

Bitte hier unbedingt
Matrikelnummer und
Adresse eintragen,
sonst keine Bearbeitung
möglich.

Postanschrift: FernUniversität, D-58084 Hagen

Name, Vorname

Straße, Nr.

PLZ, Wohnort

FERNUNIVERSITÄT
- Gesamthochschule -
EINGANG

INF

FERNUNIVERSITÄT
Gesamthochschule
D-58084 Hagen

Fachbereich Informatik

Kurs: 1709 „Technische Informatik III“

Hauptklausur am 03.08.2002

Zutreffendes unbedingt ankreuzen !

Hörerstatus:

- ☐ Vollzeitstudent
- ☐ Teilzeitstudent
- ☐ Zweithörer
- ☐ Gasthörer
- ☐ Bachelor
- ☐ Lehramt
- ☐

Klausurort:

- ☐ Berlin
- ☐ Bochum
- ☐ Frankfurt
- ☐ Hamburg
- ☐ Karlsruhe
- ☐ Köln
- ☐ München
- ☐ Bregenz
- ☐ Wien
- ☐

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	Summe
erreichbare Punktzahl	20	15	20	20	15	20	110
bearbeitet							
erreichte Punktzahl							

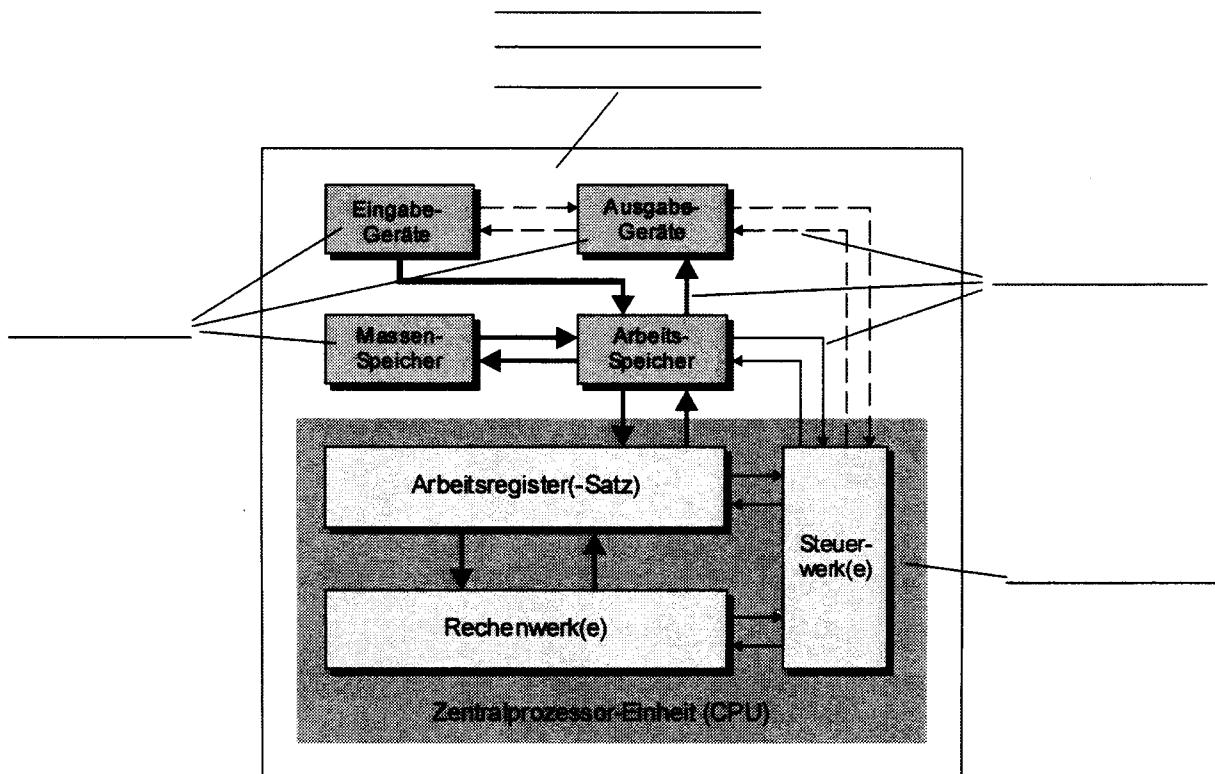
Note: _____

Hagen, den _____

Betreuer: _____

Aufgabe 1: (Physikalische Grenzen, Komplexität)**(20 Punkte)**

- a) Tragen Sie in das folgende, aus den Kurseinheiten bekannte Blockschaltbild an den dafür vorgesehenen Stellen die Begriffe für physikalische und nicht physikalische Grenzen der Rechnerentwicklung ein, die den einzelnen Komponenten zugeordnet werden können. (4 Punkte)



- b) Erläutern Sie vier der von Ihnen in a) genannten Grenzen in kurzen Sätzen.

(6 Punkte)

- _____
- _____
- _____
- _____

c) Gegeben sei der folgende Programmausschnitt:

```
const int MAX = 10;
int feld[MAX];
int tmp = 0;

for ( int i = 1; i < MAX; i++ ) {
    for ( int j = MAX-1; j >= i; j-- ) {
        if ( feld[j-1] < feld[j] ) {
            tmp = feld[j-1];
            feld[j-1] = feld[j];
            feld[j] = tmp;
        }
    }
}
```

1. Ergänzen Sie die folgende Tabelle, wobei die Buchstaben die folgenden Bedeutungen haben: (3 Punkte)

V: Maximale Anzahl der Vergleiche (ohne die for-Schleifen)
 Z: Maximale Anzahl der Zuweisungen (ohne die for-Schleifen)
 MAX: Zahl, die im Programm der Konstanten MAX zugewiesen wird.

MAX	V	Z
10		
20		
30		

2. Weiterhin Sei die Funktion $f(MAX) = V + Z$ gegeben. Welche Ordnung hat $f(MAX)$? (2 Punkte)

$O(f(MAX)) =$

Geben Sie die Berechnung an.

Name:

Vorname:

Matr.-Nr.:

d) Zeichnen Sie zu dem in c) abgebildeten Programm das zugehörige Flußdiagramm.

(5 Punkte)

Aufgabe 2: (PLA, Moore-Automat)**(15 Punkte)**

In den Teilaufgaben a) und b) werde ein PLA betrachtet, wie es im Kurs beschrieben wurde.

a) Ergänzen Sie die folgenden Aussagen an den dafür vorgesehenen Stellen: (3 Punkte)

- Alle Eingangssignale müssen höchstens ____ Gatter durchlaufen.
- Eine grundlegende Restriktion von PLAs ist _____.
- Ein PLA ist ein ____-stufiges Schaltnetz. (Inverter werden nicht mitgezählt.)
- In technischen Realisierungen bestehen beide Matrizen eines PLA meist aus ____-Gattern.

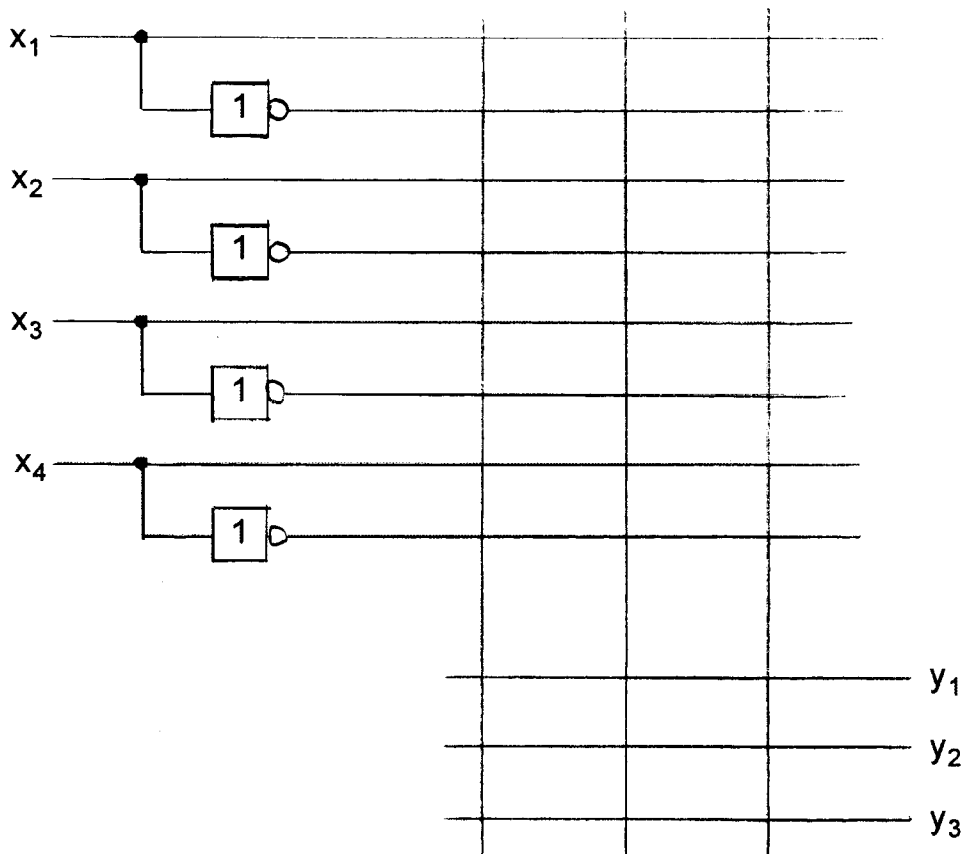
b) „Programmieren“ Sie das folgende PLA, indem Sie geeignete Leitungskreuzungen markieren, so daß es die Schaltfunktionen

$$Y_1(X_1, X_2, X_3, X_4) = X_1 \overline{X_4} (X_2 \vee \overline{X_3}) \vee \overline{X_1} \overline{X_2} \overline{X_4}$$

$$Y_2(X_1, X_2, X_3, X_4) = \overline{X_4} (X_1 \overline{X_3} \vee \overline{X_1} \vee X_2)$$

$$Y_3(X_1, X_2, X_3, X_4) = X_1 (X_2 \vee \overline{X_3}) \overline{X_4}$$

realisiert. Vereinfachungen dürfen an den Funktionen vorgenommen werden (z.B. mit Hilfe eines KV-Diagramms). Kennzeichnen Sie weiterhin die verschiedenen Matrizen durch ein Rechteck und beschriften Sie diese. (4 Punkte)



- c) Es werde ein Schaltwerk entworfen, welches einen binären Eingabestrom (Variable f) auf das Bitmuster $0y10$ überprüft, wobei y für eine Null oder eine Eins steht. Nachdem ein derartiges Muster erkannt wurde, wird im nächsten Taktzyklus eine Eins, andernfalls eine Null ausgegeben (Variable g). Das Schaltwerk werde als Moore-Automat realisiert. Ein Beispiel für eine Eingabe-Ausgabe-Folge könnte folgendermaßen aussehen:

Takt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	...
f	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	...
g	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	...

Zeichnen Sie den Automatengraphen und benutzen Sie dabei eine möglichst geringe Anzahl an Zuständen. Der Anfangszustand soll mit S und alle weiteren Zustände mit Z_0, Z_1, \dots usw. bezeichnet werden. Beschriften Sie die Knoten und die Kanten und geben Sie in einer Legende an, welche kürzeste Bitfolge jeder Zustand repräsentiert. (8 Punkte)

S/0

Aufgabe 3: (Rechnerarithmetik, Assembler)**(20 Punkte)**

- a) Ergänzen Sie die fehlenden Eintragungen in der folgenden Tabelle. Soweit bei einer Berechnung ein Unter-/Überlauf auftritt, muß das Ergebnis nicht berechnet werden. (4 P.)

Rechnung	Betrag & Vorzeichen	Einerkomplement	Zweierkomplement
- 118 + 43	+ 0 0 1 0 1 0 1 1	+ 0 0 1 0 1 0 1 1	+ 0 0 1 0 1 0 1 1
118 + 43	0 1 1 1 0 1 1 0 + 0 0 1 0 1 0 1 1	0 1 1 1 0 1 1 0 + 0 0 1 0 1 0 1 1	0 1 1 1 0 1 1 0 + 0 0 1 0 1 0 1 1
118 - 43	0 1 1 1 0 1 1 0	0 1 1 1 0 1 1 0	0 1 1 1 0 1 1 0

- b) Gegeben sei die folgende Darstellung einer Fließkommazahl mit einem Byte. Die Buchstaben haben dabei die folgende Bedeutung:

V: 1-bit-Vorzeichen
 E: 3-bit-Exponent
 M: 4-bit-Mantisse

V	E	M
---	---	---

Der Dezimalwert einer Zahl Z ergibt sich aus der Formel

$$Z = (-1)^V \cdot 2^{E-3} \cdot (1, M)_2$$

für alle möglichen binären Belegungen.

1. Berechnen Sie den Dezimalwert der Belegung 1010 0100. (1 Punkt)

Z =

2. Wie lautet die größte Dezimalzahl, die mit diesem Format darstellbar ist? (1 Punkt)

Z =

3. Wie lautet die kleinste, positive Dezimalzahl, die mit diesem Format darstellbar ist? (1 Punkt)

Z =

4. Welche „wichtige“ Dezimalzahl kann mit diesem Format nicht dargestellt werden? (1 Punkt)

- c) Gegeben sei ein Mikroprozessor, der Zugriff auf zwei Indexregister (B0 und B1) hat, die jeweils eine Adresse im Hauptspeicher beinhalten können. Weiterhin existieren zwei Datenregister (A und C), die jeweils ein 16-bit-Wort speichern können. Der Befehlssatz des Prozessors bestehe aus den folgenden 16 bit langen Befehlen:

Opcode	Befehl	Operanden	Funktion
000	JMP	T	springe nach T
001	ADD	R, K	addiere K zu R und speichere das Ergebnis in R
010	SKIP	R, K	Überspringe den nächsten Befehl, wenn Inhalt von R gleich K ist
011	LOADK	R, K	lade R mit K
100	LOADI	R, I	lade R mit dem Inhalt der Speicherzelle, deren Adresse in I steht
101	STORE	T, R	speichere R in die Speicherzelle T
110	STOREI	I, R	speichere R in die Speicherzelle, deren Adresse in I steht
111	LOAD	R, T	lade R mit dem Inhalt der Speicherzelle T

Bei dem Operanden T handelt es sich um eine 13-bit-Speicheradresse, der Operand K stellt eine 11-bit-Konstante dar. R und I stehen für die Register A, C, B0, B1 und werden im Opcode durch folgende Bitmuster kodiert:

	Bitfolge	Register
R	00	A
	01	C
	10	B0
	11	B1
I	0	B0
	1	B1

Gegeben sei nun das folgende Assemblerprogramm, welches auf dem Prozessor ausgeführt wird.

Zeile	Marke	Befehl	Argumente
1		LOADK	C,0
2	L1:	LOADI	A, B0
3		STOREI	B1, A
4		SKIP	A,0
5		JMP	END
6		ADD	C,1
7		ADD	B0,2
8		ADD	B1,2
9		JMP	L1
10	END:		

1. Ergänzen Sie die folgende Tabelle, indem Sie zu jeder Programm-Anweisung die zugehörigen Werte eintragen. (4 Punkte)

Zelle	Opcode	Reg.	Operand
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

2. Ergänzen Sie die folgende Tabelle, indem Sie zu jeder Anweisung den zugehörigen Ausdruck in der Hardware-Beschreibungsnotation angeben, wie sie auch im Kurstext verwendet wird. (5 Punkte)

Zelle	Operand
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	-

3. Ergänzen Sie den folgenden Satz: (1 Punkt)
Es handelt sich um eine _____-Adreßmaschine.
4. Beschreiben Sie die Funktion des Programms und den Inhalt von C in einigen kurzen Sätzen. (Bitte Rückseite benutzen.) (2 Punkte)

Aufgabe 4: (Bussteuerung)**(20 Punkte)**

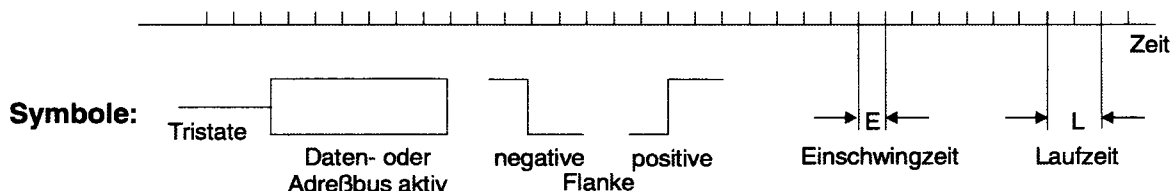
Ein Mikroprozessor kommuniziert mit einer Peripheriekomponente über einen asynchronen Systembus. Zur Synchronisation der Kommunikation im Handshake-Verfahren besitzt der Prozessor das Signal REQ (*Request*), die angesprochene Komponente das Signal ACK (*Acknowledge*), die beide im ,0'-Pegel aktiv sind. Die folgende Tabelle gibt die Funktion dieser Signale wieder.

Signal	negative Flanke	positive Flanke	
		Lesen	Schreiben
REQ	Selektion der Komponente	Datum empfangen	Datenübernahme erkannt
ACK	Selektion erkannt	Datum bereitgestellt	Datum übernommen

Im Unterschied zur vereinfachenden Darstellung der asynchronen Übertragung im Kurstext sollen in dieser Aufgabe nun die folgenden realistischen Parameter berücksichtigt werden, die in den Zeitdiagrammen eingezeichnet sind:

- **Einschwingzeiten:** Signalwechsel auf den Daten- und Adreßleitungen benötigen eine bestimmte Zeit, bis ein stabiler Zustand eingenommen ist. Das gelte auch beim Wechsel in den Tristate-Zustand.
- **Signallaufzeiten¹:** Alle Signale benötigen eine gewisse Zeit, bis sie auf dem Systembus von der Quelle zum Ziel gelaufen sind.
- **Arbeitstakt des Mikroprozessors:** Die Zustandswechsel der Prozessor-Ausgangssignale werden durch die positive Flanke des Takts ausgelöst und müssen z.T. mit einer Verzögerung auftreten, die die o.g. Einschwingzeiten berücksichtigt. Datenübernahme in den Prozessor werden ebenfalls durch die positiven Taktflanken veranlaßt.
- **Zugriffszeit:** Die Peripheriekomponente kann frühestens nach dieser Zeit ein angebotenes Datum übernehmen bzw. mit der Ausgabe eines angeforderten Datums beginnen. Sie stimmt (vereinfachend) mit der Taktzykluszeit des Prozessors überein.

Benutzen Sie für die geforderten Lösungen die in der nachfolgenden Zeichnung angegebenen Symbole bzw. Zeitangaben:



a) Tragen Sie in das auf der nächsten Seite folgende Diagramm den zeitlichen Verlauf der Adreß-, Daten- und Handshake-Signale für das **Lesen eines Datums** von der Peripheriekomponente ein. Geben Sie dabei für die Signalwechsel die frühest möglichen Zeitpunkte an und berücksichtigen Sie dabei die eingezeichneten Parameter. Kennzeichnen Sie die zugrunde liegenden Kausalbeziehungen durch Pfeile und numerieren Sie sie. Geben Sie für jede Kausalbeziehung und ihre Auswirkung eine kurze Interpretation an.

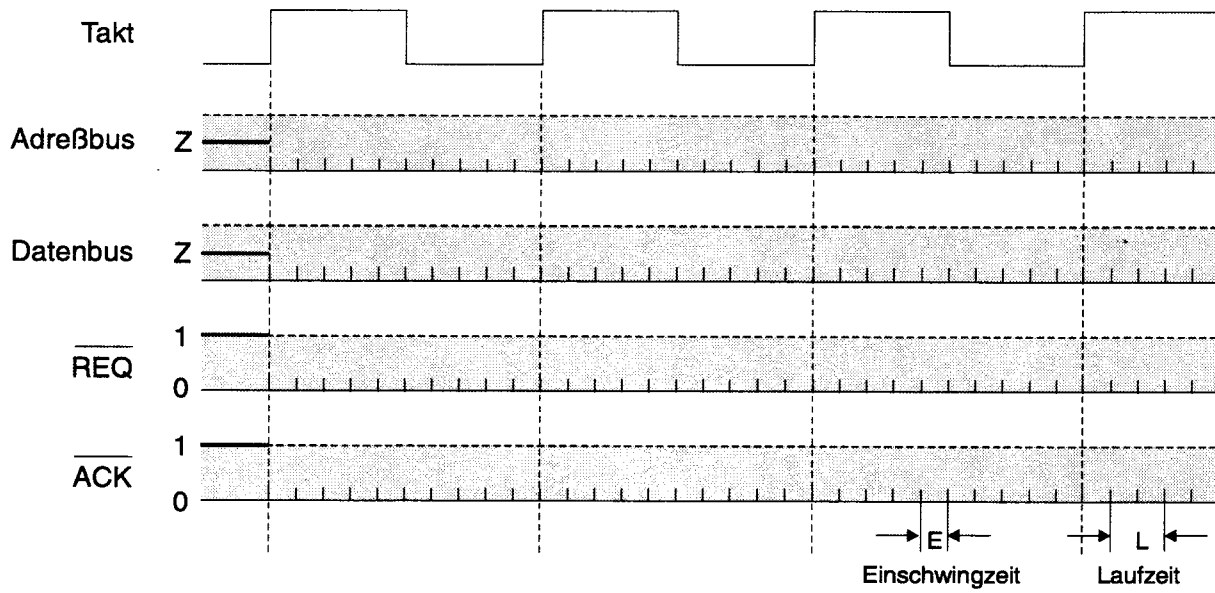
(10 Punkte)

¹ einschließlich der Reaktionszeit des Signalempfängers

Name:

Vorname:

Matr.-Nr.:



1.

2.

3.

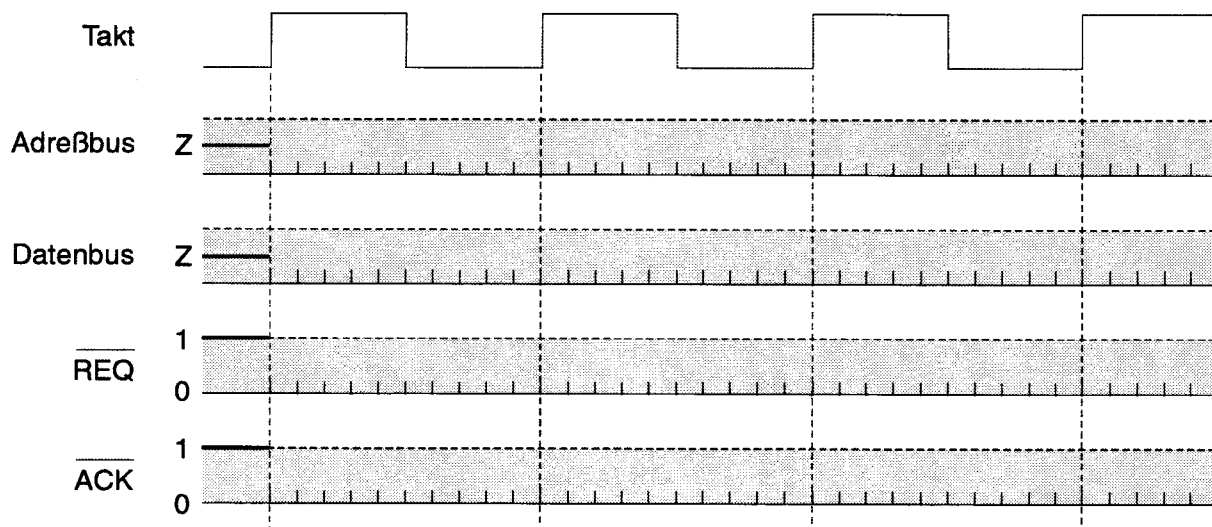
4.

5.

6.

7.

- b) Tragen Sie nun in das folgende Diagramm den zeitlichen Verlauf der genannten Signale für das **Schreiben eines Datums** in die Peripheriekomponente ein. Gehen Sie dazu völlig analog zum Punkt a) vor. (7 Punkte)



Name:

Vorname:

Matr.-Nr.:

1.

2.

3.

4.

5.

6.

7.

- c) Eine „langsame“ Peripheriekomponente benötige sehr viel Zeit, bevor sie ein gefordertes Datum liefern bzw. annehmen kann. Ist bei der dargestellten Form der Handshake-Synchronisation durch die Signale REQ und ACK ein zusätzliches Signal erforderlich, mit dem die Komponente vom Prozessor das Einfügen von Wartezeiten anfordern kann ? Begründen Sie Ihre Antwort. (3 Punkte)

☐

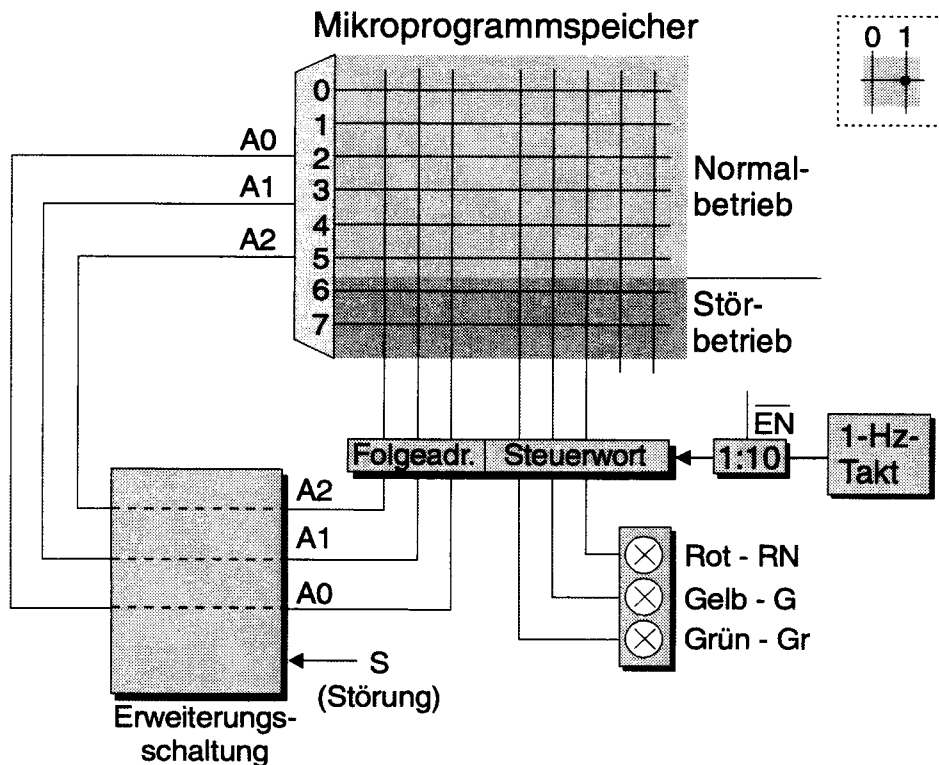
ja,

☐

nein, weil:

d) Aufgabe 5: (Mikroprogrammierung)**(15 Punkte)**

Das folgende Bild zeigt ein Mikroprogramm-Steuernetz zur Steuerung einer Verkehrsampel. Es wird durch einen 1-Hz-Takt betrieben, der durch eine „Vorteilerschaltung 1:10“ (*Prescaler*) auf eine Frequenz von 0,1 Hz verlangsamt werden kann. Die Aktivierung der Vorteilerschaltung geschieht durch ein Eingangssignal (EN – *Enable*), das im L-Pegel aktiv ist.



Die Ampelanlage unterstütze zwei Betriebsmodi:

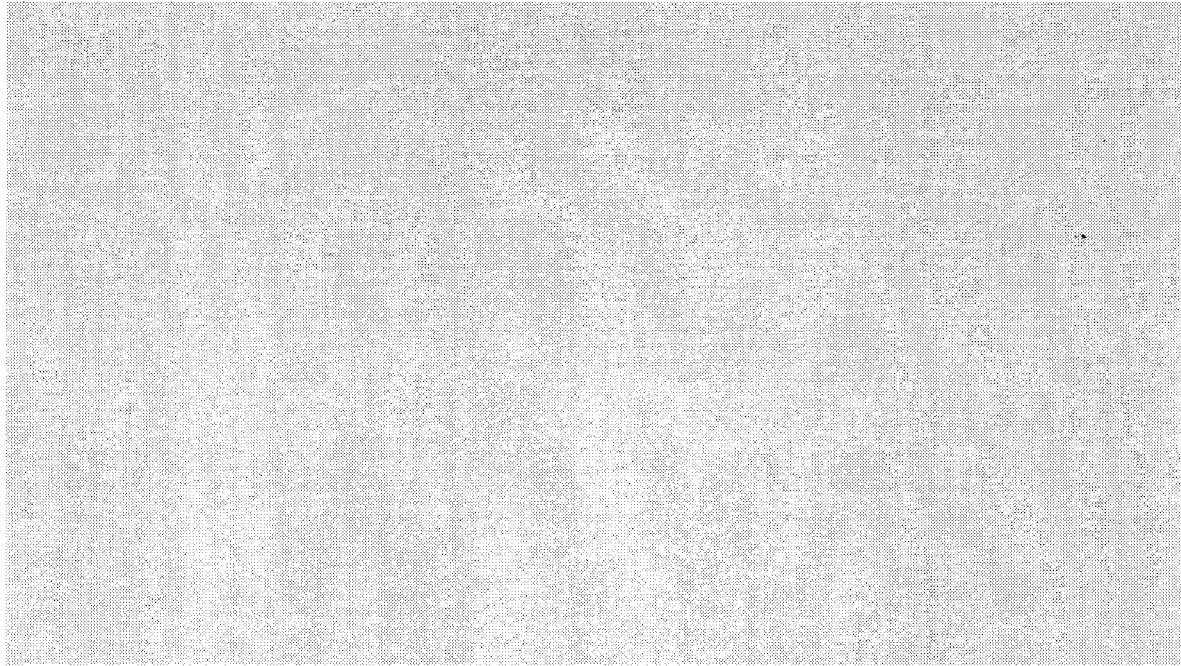
- Im „Normalbetrieb“ durchlaufe sie zyklisch die übliche Zustandsfolge: Rot, Rot-Gelb, Grün, Gelb. Dabei sollen die Zustände Rot und Grün jeweils 20 Sekunden, die Zwischenzustände Rot-Gelb und Gelb jedoch nur 10 Sekunden dauern.
- Im „Störbetrieb“ soll nur das gelbe Licht (G) im 1-Sekunden-Takt blinken, also jeweils 1 Sekunde an und 1 Sekunde aus sein. Die beiden anderen Lampen (R, Gr) sollen dabei ausgeschaltet sein.

Die Auswahl zwischen beiden Modi geschehe durch ein Signal S, das (durch einen 1-Zustand) das Vorliegen einer Störung anzeigen soll.

- a) Tragen Sie das Mikroprogramm für die Zustandsfolge im Normalbetrieb in den Mikroprogrammspeicher ein. Kennzeichnen Sie dazu eine logische ‚1‘ deutlich durch einen Knoten, wie es im Kasten rechts oben im Bild dargestellt ist. Für das Mikroprogramm stehen Ihnen die sechs ersten Speicherwörter (0 – 5) zur Verfügung.

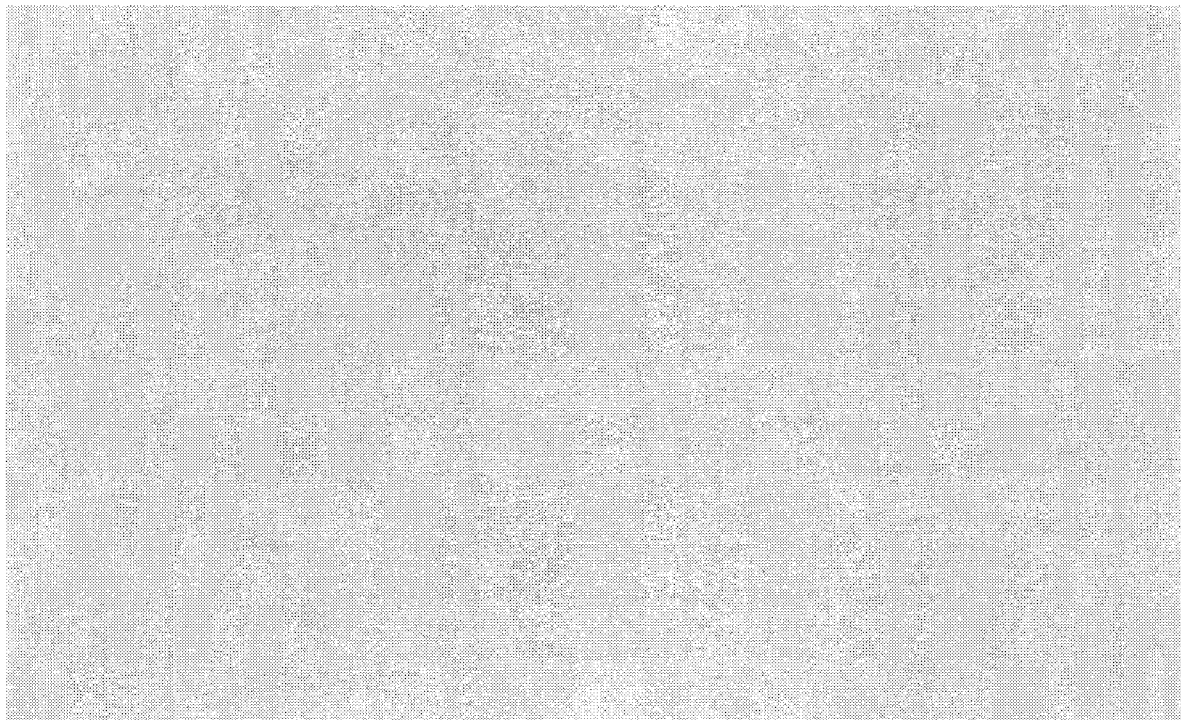
Geben Sie eine kurze Beschreibung Ihres Mikroprogramms an, in der Sie auf die Programmierung der Folgeadressen, der Steuerwörter und der Ansteuerung des Enable-Eingangs EN des Frequenzteilers eingehen:

(9 Punkte)



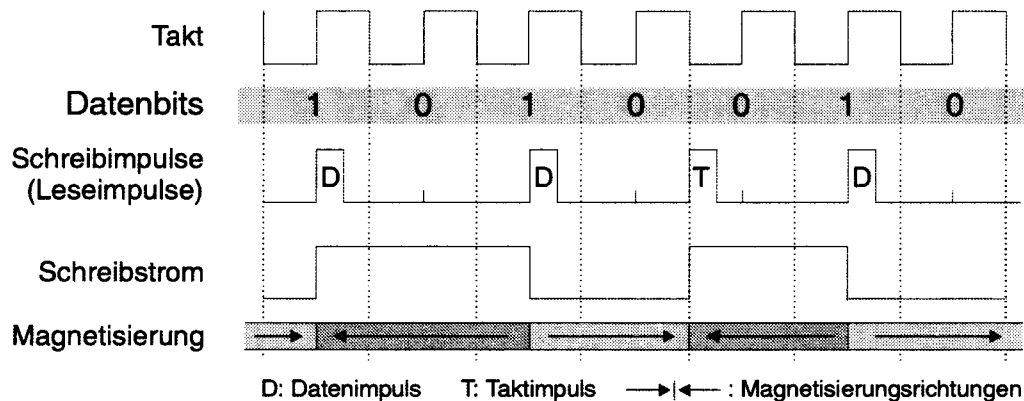
- b) Tragen Sie in den Speicherwörtern 6 und 7 zwei Mikrobefehle ein, die den Blinkmodus im Störbetrieb realisieren. Erweitern Sie das Bild durch eine Schaltung, die dafür sorgt, daß in diesem Modus auf den Adreßleitungen zyklisch die Adressen 6 und 7 ausgegeben werden, solange das Störsignal $S=1$ ist. Dabei muß sichergestellt werden, daß nach Verlassen des Blinkmodus ($S \rightarrow 0$) zunächst der Zustand Rot eingenommen wird.

Geben Sie auch hier eine kurze Beschreibung Ihrer Mikrobefehle an, in der Sie auf die Programmierung der Folgeadressen, der Steuerwörter und der Ansteuerung des Enable-Eingangs EN des Frequenzteilers eingehen. Beschreiben Sie auch die Funktion Ihrer Erweiterungsschaltung: (6 Punkte)



Aufgabe 6: (Speichertechnologie)**(20 Punkte)**

Ein bekanntes Verfahren zur magnetischen Aufzeichnung von Daten auf einer Festplatte ist das **modifizierte Frequenzmodulationsverfahren (MFM)**. Es ist im folgenden Bild dargestellt.

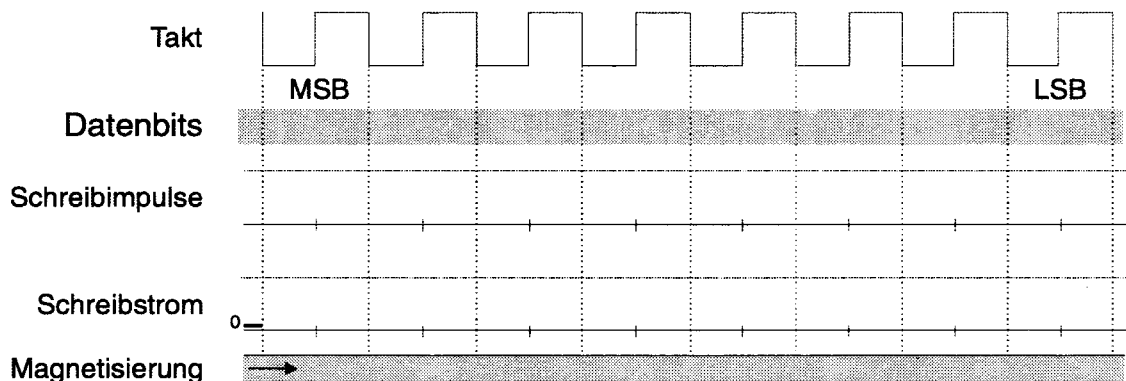


Das Schreiben von Daten nach diesem Verfahren wird folgendermaßen vorgenommen:

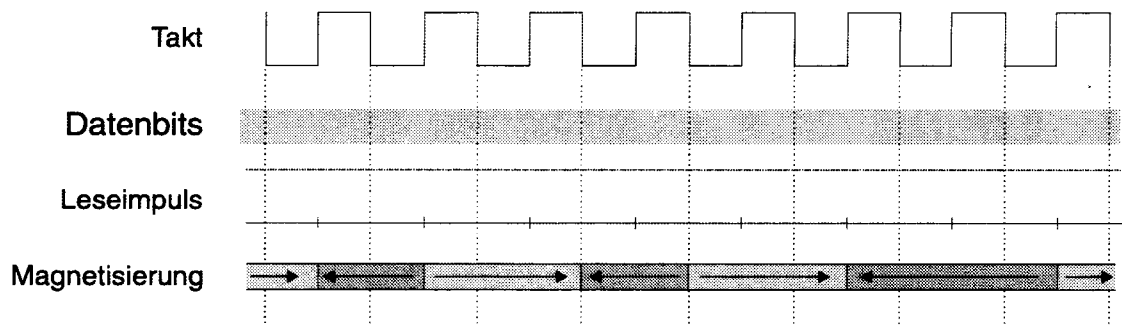
1. In jedem Taktzyklus, in dem eine '1' geschrieben werden soll, wird in der zweiten Zyklushälfte – d.h. Takt im H-Pegel – ein kurzer Schreibimpuls (D) erzeugt.
2. Folgt ein '0'-Bit unmittelbar einem '1'-Bit, so wird kein Schreibimpuls ausgegeben.
3. In jedem Taktzyklus, in dem ein '0'-Bit unmittelbar einem anderen '0'-Bit folgt, wird in der ersten Zyklushälfte – d.h. Takt im L-Pegel – ein kurzer Schreibimpuls (T) erzeugt, der als Taktsignal dient.
4. Mit jedem Schreibimpuls ändert sich die Polarisierung des Schreibstroms und damit auch die Richtung der Magnetisierung auf dem Datenträger.

Beim Lesen der Datenbits erzeugt jede Richtungsänderung der Magnetisierung auf dem Datenträger einen kleinen Leseimpuls. Liegt dieser in der ersten Hälfte des Taktzyklus, so wird er als Taktimpuls (T) interpretiert. Impulse in der zweiten Hälfte werden hingegen als '1'-Bits erkannt. Tritt in einem Taktzyklus kein Leseimpuls auf, so liegt ein '0'-Bit vor. Die Aufzeichnung eines Zeichens geschieht mit dem niederwertigen Bit (MSB) zuerst.

- a) Es werde mit dem MFM-Verfahren das Hexadezimalzeichen \$8D aufgezeichnet. Tragen Sie in das folgende Diagramm die Datenbits, die Folge der erforderlichen Schreibimpulse (durch D und T gekennzeichnet), den resultierenden Schreibstrom sowie die entstehende Magnetisierung des Datenträgers ein. (8 Punkte)



- b) Welches Hexadezimalzeichen wird gelesen, wenn die Trägerschicht die im folgenden Bild dargestellte Magnetisierung besitzt ? Tragen Sie die auftretenden Leseimpulse und die Datenbits in das Bild ein. (6 Punkte)



Hexadezimalzeichen: \$ _____

- c) Bei der als **M2MF** bezeichneten Variante des MFM-Verfahrens wird bei einer Folge von direkt aufeinander folgenden ,0'-Bits nur für jedes zweite dieser Bits ein Taktimpuls T aufgezeichnet. Tragen Sie in das folgende Diagramm die Datenbits, die Schreibimpulse (durch D und T gekennzeichnet), den Schreibstrom sowie die Magnetisierung des Datenträgers ein, wenn das Hexadezimalzeichen \$86 aufgezeichnet wird. (6 Punkte)

