

Name, Vorname	
Matrikelnummer	
Studiengang	
Unterschrift	Tag der Prüfung: 05. Februar 2022

Bitte beachten!

1. Prüfen Sie, ob Ihre Klausur vollständig ist. Sie muss aus den durchnummerierten Seiten von 1 bis 10 bestehen. Nehmen Sie die Klausur bitte nicht auseinander. Falls Sie ein unvollständiges Exemplar erhalten haben, lassen Sie sich bitte eine einwandfreie Klausur aushändigen.
2. Zum Bestehen der Klausur sind 50% der Punktzahl erforderlich.
3. Die Bearbeitungszeit beträgt 90 Minuten.
4. Außer einfachen (nicht programmierbaren) Taschenrechnern, eine Formelsammlung und die Vorlesungsmaterialien sind keine Hilfsmittel zugelassen.
5. Das Betreiben von Mobiltelefonen und Computern ist im Prüfungsraum bzw. während der Prüfung nicht erlaubt.
6. Schreiben Sie bitte gut leserlich und nicht mit Bleistift. Ihre Klausur wird ansonsten nicht gewertet. Lassen Sie einen Korrekturrand von mindestens 4 cm frei. Nutzen Sie ausschließlich die vorgegebenen Blätter.
7. **Achtung:** Für alle Berechnungen sind die vollständigen Rechenwege anzuführen. Sonst wird die Aufgabe nicht gewertet!

Mit der Unterschrift bestätigen Sie, dass Sie prüfungsfähig sind und zu Beginn der Klausur die vollständigen Unterlagen erhalten haben.

Anmerkung: Maximale Punktzahl= 100 Punkte, 100% = 100 Punkte; Note 1.0  $\geq$  95%  
(Punkte/Note: 95/1,0; 90/1,3; 85/1,7; 80/2,0; 75/2,3; 70/2,7; 65/3,0; 60/3,3; 55/3,7; 50/4.0)

<b>Aufgabe</b>	1	2	3			
erreichbare Punkte	40	30	30			
erreichte Punkte						

Zusatzleistung:

Punkte:

Note:

Ort und Datum:

Unterschrift:

Punkte  
40

**Aufgabe 1 Arithmetik für Dualzahlen**

Die Matrikelnummer besteht aus einem Buchstaben, gefolgt von 6 Ziffern (M/S)  $x_5 x_4 x_3 x_2 x_1 x_0$ .

- a) Wandeln Sie die unteren und oberen 3 Stellen der 6-stellige Zahl **ihrer Matrikelnummer**, interpretiert als Ganzzahl zur Basis  $b=10$ , in eine 12-Bit Dualzahl  $N_a$  bzw.  $N_b$  um. Verwenden Sie dazu die **Restwertmethode**. [5 Pkt.]

$$\begin{aligned} \text{Hinweis: } N_m &= (M) x_5 x_4 x_3 x_2 x_1 x_0 \\ &= (M) \underbrace{x_5 \cdot b^{5-3} + x_4 \cdot b^{4-3} + x_3 \cdot b^{3-3}}_{\text{obere 3 Stellen: } N_b} + \underbrace{x_2 \cdot b^2 + x_1 \cdot b^1 + x_0 \cdot b^0}_{\text{untere 3 Stellen: } N_a} \end{aligned}$$

Beispiel (M) 111999  $\Rightarrow N_a = 999, N_b = 111$

Verwenden Sie die gegebene Tabellen:

Zahl $N_a$	b	v	z	Zahl $N_b$	b	v	z
	÷ 2	=	Rest:		÷ 2	=	Rest:
	÷ 2	=	Rest:		÷ 2	=	Rest:
	÷ 2	=	Rest:		÷ 2	=	Rest:
	÷ 2	=	Rest:		÷ 2	=	Rest:
	÷ 2	=	Rest:		÷ 2	=	Rest:
	÷ 2	=	Rest:		÷ 2	=	Rest:
	÷ 2	=	Rest:		÷ 2	=	Rest:
	÷ 2	=	Rest:		÷ 2	=	Rest:
	÷ 2	=	Rest:		÷ 2	=	Rest:
	÷ 2	=	Rest:		÷ 2	=	Rest:
	÷ 2	=	Rest:		÷ 2	=	Rest:
	÷ 2	=	Rest:		÷ 2	=	Rest:

- b) Bilden Sie die **Quersumme**  $N_c$  der 6-stelligen Ganzzahl ihrer Matrikelnummer. Die einzelnen Stellenwerte werden interpretiert als Ganzzahl zur Basis  $b=10$ . Wandeln Sie die Quersumme in eine Dualzahl um (**Restwertmethode**). Die Quersumme ist der Divisor. Bilden Sie den Quotienten

$$N_{q,zw} = \frac{N_a + N_b}{N_c} = \frac{N_s}{N_c}$$

mit den Zahlen  $N_a$  und  $N_b$  aus Aufgabenstellung a). Der Quotient als auch Restwert  $N_r$  sind jeweils als Ganzzahlen darzustellen. Zu verwenden ist der Restoring Algorithmus. [5. Pkt]

Zahl $N_c$	b	v	z
$\div$	2	=	Rest:
$\div$	2	=	Rest:
$\div$	2	=	Rest:
$\div$	2	=	Rest:
$\div$	2	=	Rest:
$\div$	2	=	Rest:
$\div$	2	=	Rest:
$\div$	2	=	Rest:
$\div$	2	=	Rest:
$\div$	2	=	Rest:
$\div$	2	=	Rest:

Hinweis:  $N_c = \sum_{i=0}^{n=5} x_i$

- c) Bilden Sie das Produkt  $N_p$  der beiden Zahlen  $N_a$  und  $N_b$  aus Aufgabenstellung a) unter Verwendung des **Verfahrens nach Booth** (Radix=2). Werten Sie sowohl  $N_a$  als auch  $N_b$  als Multiplikator aus. Führen Sie die Addition der Partialprodukte auf Bit-Ebene aus. [10 Pkt.]
- d) Berechnen Sie die Quadratwurzel  $N_{sqr}$  aus der **Quersumme**  $N_c$  (Aufgabenteil b) unter Verwendung des **Non-Restoring Algorithm**. Als Startwert für die Berechnung verwenden Sie bitte  $N_q^{(0)} = \{2\}_{10}$ . [10 Pkt]
- e) Interpretieren Sie die beiden Zahlen  $N_a$  und  $N_b$  aus Aufgabenstellung a) als *packed BCD* Darstellungen. Berechnen Sie die Summe auf der BCD-Ebene. [5 Pkt]
- f) Wandeln Sie die Ergebnisse  $N_a, N_b, N_c, N_p$  und  $N_q$  den Aufgabe a), b), c) in das Gleitkommaformat IEEE 754 SP um. [5 Pkt]

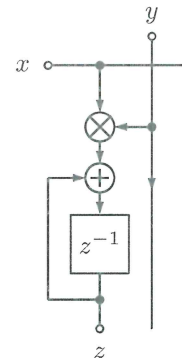
**Aufgabe 2 Akkumulatormaschine**

Gegeben ist eine 16-Bit Akkumulatormaschine mit Multiplizierwerk gemäß der Abbildung. Die Akkumulatormaschine wird derart programmiert, dass das Skalarprodukt einer Vektormultiplikation (hier zwei Spaltenvektoren) berechnet werden kann. Für die Elemente der Vektoren gilt  $x_{i0}/y_{i0} \in \mathbb{M} \subset \mathbb{N}$  (positive Ganzzahlen).

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_{00} \\ x_{10} \\ x_{20} \\ x_{30} \end{bmatrix}; \quad \mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_{00} \\ y_{10} \\ y_{20} \\ y_{30} \end{bmatrix}$$

$$z = \mathbf{x}^T \cdot \mathbf{y} = [x_{00} \quad x_{01} \quad x_{02} \quad x_{03}] \cdot \begin{bmatrix} y_{00} \\ y_{10} \\ y_{20} \\ y_{30} \end{bmatrix}$$

$$z = \sum_{i=0}^{n=3} x_{0i} \cdot y_{i0} \Rightarrow \text{(Standard-) Skalarprodukt}$$



Die einzelnen Elemente der Vektoren  $\mathbf{x}$  und  $\mathbf{y}$  werden sequentiell eingelesen. Das Ergebnis  $z$  steht nach vier Berechnungssequenzen am Ausgang an.

- a) Die Berechnung des Skalarproduktes darf keinen Überlauf erzeugen. Das Ergebnis muss im Intervall

$$z \in [0, 1, \dots, 2^{16} - 1]$$

gültig sein. Berechnen Sie den zulässigen Zahlenbereich für die Elemente der Matrizen  $\mathbf{x}$  und  $\mathbf{y}$  mit der Nebenbedingung  $N_{x,max} = N_{y,max}$ . [20 Pkt.]

- b) Berechnen Sie das auftretende, maximale Skalarprodukt für  $x_{i0} = N_{x/y,max}$  und  $y_{i0} = N_{y/y,max}$ . Die Berechnungen sind auf der Dezimalebene und der Dual-Ebene durchzuführen. Für die Produktbildung auf der Dual-Ebene ist das Verfahren nach Booth Radix=2 zu verwenden. [10 Pkt.]

Punkte  
**30**

**Aufgabe 3 Rechnen in Ganzzahldarstellung**

Gegeben ist folgende lineare Gleichung:

$$y = a \cdot x + b$$

Dabei ist „a“ die Steigung und „b“ der Achsenabschnitt der Geraden. Für die beiden Punkte auf der Geraden gilt:

$$P_1(x_1/y_1) = (0E/23)_{16}$$

$$P_2(x_2/y_2) = (43/F7)_{16}$$

Die Wertepaare sind als Hexadezimalzahlen gegeben.

Aufgabenstellung:

- a) Wandeln Sie die Zahlenwerte der Wertepaare in positive 8-Bit Ganzzahldarstellung um. Nutzen Sie gegebenen Tabellen. [10 Pkt.]
- b) Berechnen Sie auf Bit-Ebene die Steigung „a“ sowie den Achsenabschnitt „b“. Nutzen Sie für die Arithmetik das Zweierkomplement für die binären Zahlenwerte (9-Bit). Tragen Sie Ihre Ergebnisse in die Tabelle ein. [20 Pkt.]

	{---}10	{---}2
Wert $x_1$	$N_{x_1} =$	
Wert $y_1$	$N_{x_1} =$	
Wert $x_2$	$N_{x_1} =$	
Wert $y_2$	$N_{x_1} =$	
Steigung a	$N_a =$	
Achsenabschnitt b	$N_b =$	

Hinweis: Führen Sie die Probe durch, z.B. mit Dezimalzahlen!

