

## Int arithmetic - bin - signed (twc) - addition

- Die Regeln für die Binäre Addition für unsigned int kann genauso auf die Binäre Addition für signed int (twc) verwendet werden
- -> **Großer Vorteil -> weite Verbreitung des two's complement**
- Beispiel **52dec-101dec= 52dec+(-101dec):**

$$\begin{array}{rcll} & 0011 & 0100 & ( \quad 52) \\ + & 1001 & 1011 & ( \quad 101) \quad // \text{twc}(0110 \ 0101)=1001 \ 1011 \\ & \textcolor{red}{11} & & \\ \hline = & 1100 & 1111 & (- \ 49) \quad // \text{twc}(1100 \ 1111)=0011 \ 0001=49\text{dec} \end{array}$$

- Anm: Achtung overflow mit Vorzeichenwechsel!
  - $0x7F + 0x01 \rightarrow 0x80$
  - $(127 + 1 \rightarrow -128)$

## Int arithmetic - bin - signed (twc) - addition - Übung

- Berechnen Sie im Binärsystem durch Addition des TWCs 33dec - 7dec mit 8 Bit:
- Beispiel:

$$\begin{array}{rcl} 0010 & 0001 & ( 33) \\ + & & (- 7) \\ \\ = & \text{?} & ( \quad ) \end{array}$$

---

## Int arithmetic - bin - unsigned - division

- Die Binäre Division kann ähnlich wie die klassische dezimale Division per Hand durchgeführt werden
- Beispiel **28dec / 5dec:**

28=Divident, 5= Divisor, Ergebnis=Quotient

0001\_1100 0101 //führende Nullen weglassen!

11100 : 101 = 101 R 11

101

01000      \_\_\_\_\_

101

111

0011      \_\_\_\_\_

## Int arithmetic - bin - unsigned - division - Übung

- Division 33dec / 5dec im Binärsystem:

0010\_0001 : 0101 //führende Nullen weglassen!

100001 : 101 =

## Int arithmetic - hex - unsigned - addition

- Die hexadezimale Addition kann ähnlich wie die klassische dezimale Addition per Hand durchgeführt werden
- Übertrag passiert nun nicht bei 10 sondern bei 16
- Beispiel:

$$\begin{array}{rcl} & 48 & ( 72) \\ + & 3A & ( 58) \\ & \textcolor{red}{1} & \\ = & 82 & \underline{(130)} \end{array}$$

## Int arithmetic - hex - unsigned - addition - Übung

- Addition im Hex-System:

$$\begin{array}{rcl} & 7\text{ABB} & (31419) \\ + & 2\text{A16} & (10774) \\ \hline = & & ( \quad ) \end{array}$$

## Int arithmetic - hex - unsigned - multiplication

- Beispiel Multiplikation  $45_{\text{dec}} * 18_{\text{dec}} (=810_{\text{dec}})$  im Hex-System:

$45_{\text{dec}} \rightarrow 2d$

$18_{\text{dec}} \rightarrow 12$

**$2d * 12$**

$2d$

$5a \text{ NR (dec) : } 2 * 13 = 26;$

**1**

$2 * 2 + 1 = 5$

$= 32a$

---

$26 / 16 = 1R a$

$1 / 16 = 0R 1$

**$\rightarrow 26_{\text{dec}} = 1a_{\text{hex}}$**

## Int arithmetic - hex - unsigned - multiplication - Übung

- Multiplikation 62dec \* 20dec(=1240dec) im Hex-System:

62dec → 3e

20dec → 14

3e \* 14

=

---



## Int arithmetic - hex - unsigned - subtraction - pos. result

- Die hexadezimale Subtraktion kann ähnlich wie die klassische dezimale Subtraktion per Hand durchgeführt werden
- Beispiel:

$$\begin{array}{rcll} & 76 & (118) & \text{Minuend} \\ - & 3A & ( 58) & \text{Subtrahend} \\ & \textcolor{red}{1} & & \\ = & 3C & ( 60) & \end{array}$$

---

## Int arithmetic - hex - unsigned - subtraction - pos. Result - Übung

- Subtraktion im Hexadezimalsystem 35640dec-17530dec:

$$\begin{array}{r} 8B38 \quad (35640) \\ - 447A \quad (17530) \\ \hline = \quad ( \quad ) \end{array}$$

## Int arithmetic - hex - unsigned - subtraction - neg. result

- Die hexadezimale Subtraction kann ähnlich wie die klassische dezimale Subtraction per Hand durchgeführt werden
- Beispiel:

	3A	( 58)	Minuend
-	76	(118)	Subtrahend
	<sup>1</sup>		
=	C4	196	!= ( -60)

---

Das klassische schriftliche  
Subtrahieren funktioniert  
nicht für ein negatives  
Ergebnis!

!!! Nicht richtig!!!  
So bitte nicht rechnen!!!

-> Wie dann rechnen wenn  
Minuend < Subtrahend ?  
-> -(subtrahend - minuend)

## Int arithmetic - hex - subtraction - complement addition - complement16

- Ähnlich wie im Binärsystem, kann man die hexadezimale Subtraktion durch eine hexadezimale Addition mit Komplement (16er-komplement) durchzuführen
- Das Komplement berechnet man wie folgt:
- Beispiel:  $\text{compl}_{16}(76) :$   
 $7 + x = F \rightarrow 8$   
 $6 + x = F \rightarrow 9$   
 $\rightarrow \text{compl}_{16}(76) = 89 + 1 = 8A$
- Zusammengefasst: Alle Stellen werden auf 15 ergänzt und zum Schluss noch 1 addiert

## Int arithmetic - hex - subtraction - complement addition

- Ähnlich wie im Binärsystem, kann man die hexadezimale Subtraktion durch eine hexadezimale Addition mit Komplement (16er-komplement) durchzuführen
- Die Subtraktion berechnet sich wie folgt:
- Beispiel: 0x3A-0x76

3A ( 58)  
+ 8A (-118) //comp116(76)=89+1=8A

**1**  
= C4 (-60) //comp116(C4)=3B+1=3C

->dec->60dec

(vgl. Folie Int arithmetic - hex  
- unsigned - subtraction - pos.  
result)

## Int arithmetic - hex - subtraction - complement addition - Übung

- Berechnen Sie im Hex-System durch Addition des Komplements **17530dec-35640dec** bzw. **0x447A-0x8B38**

$$\begin{array}{rcl} & 447A & (17530) \\ + & & (35640) \quad // \text{comp}_{16}(8B38) = \\ = & & ( \quad ) \end{array}$$

---

## Int arithmetic - hex - unsigned - division

- Die hexadezimale Division kann ähnlich wie die klassische dezimale Division per Hand durchgeführt werden
- Beispiel **342dec / 20dec bzw. 0x156 : 0x14**

342=Dividend, 20= Divisor, 17dec R 2dec=Ergebnis=Quotient

156    14

156 : 14 = 11 R 2

14

016

14

02

## Int arithmetic - hex - unsigned - division - Übung

- Division 18811dec / 37dec bzw. 0x497B / 0x21 im Hex-System:

$$497B : 21 =$$