

## Tóth István: Élvonalban a kettes számrendszer.

Senki nem vitatja, hogy a kettes számrendszer megismerése szinte az alpműveltség kötelező része ma, a digitális eszközök világában élők számára. Bool és Leibniz nem gondolta volna, hogy munkásságuk ide vonatkozó része már egy 13-14 éves tanuló ismerethalmazának fontos része lehet.

A tudomány a színpadon című projektemnek a létrejöttét két esemény előzte meg. Az egyik egy Nemzeti Tehetség pályázat írása, a másik az iskolámban szervezett megyei természettudományos verseny. A tehetség pályázatban arra gondoltam, hogy a matematika, a technika és az informatika komplex találkozása elmélyítheti a matematika kettes számrendszerbeli alapjait a sok mechanikai szerkezet megépítésével. A tehetségpályázathoz matematikai gyakorlatok és logikai társasjátékok is kapcsolódtak. A megyei természettudományos versenyen kiselőadókat bíztam meg a lentebb bemutatott technikai szerkezetek szakszerű bemutatásával. Rájuk úgy tekintettem mint „profi” ismeretterjesztőkre. A hallgatóság 13-14 éves korosztály volt, közel 50 fővel (gyerekek, szülők, a természettudományos munkaközösség tagjai).

Ezek alapján úgy gondoltam, hogy az így kialakított ismeretsomagnak helye lenne a „Tudomány színpadán”!

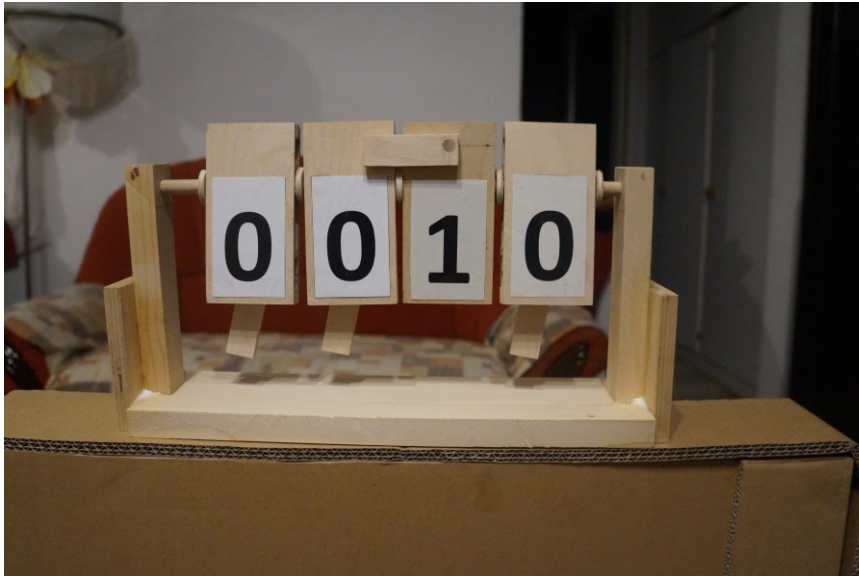
Továbbá bemutatnám azt a hét eszközt, amely a projektem címéhez szeretne igazodni.

**RAMI**: ez egy 4-8 éveseknek ajánlott játék, de 13-14 éveseknek is tud fejtörést okozni. Gyakoroltatja a 10-es számrendszerbeli számok átváltását 2-es számrendszerbe egy fentről lefelé guruló golyó terelgetésével. Többféle mechanika kivitele létezik. Az olasz Quercetti játékgár készíti. Az interneten binary logic toys szavak beírásával lehet rátalálni. (1. ábra)



Érdeemes előbb beállítani a kettes számrendszerbeli számot, majd kezdődhet a golyó legurítása. Ha nagyon kezdő a hallgatóság, érdemes 1-el kezdeni. Később a golyók színei alapján mutatott 10 rendszerbeli számhoz igazodjon a helyiérték állítása.

**CSAPÓ:** a saját készítésű csapó egy kettes számrendszerű számláló, amely fából készült. A szerkezet a Csapó nevet azért kapta, mert egy kis csappantyú képezi a helyiértékek kapcsolódását. Ez a kettes számrendszerű számláló fából készült, segíti megérteni a kettes számrendszer helyiértékeinek a kialakítását. Négy helyiértéke van, ezért csak 15-ig képes számolni. Jobbról balra haladva találhatók az 1-esek, 2-esek, 4-esek, és 8-asok helyiértékei. A szerkezet fő részei: alaplap, tartórúd, számtartó lapocska (egyesek helyiértéke), számtartó lapocska (kettesek helyiértéke), számtartó lapocska (négyesek helyi értéke), számtartó lapocska (nyolcasok helyiértéke), a csapó, távtartó. A szerkezet jobb felső sarkát kézzel kell elforgatni és kezdődhet a számlálás. (2. ábra)



Egy kis odafigyeléssel mindenki készíthet magának egy ilyen szerkezetet.

**NEXT BIT:** a saját készítésű szerkezetnek a funkciója az előzőben bemutatottal megegyező. Ő is számol 4 helyiértékkal. A számlálóban mindig ki kell találni, hogy az egymás melletti helyiértékek, hogy üzennek egymásnak jobbról balra, hogy az új vagy következő helyiérték is elkezdje el a számlálást. A NEXT kifejezés pontosan erre szeretne utalni.



A NEXT-bitben egy sajátos megoldásra találtam. (3. ábra) A NEXT bitet a scichallengen is bemutattam.

**VIZTARTÁLYOS SZÁMLÁLÓ:** Helyezzünk négy tartályt egymás fölé. A felső tartály 1, a második 2, a harmadik 4, és a negyedik tartály pedig 8 egységnyi víz fogadására legyen alkalmas. Illesszünk a tartályokba egy-egy gumicsövet, melynek egyik vége a tartály alján helyezkedik el, a másik pedig áthalad a tartály alján. Ügyeljünk arra, hogy a gumicső görbülete az 1, 2, 4, 8 egységnyi víz felett legyen. Ez az ábra legfelső tartályán jól megfigyelhető. Ha a felső tartály egységnyi vize fölé még egy egységnyi vizet öntünk, akkor a folyadék magassága megemelkedik a tartályban. A gumicsőben is megemelkedett víz, átfolyik a kifolyóba, s azt a gravitációs mező lehúzza. A szívó hatás viszont kiüríti a tartályt és minden folyadék a kétegységnyi tartályba kerül. A többi tartály is ugyanígy viselkedik, csak magasabbak a vízszintek. (4. ábra)



**KETTES ÖSSZADÓGÉP:** A saját készítésű szerkezet felső reteszén 6 helyiérték van, ahol üveggolyókat lehet leejteni a retesz elhúzásával. A golyók az egyet képviselik a maguk helyi értékén. A leeső sávokban elhelyezett kis billentyűk képezik a helyiérték váltásokat. Többszöri golyóejtésekkel a szerkezet összeadásra képes. Az összeget a leesősávok alján képes megmutatni. 63 feletti összegig képes számolni ezek felett a túlcsoordulásokat.



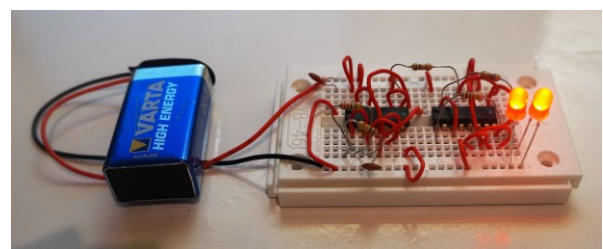
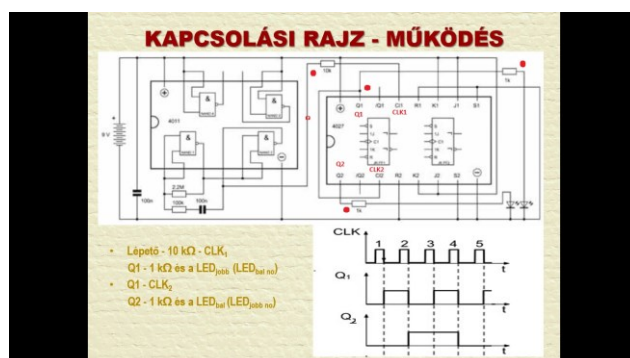
Érdeemes először egyesével beilleszteni a golyókat, így szinte számolja azokat, tehát a számlálás szépen szemléltető. Ezt követően érdemes két számot összeadni. Legutoljára érdemes minden helyiértéket feltölteni egy-egy golyóval és elhúzni a reteszt. Ekkor szépen látható a legnagyobb érték, amit képviselhet a rendszer. Ha még egy golyót hozzáadunk, akkor megmutatható vele a túlcsoordulás.

**LOGIKAI ELEMOK KIFEJEZÉSE PAPÍR KECSKÉVEL:** A cím elég furcsának tűnik. Egy igazi ismeretterjesztő mindent megragad ahhoz, hogy az új ismeretet szemléltetni tudja. Kezdjük azért azzal, hogy mit is tud ez a kecske? Egy kis dobozon áll. Testéből két papír cső kapcsolódik az alaplaphoz, fent kinyúlik a nyaka, melyen egy óriási fej van. A feje alatt két billentyű található. A billentyűk arra valók, hogy lenyomjuk őket.



Ha lenyomjuk a jobb oldalt, nem történik semmi különösebb. Ha lenyomjuk a bal oldalt, ismét nem történik semmi. Ha egyszerre nyomjuk le a két billentyűt, a kecske bólint egyet. Már is megvalósításra került az ÉS logika. Papírból elkészíthetjük a VAGY és akár a NEM logikai kifejezéseket is. Ezután érdemes bemutatni egy igazságtáblázatot a gyerekeknek. Később pedig a logikai kapuk jeleit érdemes bemutatni igazságtáblázatukkal együtt. A papír sablont az interneten találtam.

**2 BITES LED-es SZÁMLÁLÓ (7.ábra):** Leggyorsabban az elektromos áramkörök számolnak. A mechanikai szerkezetek lassúak. Ahhoz, hogy a számolás megvalósuljon, a korábban említett logikai kapukra van szükség, csak nem papírból, hanem félvezetőkből. A papír kapuk bemutatása csak a megértés alapját szolgálta.



A számláló legalább 4 fő részre bontható. Az első a léptető, a második a tároló, a harmadik a kijelző a negyedik pedig a tápegység. A léptető feladata, hogy a számlálás ritmusát vezérelje. „Ő egy karmester”! 0,5 másodpercenként elektromos jelet küld a tárolónak. Ezt egy 4011-es IC oldja meg, melyben több NEM-ÉS logikai kapu áramkör található. Az ábra bal oldalán az IC belső felépítése látható a kivezetésekkel együtt. A jobb oldalon maga az IC. A tároló feladata, hogy emlékezzen az aktuális kijelzett állapotra, amíg a léptetés meg nem történik. Ezt

a feladatot egy 4027-es IC oldja meg, mely két tárolót tartalmaz. A számláló nem a számokat mutatja, hanem LED-ekkel jelez. A világítás a matematika 1-et jelenti, a nem világítás a 0-át. Az ábra az 1,0-át szemlélteti, tízes számrendszerbeli értéke 2. A negyedik rész a tápellátás, mely nem más, mint egy 9 V-os elem. Szerencsére a teljes áramkör kevés energiát igényel, nyugodtan kísérletezgethetünk nem lesz sok a fogyasztás. A 7a.ábrán a kapcsolási rajz látható. Az építő készlet Conrad termék.

A fentebb bemutatott eszközök sorrendjét fontosnak tartom didaktikai szempontból. A 10-es helyiértékek ismétlésével indul (RAMAI), majd fokozatosan bemutatja a kettes helyi értékeit. Mindezeket legalább három kettes számrendszerű számláló gyakoroltatja (CSAPÓ, NEXT BIT, VIZES tartályos). Az összeadó gép már túllép a helyiértékek bemutatásán, azaz összead. Kiemelhető vele az összeadás technikai korlátja is. Ez a gyakorlatban is így van. A PAPÍRKECSKE bemutatása egy kis szellemi pihentető az eszközök sorrendjében, de a kapuk világába vezet és nem tagadom a 2 bites számláló már nagyobb szellemi teljesítményt követel. Szinte középiskola korosztályos. Ezt tapasztaltam a kiselőadóm hallgatóságán. Az előadóm szerencsére nagyon magabiztos és egyedi volt így nagy tapsot kapott.

Én ebben az évben így tisztelegtem az elődök munkásságának, magam köré gyűjtve ismeretterjesztésre csábított tanítványaimat. Az előadásokat egy kis tanulmányba is foglalva. (8.ábra)



8000 Selmereháziúti, Gyöngy/Császár tér 3.  
Tel.: (20) 311-2111  
E-mail: szimel.veszes@szivanyim.hu  
OAI: 030258

## Élvonalban a kettes számrendszer

Számológép, összeadók és logikai kapuk



Kalandozás a Természettudomány Birodalmában  
Technikai bemutató  
2017/2018-es tanév

Szerkesztő:  
Tóth István  
Fizika, technika, informatika szaktanár

Előadó:  
Mészáros Kriszta – S.a. Gál Edit – S.a. Orvos Péter – S.a.  
Kéri László – S.a. Pálfi László – T.a.  
Fekete Ferenc – T.a., Kóvári Zoltán – T.a. osztályos tanulók