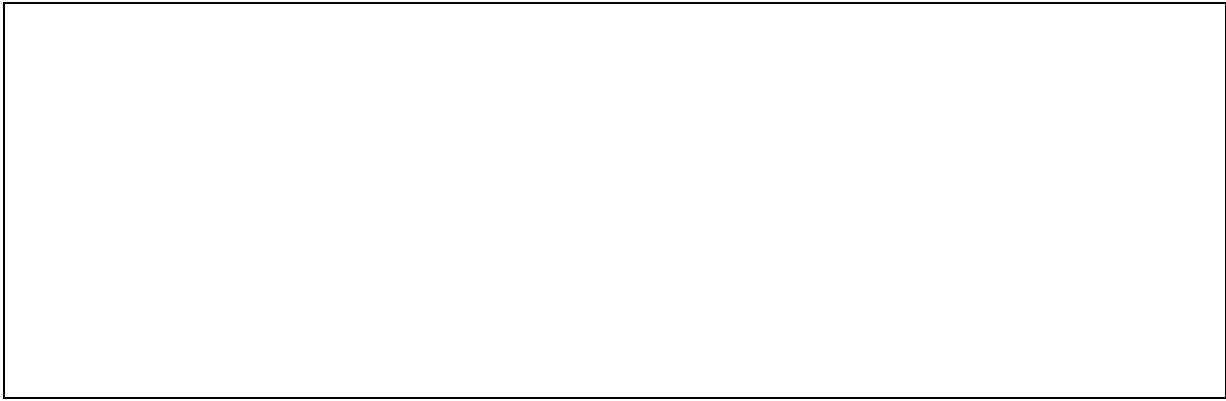
digitális kéziműszer

### Mérési feladatok

A mérés helye: V1-215 labor	A mérés időpontja:
Mérésvezető:	
A mérést végzi:	

1) A mérésvezető útmutatásai alapján építsük fel a mellékelt kapcsolási rajz szerinti áramkört.

2) Írja le röviden az áramkör működési elvét:



3) Ellenőrizze le a helyes működést a visszajelző LED és oszcilloszkóp segítségével!

**Irodalom:**

Az Úrtechnológia (VIHVBV06) előadási anyagai: <http://hvt.bme.hu/~csurgai/urtech/urtech.htm>

Digitális IC adatlapok: <http://www.ti.com/>