Wichtig: Das ist eine rekonstruierte Klausur, bei Fragen NICHT an den Professor wenden!

Technische Informatik - Sommersemester 2025

1. Bitpattern

Für eine 8-Bit Ganzzahl mit Vorzeichen, wie sieht das Bit-Pattern für die Dezimalzahl -6 (minus sechs) im Zweierkompliment aus?

Pattern -6 =

2. Assembly

A

```
.syntax unified
.global boo
.global bar

boo:
  push {lr}
  adds r1, r1, #5
  adds r0, r0, r1
  bl bar
  adds r0, r0, #1
  pop {pc}

bar:
  push {lr}
  movs r1, #7
  muls r0, r1, r0
  pop {pc}
```

B

```
.syntax unified
.global boo
.global bar

boo:
  push {lr}
  adds r1, r1, #5
  adds r0, r0, r1
  bl bar
  adds r0, r0, #1
  pop {pc}

bar:
  movs r1, #7
  muls r0, r1, r0
  bx lr
```

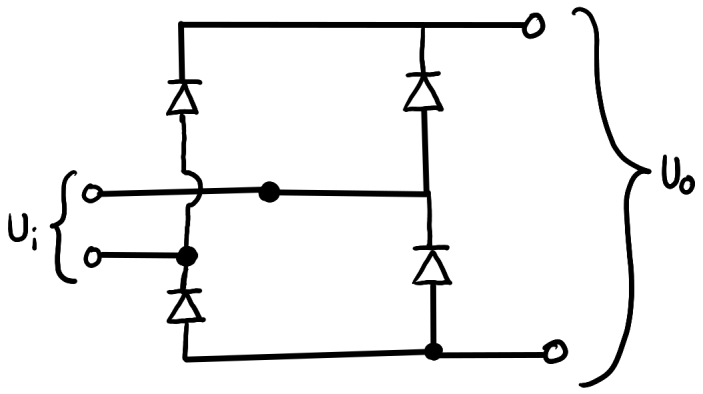
C

```
.syntax unified
.global boo
.global bar

boo:
  adds r1, r1, #5
  adds r0, r0, r1
  bl bar
  adds r0, r0, #1
  bx lr

bar:
  push {lr}
  movs r1, #7
  muls r0, r1, r0
  pop {pc}
```

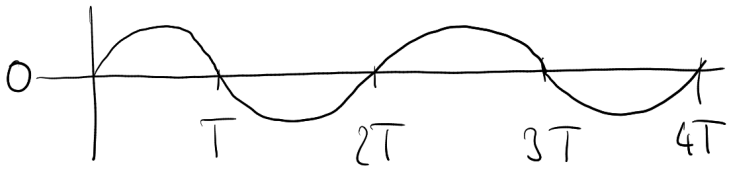
Die Assembly-Codes oben beinhalten zwei Funktionen boo und bar. A und B berechnen das gleiche. Geben Sie den Ausdruck in üblicher mathematischer Schreibweise mit Funktion an. C ist fehlerhaft. Warum?

3. Diode

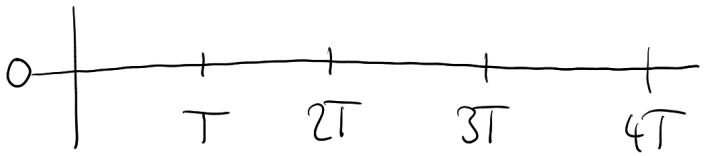
Die Schaltung enthält vier gewöhnliche Dioden. Dargestellt ist die Input-Spannung U_i. Skizzieren Sie unten die Output-Spannung:



Schaltung



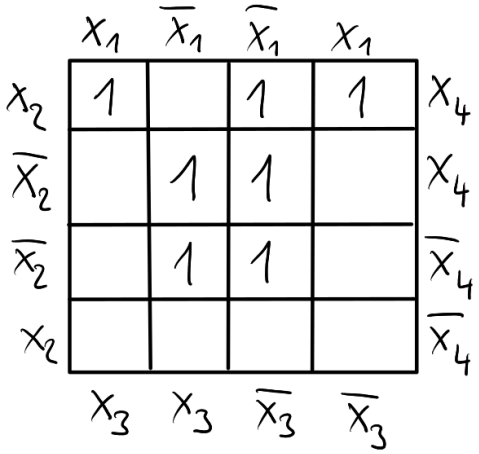
U_i: Soll einen Sinus darstellen



U_0: Hier einzeichnen

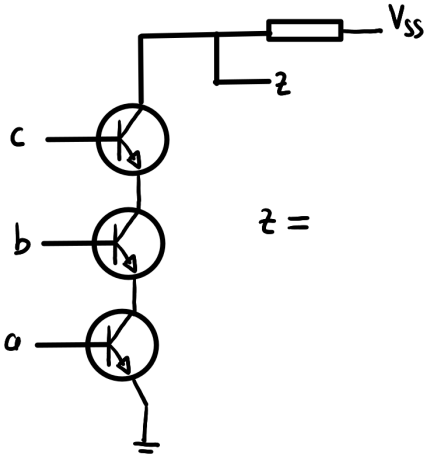
4. KV-Diagramm

Geben Sie für dieses KV-Diagramm einen boolschen Ausdruck an, der ohne Hazard ist.



5. Transistor

Dies ist eine Schaltung aus drei bipolare NPN-Transistoren. Schreiben Sie z als boolsche Funktion der Eingaben a, b und c



Schaltung

6. Binomische Formel

Im Folgenden nehmen wir für die Daten Fließkommazahlen einfacher Genauigkeit an (32 Bit = 4 Byte). Wir betrachten die binomische Formel für Vektoren:

$$(\vec{a} + \vec{b}) \cdot (\vec{a} + \vec{b}) = \vec{a} \cdot \vec{a} + 2\,\vec{a} \cdot \vec{b} + \vec{b} \cdot \vec{b}$$

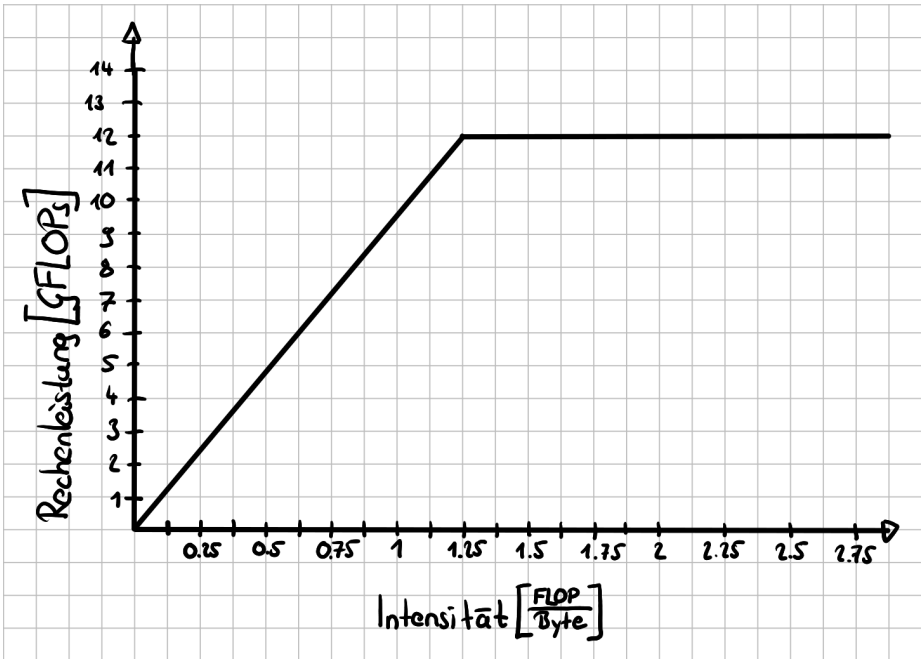
Welche Intensität hat der Ausdruck (1)

$$(\vec{a} + \vec{b}) \cdot (\vec{a} + \vec{b})$$

Welche Intensität hat der Ausdruck (2)

$$\vec{a} \cdot \vec{a} + 2\,\vec{a} \cdot \vec{b} + \vec{b} \cdot \vec{b}$$

Zeichnen Sie beide Ausdrücke in das Roofline-Diagramm ein, wobei Sie annehmen, dass beide nur durch die Speicherbandbreite limitiert sind und ansonsten optimal implementiert wurden.
Erwarten Sie, dass sich die Laufzeit (also die Zeit in Sekunden, bis der Ausdruck berechnet ist) der beiden Ausdrücke unterscheidet? Wenn ja, wie? Wenn nein, warum nicht?



Roofline-Modell

7. UART

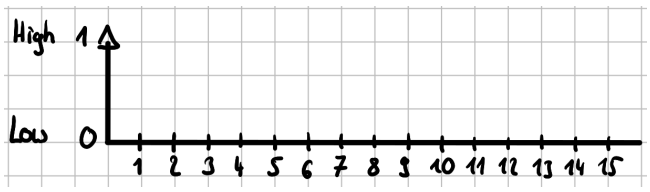
Code A ist der PIO-Code einer UART zum Senden. Skizzieren Sie, was Sie am Pin 0 messen würden. Beschriften Sie dabei welche Bits Daten, Start und Stop-Bit sind. Funktioniert Code B auch? Bitte Begründung falls nicht.

A

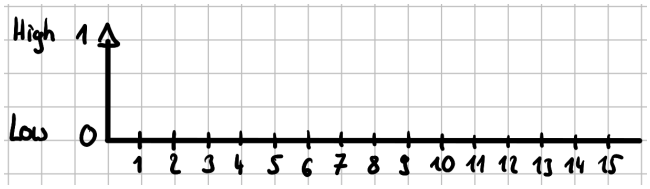
```
import rp2
from machine import Pin

@rp2.asm_pio(out_init=
(rp2.PIO.OUT_HIGH, rp2.PIO.OUT_HIGH))
def senden():
    set(x, 7)
    pull()
    set(pins, 0) [9]  # Startbit
    label("mal")
    out(pins, 1) [8]
    jmp(x_dec, "mal")
    set(pins, 1) [9]  # Stopbit

p = Pin(0, Pin.OUT)
p.high()

sm = rp2.StateMachine(
    0, senden, out_base=p,
    set_base=p, freq=2000,
    out_shiftdir=rp2.PIO.SHIFT_RIGHT
)

sm.active(1)
sm.put(0xa3)
```

B

```
import rp2
from machine import Pin

@rp2.asm_pio(out_init=
(rp2.PIO.OUT_HIGH, rp2.PIO.OUT_HIGH))
def senden():
    set(x, 3)
    pull(block)
    set(pins, 0) [9]  # Startbit
    label("mal")
    out(pins, 1) [8]
    jmp(x_dec, "mal")
    set(pins, 1) [9]  # Stopbit

p = Pin(0, Pin.OUT)
p.high()

sm = rp2.StateMachine(
    0, senden, out_base=p,
    set_base=p, freq=2000,
    out_shiftdir=rp2.PIO.SHIFT_RIGHT
)

sm.active(1)
sm.put(0x3)
sm.put(0xa)
```



Hier einzeichnen



Hier einzeichnen, falls Code B möglich

Begründung falls nicht:

8. Fließkomma

Tabelle: Dezimalzahlen und Bit-Pattern

Dezimal	Bit-Pattern (S E M)
1.00	0 01111 0000000000
2.00	0 10000 0000000000
3.00	0 10000 1000000000
0.50	0 01110 0000000000
-0.25	1 01101 0000000000

In der Tabelle oben sind die Dezimalzahlen und die Bit-Patterns für IEEE-754 Fließkommazahlen mit 16 Bit angegeben.
Die allgemeine Formel mit Vorzeichen S, Mantisse M, Breite w, Exponent E und Bias B lautet:

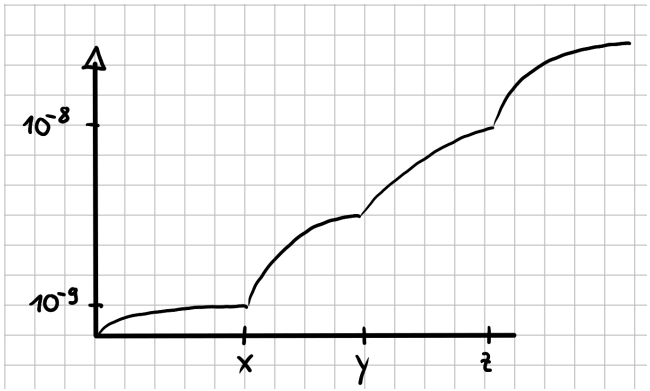
$$(-1)^S \cdot \left(1 + \frac{M}{2^w}\right) \cdot 2^{E-B}$$

Fragen

1. Wie ist das Bit-Pattern für 2.75?
2. Wie ist das Bit-Pattern für 5.0?
3. Welchen Wert hat die Breite w?
4. Welchen Wert hat der Bias B?

9. Cache

Bestimmen Sie die Größe der Caches und klassifizieren Sie jeden Cache. Beschreiben Sie außerdem, wie Sie zu Ihrer Lösung gekommen sind.



Tragen Sie hier ein, falls Code 2 unterstützt wird.

10. PIO Code

Gegeben ist die Schaltung und der Python-Code für MicroPython. Skizzieren Sie grob, nach welchem Muster die LEDs blinken.

```
from machine import Pin
import rp2
import time

@rp2.asm_pio(set_init=
(rp2.PIO.OUT_LOW, rp2.PIO.OUT_LOW))
def foo():
    set(pins, 0)
    set(x, 31)
    label("bar")
    nop()
    jmp(x_dec, "bar")

    set(pins, 3)
    set(x, 7)
    label("foo")
    nop()
    jmp(x_dec, "foo")

    set(pins, 1)
    set(x, 15)
    label("baz")
    nop()
    jmp(x_dec, "baz")

r = Pin(15, Pin.OUT)
s = Pin(16, Pin.OUT)

sm = rp2.StateMachine(
  0, foo, freq=2000, set_base=r)
sm.active(1)
```