

**PROBLEM 1:****a)**

Die Zahl  $32 = 2^5$  hat im 2-Komplement dieselbe Darstellung wie in der B+V-Darstellung, nämlich  $010000$ . Dabei wird im ersten Fall die Null gebraucht um zu signalisieren, dass die Zahl als positive Zahl gerechnet werden soll, würde sie fehlen, würde die Zahl  $-32$  dargestellt werden. Im zweiten Fall stellt die erste Null genau das Vorzeichen dar, ohne diese wäre die Zahl  $-0$ .

**b)**

Die Zahlen  $49 = 32 + 16 + 1$  und  $73 = 64 + 8 + 1$  haben die 9-Bit Binärdarstellung  $000110001$  und  $001001001$ , sowohl im 2-Komplement, als auch in der B+V-Darstellung. Die Zahl  $-73$  ist dann  $110110111$  im 2-Komplement und  $101001001$  in der B+V Darstellung. Im 2-Komplement ergibt die bitweise Addition dann  $111101000$ , was wir durch invertierung und addition von 1 in  $000101000$  umwandeln und somit die Dezimalzahl  $-24$  erhalten. In der B+V-Darstellung müssen wir zunächst die beiden Zahlen vertauschen und erhalten so das negative Vorzeichen, dann subtrahieren wir bitweise und landen bei  $100101000$ , was wiederum  $-24$  entspricht.

**c)**

In der 2-Komplement Darstellung gibt es nur eine 0 und man braucht keine Operation fürs Subtrahieren, sondern nur eine fürs Addieren und Negieren.

**PROBLEM 2:****a)**

$$(45)_{16} + (13444)_8 - (10001110)_2 + (11110)_{10}$$

$$4 \cdot 16 + 5 \\ = 69$$

$$1 \cdot 8^4 + 3 \cdot 8^3 + 4 \cdot 8^2 + 4 \cdot 8 + 4 \\ = 4096 + 3 \cdot 512 + 4 \cdot 64 + 32 + 4 \\ = 4096 + 1536 + 256 + 36 \\ = 5924$$

$$1 \cdot 128 + 0 \cdot 64 + 0 \cdot 32 + 0 \cdot 16 + 1 \cdot 8 + 1 \cdot 4 + 1 \cdot 2 + 0 \\ = 128 + 8 + 4 + 2 \\ = 142$$

$$69 + \\ 5924 + \\ 142 + \\ 11110 = \\ 17245$$

**b)**

$$(111011 \cdot 2^2)_2 + (11110 \cdot 2^4)_2 - (101 \cdot 2^2)_2 \cdot (11 \cdot 2^1)_2$$

$$(11101100 + 111100000 - 10100 \cdot 110)_2$$

$$10100 \cdot 110 \\ 10100 \quad + \\ 10100 \quad + \\ 00000 \quad = \\ 1111000$$

$$1111000 - 1111000 + 111100000 \\ = 111100000$$

$$1 \cdot 256 + 1 \cdot 128 + 1 \cdot 64 + 1 \cdot 32 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 \\ = 256 + 128 + 64 + 32 \\ = 380$$

**c)**

$$(11010100000)_2 \cdot 2^{(-3)} + (332545)_8 \cdot (8)_{10} - (FEEF)_{16}$$

$$(11010100000)_2 \cdot 2^{(-3)} \\ = (11010100)_2 \\ = 1 \cdot 128 + 1 \cdot 64 + 0 + 1 \cdot 16 + 0 + 1 \cdot 4 + 0 + 0 \\ = 128 + 64 + 16 + 4 \\ = 22$$

$$(332545)_8 \\ = 3 \cdot 8^5 + 3 \cdot 8^4 + 2 \cdot 8^3 + 5 \cdot 8^2 + 4 \cdot 8 + 5 \\ = 111973$$

$$111973 \cdot 8 \\ = 895784$$

$$(FEEF)_{16} \\ = 15 \cdot 16^3 + 14 \cdot 16^2 + 14 \cdot 16 + 15 \\ = 65263$$

$$212 + \\ 895784 - \\ 65263 = \\ 830733$$

**d)**

$$(1101.1001)_2 + (11.11)_2 + (111.11100 \cdot 2^{-3})_2$$

$$(1101.1001 + 11.11 + 0.11111100)_2$$

$$\begin{array}{r} 1101.1001 \\ + \\ 11.11 \\ + \\ 00.11111100 \\ \hline 10010.01001100 \end{array}$$

$$\begin{aligned} (10010.010011)_2 &= 1 \cdot 16 + 1 \cdot 2 + 1/4 + 1/32 + 1/64 \\ &= 16 + 2 + 0.25 + 0.03125 + 0.015625 \\ &= 18.296875 \end{aligned}$$

0	A: 10	K: 20	U: 30
1	B: 11	L: 21	V: 31
2	C: 12	M: 22	W: 32
3	D: 13	N: 23	X: 33
4	E: 14	O: 24	Y: 34
5	F: 15	P: 25	Z: 35
6	G: 16	Q: 26	
7	H: 17	R: 27	
8	I: 18	S: 28	
9	J: 19	T: 29	

**e)**

$$(ICH)_{23} + (DU)_{32}$$

$$\begin{aligned} 18 \cdot 23^2 + 12 \cdot 23 + 17 + 13 \cdot 32 + 30 \\ = 10261 \end{aligned}$$
**f)**

$$(BORG)_{31} - (70F9)_{29}$$

$$\begin{aligned} 11 \cdot 31^3 + 24 \cdot 31^2 + 27 \cdot 31 + 16 - 7 \cdot 29^3 - 0 - 15 \cdot 29 - 9 \\ = 180451 \end{aligned}$$
**PROBLEM 3:****a)**

```
CLEAR R =
loop:
    DBNZ R, loop
```

**Helper)**

```
DEC R =
    DBNZ R, end
end:

INC R =
    CLEAR A
    DEC A
loop:
    DEC R
    DBNZ A, loop
```

**b)**

```
GOTO label =
    CLEAR A
    INC A
    DBNZ A, label
```

**c)**

```
NEG R, B =
    CLEAR S
loop:
    DEC S
    DBNZ R, loop
```

**d)**

```
SUB R, S =
    INC R
    DBNZ R, end
loop:
    DEC S
    DBNZ R, loop
end:
```

**e)**

```
ADD R, S =
    NEG R, B
    SUB B, S
```

**f)**

```
MOV A, B =
    CLEAR B
    ADD A, B
```

**g)**

```
COPY A, B =  
  MOV A, R  
  CLEAR A  
  CLEAR B  
  INC R  
  DBNZ R, end  
loop:  
  INC A  
  INC B  
  DBNZ R, loop  
end:
```