# DIGITÁLIS TECHNIKA I

**Dr. Lovassy Rita**
**Dr. Pődör Bálint**

*Óbudai Egyetem KVK*
*Mikroelektronikai és Technológia Intézet*

**9. ELŐADÁS**



A jelen előadáshoz kapcsolódó jegyzetrészek:

Sándor T., Takács G. Segédlet az Informatika alapjai I. című tárgy számrendszerek fejezetéhez
Rőmer jegyzet 146-160 old., 179-181 old.
Zsom jegyzet I, 19-49 old., 297-299 old.
Gál könyv 132-145 old., 167-201 old.
http://users.atw.hu/tfginfo/ht/hardver/szamabr.pdf
Sándor T.; Takács G.:Segédlet az Informatika alapjai I. című tárgy számrendszerek fejezetéhez



## BINÁRIS KIVONÁS KETTES KOMPLEMENSSEL

A számítógépek a kivonást a kettes komplemens segítségével végzik.
VIGYÁZAT!!! A kivonandót is annyi bittel kell felírni, ahány bites a kisebbítendő!

A kivonás az összeadásra vezethető vissza
pl. 8 - 3 = 8 + (-3)



## OKTÁLIS KIVONÁS ELŐJEL NÉLKÜLI SZÁMÁBRÁZOLÁSBAN

67 o
\- 36 o

31 o

részletesen:

7 - 6 = 1 o átvitel 0
6 - 3 = 3 o átvitel 0



## HEXADECIMÁLIS KIVONÁS ELŐJEL NÉLKÜLI SZÁMÁBRÁZOLÁSBAN

37 h
-1E h

19 h

részletesen:

7-E = 9 h átvitel 1 (a kivonás valójában így néz ki:
17 h-E h=9 h, és az átvitel ezért keletkezik)

3-1-1 = 1h átvitel 0.



## BINÁRIS SZORZÁS

Az A x B = P bináris szorzás szorzótáblája (bináris ”egyszeregy”) igen egyszerű

| A | B | P |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

Lényegében azonos a logikai ÉS kapcsolattal (logikai szorzás)

## BINÁRIS SZÁMOK SZORZÁSA

A bináris számok szorzása ugyanúgy történik, mint a decimális számoké:

- ha a szorzó soronkövetkező számjegye 1-es, akkor összeadás következik,
- ha 0-as, akkor nincs összeadás.

Minden helyértéknél léptetjük a részletszorzatot a megfelelő irányba.

7

## BINÁRIS SZORZÁS ELVÉGZÉSE

100100 x 1011 $\Rightarrow$ 36 x 11

| | |
|---|---|
| 100100 | 1. részletszorzat |
| 100100 | 2. részletszorzat |
| 1101100 | összeg |
| 000000 | 3. részletszorzat |
| 01101100 | összeg |
| 100100 | 4. részletszorzat |
| 110001100 | végösszeg $\Rightarrow$ 396 |

8

## BINÁRIS SZORZÁS VÉGREHAJTÁSA

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| szorzandó | | | | $x_3$ | $x_2$ | $x_1$ | $x_0$ | multiplicand |
| szorzó | | | | $y_3$ | $y_2$ | $y_1$ | $y_0$ | multiplier |
| | | | $(xy_0)_4$ | $(xy_0)_3$ | $(xy_0)_2$ | $(xy_0)_1$ | $(xy_0)_0$ | $pp_0$ |
| | | $(xy_1)_4$ | $(xy_1)_3$ | $(xy_1)_2$ | $(xy_1)_1$ | $(xy_1)_0$ | | $pp_1$ |
| | $(xy_2)_4$ | $(xy_2)_3$ | $(xy_2)_2$ | $(xy_2)_1$ | $(xy_2)_0$ | | | $pp_2$ |
| $(xy_3)_4$ | $(xy_3)_3$ | $(xy_3)_2$ | $(xy_3)_1$ | $(xy_3)_0$ | | | | $pp_3$ |
| $p_7$ | $p_6$ | $p_5$ | $p_4$ | $p_3$ | $p_2$ | $p_1$ | $p_0$ | |

p: szorzat pp: rész-szorzat

9

## BINÁRIS SZORZÁS ALGORITMUSA

P = A x B

$$A = \sum_{i=0}^{n-1} A_i 2^i \quad \text{és} \quad B = \sum_{i=0}^{m-1} B_i 2^i$$

a részletszorzatok

$$P_k = B_k \sum_{i=0}^{n-1} A_i 2^i = 0 \text{ ha } B_k = 0, \text{ és } = A \text{ ha } B_k = 1$$

a teljes szorzat

$$P = \sum_{k=0}^{m-1} P_k 2^k = \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{k=0}^{m-1} (A_i B_k) 2^{i+k}$$

10

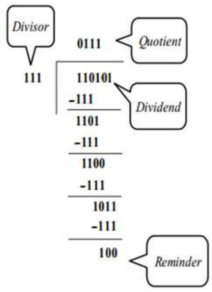
## BINÁRIS SZÁMOK OSZTÁSA

A szokásos decimális ”kézi” osztáshoz hasonlóan végezhető.

Visszaállító algoritmus, illetve visszaállítás nélküli algoritmus.

11

## BINÁRIS SZÁMOK OSZTÁSA




| X | | Y | Q | Action |
|---|---|---|---|---|
| 110 | < | 111 | $Q_1 = 0$ | Do Not Subtract |
| 1101 | > | 111 | $Q_2 = 1$ | Subtract |
| 1100 | > | 111 | $Q_3 = 1$ | Subtract |
| 1011 | > | 111 | $Q_4 = 1$ | Subtract |

http://www.sonoma.edu/users/f/farahman/sonoma/courses/es310/labs/division.pdf 12

## LEBEGŐPONTOS SZÁMÁBRÁZOLÁS

$$N = m \cdot 2^k$$

m – mantissza
k - karakterisztika

$$\frac{1}{2} < |m| < 1$$

az első számjegy mindig 1

$$0.000111011 = 0.111011 \cdot 2^{-3}$$
$$10.00110 = 0.1000110 \cdot 2^{+2}$$

megnöveli a számtartományt
lehetővé teszi a törtszámok ábrázolását

---

- Mivel a mantissza első, legnagyobb helyiértéke mindig 1, ezért ezt nem kell tárolni, helyette az első bit az előjel, a szám mantisszája pl. 7 biten ábrázolódik.
- Nem kell tárolni a hatványalapot sem, mert az 2. A kitevőt (karakterisztikát) *többletes ábrázolással* vesszük.

---

1. BCD típusú és egyéb különleges kódok
2. Összegzés BCD kódban

15

---

## DECIMÁLIS SZÁMJEGYEK BINÁRIS KÓDOLÁSA

Információ ábrázolás és feldolgozás: tiszta bináris (és 1-es, valamint 2-es komplemens) kód.

Adat be- és kivitel: tízes számrendszer.

10-es számrendszer egyes számjegyei (a 10 szimbólum, 0, 1, ... 9) kifejezése bináris kóddal:

binárisan kódolt decimális kód

Binary Coded Decimal (BCD)

16

---

## NORMÁL BCD KÓD

Természetes kód
- Minden számjegyhez a 4-bites bináris kódját rendeli
- Természetes helyérték: 8 4 2 1

$d = 8a_4 + 4a_3 + 2a_2 + 1a_0$

A hat nem megengedett kombináció (1010, ... 1111) neve pszeudotetrád.

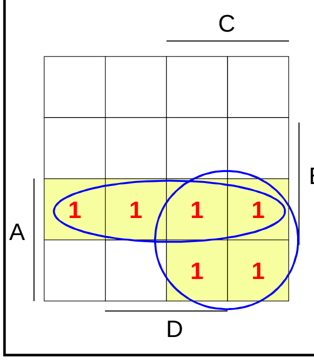
| Decimal digit | 8421 code |
|---|---|
| 0 | 0000 |
| 1 | 0001 |
| 2 | 0010 |
| 3 | 0011 |
| 4 | 0100 |
| 5 | 0101 |
| 6 | 0110 |
| 7 | 0111 |
| 8 | 1000 |
| 9 | 1001 |
| unused | 1010 |
| | 1011 |
| | 1100 |
| | 1101 |
| | 1110 |
| | 1111 |

Érvényes kódszavak

Nem használt, illetve érvénytelen kódszavak

---

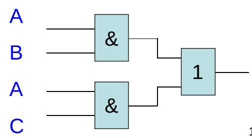
## PSZEUDOTETRÁDOK AZONOSÍTÁSA A KARNAUGH TÁBLÁN




Minimalizálás után

P = A B + A C

Hibajelző:




18

## ARITMETIKAI MŰVELETEK, ÖSSZEADÁS TETRÁD KÓDBAN

A digitális rendszerek és a számítógépek jelentős része a négy aritmetikai műveletet, illetve azok egy részét közvetlenül a binárisan kódolt decimális (BCD) számokon is el tudja végezni.

Pl. a mikroprocesszorok alkalmasak BCD kódbeli összeadására, egy részük kivonására is. Egyes célprocesszorok a BCD kódú, szorzást illetve osztást is el tudják végezni.

Az összeadást a közönséges bináris összeadásra vezetik vissza. Elve az, hogy az operandusok egyes tetrádjait közönséges bináris számoknak tekintve tetrádonként elvégzik az összeadást, majd ha szükséges (pszeudotetrádok keletkeznek) korrigálják az eredményt.

19

## ÖSSZEADÁS KÖZÖNSÉGES BCD (8421 SÚLYOZÁSÚ) KÓDBAN

Ha két tetrád összege nem nagyobb mint 9, akkor az eredmény helyes, nincs szükség korrekcióra.

Ha az eredmény nagyobb mint 9 (ekkor átvitel és pszeudotetrád lép fel) akkor az eredmény csak binárisan helyes, BCD kódban nem. Ekkor a korrekció 6 (decimális) azaz 0110 (bináris) hozzáadásával elvégezhető.

Mindezt a legalacsonyabb helyértéktől kezdve tetrádról tetrádra haladva kell elvégezni.

20

## BCD (8421) ÖSSZEADÁS

Példa:

| decimális | BCD |
|---|---|
| 427 | 0100 0010 0111 |
| + 131 | + 0001 0011 0001 |
| 558 | 0101 0101 1000 |

Mivel egyetlen helyértéken sem volt az összeg 9-nél nagyobb, ezért korrekcióra nem volt szükség

21

## BCD ÖSSZEADÁS: +6 KORREKCIÓ

| | | |
|---|---|---|
| 789 | 0111 1000 1001 | |
| + 213 | + 0010 0001 0011 | |
| 1002 | 1001 1001 1100 | |
| | + 0110 | +6 korrekció |
| | 1001 1010 0010 | |
| | + 0110 | +6 korrekció |
| | 1010 0000 0010 | |
| | + 0110 | +6 korrekció |
| | 1 0000 0000 0010 | |

22

## BCD (8421) ÖSSZEADÁS ALGORITMUSA

$A_{BCD} +_{BCD} B_{BCD} = A_{BCD} +_{bin} B_{BCD}$

ha $A_{BCD} +_{bin} B_{BCD} \leq 9$

$A_{BCD} +_{BCD} B_{BCD} = A_{BCD} +_{bin} B_{BCD} +_{bin} 6_{BCD}$

ha $A_{BCD} +_{bin} B_{BCD} > 9$

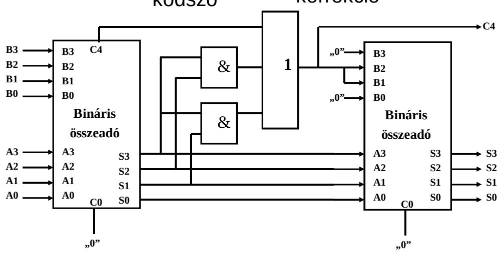
23

## BCD KÓDÚ ÖSSZEADÁS

Átvitel két dekád között

A + B > 9. érvénytelen kódszó

Decimális 6 (bináris 0 1 1 0) korrekció




24