

Klausur DMP / PT SS03-1

Bearbeitungszeit 90 Minuten
– Unterlagen gestattet –

Name: _____

Matr. Nr.: _____

Note: _____

1	2	3	4	5		Σ
---	---	---	---	---	--	---

(1) Konversion zwischen Zahlensystemen und Rechnen mit Dualzahlen

Mit vorzeichenbehafteten Zahlen sollen Rechenoperationen im Dualsystem durchgeführt werden. Die Wortbreite betrage 16 Bit. Gegeben seien die Zahl $x = 348_{10}$ im Dezimalsystem.

- (1.1) Wie groß sind die kleinste negative Zahl und die größte positive Zahl, die mit 16 Bit darstellbar sind (negative Zahlen im 2er-Komplement)? Geben Sie diese Zahlen im Dezimalsystem an und begründen Sie Ihr Ergebnis.
- (1.2) Konvertieren Sie die Zahl x in das Dualzahlensystem. Die Berechnung muss nachvollziehbar durch Bestimmung der Reste erfolgen.
- (1.3) Stellen Sie $-x$ im 2er-Komplement dar (16 Bit Wortbreite).
- (1.4) Wie lautet die Hexadezimaldarstellung von x und $-x$?

(1) = 5 (2) = 5 (3) = 6 (4) = 7 (5) = 8 Σ = 31
1.0 ≥ 27 1.3 ≥ 25 1.7 ≥ 23 2.0 ≥ 21 2.3 ≥ 19 2.7 ≥ 18 3.0 ≥ 17 3.3 ≥ 15 3.7 ≥ 13 4.0 ≥ 12

(2) Minimierung logischer Funktionen mit KV-Diagramm

Für die folgende Wahrheitstabelle soll eine digitale Schaltung entworfen werden.

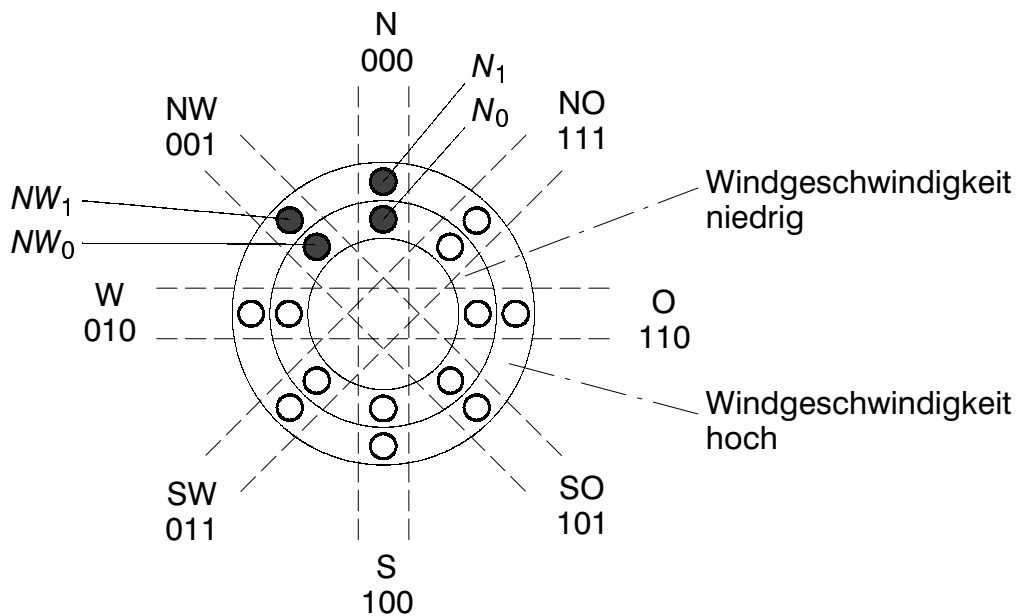
x3	x2	x1	x0	y1	y0
0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	1	0
0	0	1	0	0	0
0	0	1	1	0	0
0	1	0	0	1	0
0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0	0
0	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	1
1	0	0	1	1	0
1	0	1	0	0	1
1	0	1	1	1	0
1	1	0	0	1	1
1	1	0	1	1	0
1	1	1	0	1	1
1	1	1	1	1	0

Aufgrund der unterschiedlichen Anzahl der Nullen und Einsen in y_0 und y_1 bieten sich konjunktive und disjunktive Normalformen zur Verwirklichung der Funktionen an.

- (2.1) Finden Sie eine minimale Realisierung der Funktion $y_0 = F_0(x_0, x_1, x_2, x_3)$ in *disjunktiver* Normalform. Zeichnen Sie die Schaltung nur mit Invertern, UND- und ODER-Gattern.
- (2.2) Finden Sie eine minimale Realisierung der Funktion $y_1 = F_1(x_0, x_1, x_2, x_3)$ in *konjunktiver* Normalform. Zeichnen Sie die Schaltung nur mit Invertern, UND- und ODER-Gattern.

(3) Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsanzeige mit LEDs

Windrichtung und Windgeschwindigkeit sollen auf der folgenden Anordnung von LEDs zur Anzeige gebracht werden. Die 8 Windrichtungen werden durch das 3-Bit-Signal x_2, x_1 sowie x_0 angegeben (unter den Windrichtungen im folgenden Bild). Ein weiteres Signal H gibt an, ob die Windgeschwindigkeit hoch oder niedrig ist ($H = 0$ bedeutet niedrige Windgeschwindigkeit, $H = 1$ bedeutet hohe Windgeschwindigkeit).



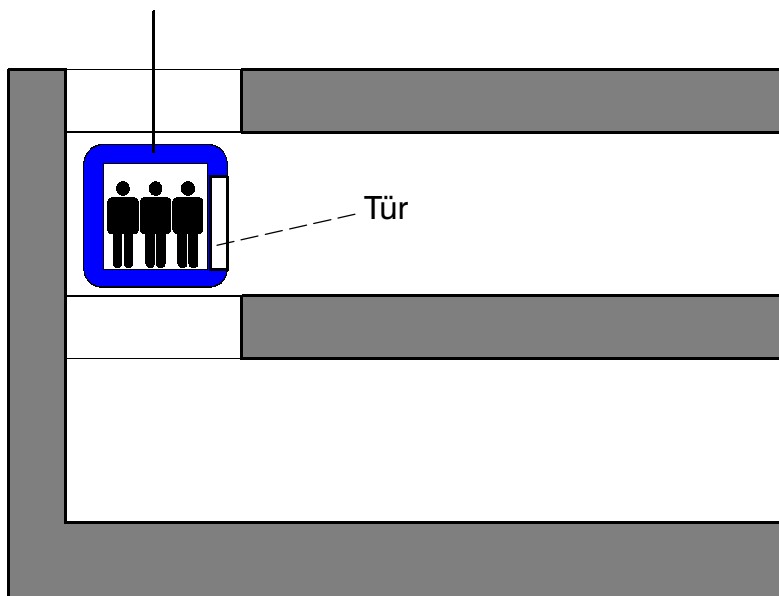
Bei der Windrichtung 001 und $H = 1$ sollen beispielsweise die zwei LEDs NW_0 und NW_1 angesteuert werden. Bei gleicher Windrichtung und $H = 0$ soll nur die LED NW_0 leuchten.

- (3.1) Entwerfen Sie eine Schaltung zur Verwirklichung der Ansteuersignale für die LEDs N_1 , N_0 , NW_1 sowie NW_0 (ignorieren Sie die übrigen LEDs). Sie können beliebige Gatter verwenden. Die Schaltung soll möglichst einfach werden. Beginnen Sie mit der Wahrheitstabelle.
- (3.2) Zeichnen Sie die gesamte Schaltung für die LEDs N_1 , N_0 , NW_1 sowie NW_0 .

(4) Sequenzielle Schaltung

Ein Zustandsautomat (Moore-Machine) soll den Türmechanismus für einen Fahrstuhl ansteuern. Um Personen nicht zu gefährden, weist die Kabinentür eine Lichtschranke auf, die ein digitales Signal liefert, wenn sich Personen im Schließbereich der Tür aufhalten.

Vereinfachend wird angenommen, dass die Vorgänge "Tür schließen", "Tür öffnen" in einen Takt (positive Flanke des *Clock*-Signals bis zur nächsten positiven Flanke) vollständig abgeschlossen sind.



Die Zustände für den Automaten seien:

- Z0: Tür geschlossen
- Z1: öffnen
- Z2: Tür offen
- Z3: schließen

Eingangssignale sind

- u_0 ($u_0 = 0 \rightarrow$ "Tür geschlossen lassen", $u_0 = 1 \rightarrow$ "Türzyklus beginnen"),
- u_1 ($u_1 = 0 \rightarrow$ "Türbereich ist frei", $u_1 = 1 \rightarrow$ "Person im Türbereich")

Ausgangssignale sind

- y_0 (Motoransteuerung: Tür schließen)
- y_1 (Motoransteuerung: Tür öffnen)

Das Signal $y_0 = 1$ darf nur ausgegeben werden, wenn sich keine Person im Schließbereich der Tür befindet (d.h. $u_1 = 0$).

Hinweis: Sie sollen in den Aufgabenteilen (4.2) und (4.3) nur die boolschen Gleichungen angeben. Eine Schaltung muss nicht gezeichnet werden.

- (4.1) Zeichnen Sie das Zustandsdiagramm mit allen 4 Zuständen. Wie viele Flop-Flops benötigt der Zustandsautomat?
- (4.2) Entwerfen Sie die Eingangslogik für $x' = F(u, x)$. Stellen Sie dazu die *vollständige* Wahrheitstabelle auf (Eingänge: x_1, x_0, u_1, u_0 , Ausgänge x_1', x_0'). Geben Sie die boolschen Gleichungen für den Folgezustand x' ($= x_1', x_0'$) an.

- (4.3) Entwerfen Sie die Ausgangslogik für $y = G(x)$. Stellen Sie dazu die *vollständige* Wahrheitstabelle auf (Eingänge: x_1, x_0 , Ausgänge y_1, y_0). Geben Sie die boolesche Gleichung für y_0 an (“Tür schließen”) sowie für y_1 an (“Tür öffnen”).

(5) 8051-Assembler-Programm

Vom Port P2 sollen Messwerte eingelesen und angezeigt werden. Um die Messwerte zu glätten, soll der Mittelwert von jeweils 4 Werten angezeigt werden (auf Port P0)

$$P0 = \frac{1}{4} \sum_{k=1}^4 P2.$$

Es sollen also 4 Werte addiert werden und anschließend ist diese Summe durch 4 zu dividieren. Es darf angenommen werden, dass beim Lesen von Port P2 jeweils ein neuer (8-Bit-) Messwert anliegt. Die Anzeige ist an Port P0 angeschlossen.

Kommt es bei der Addition der 4 Messwerte zu einem Überlauf, so soll der Wert “00” auf dem Port P0 ausgegeben werden.

```
; Aufgabe (5) der Klausur SS03-1  
; Peter Pruefling/14-JUL-2003
```

```
ORG 0000H  
.  
.  
.  
END
```

- (5.1) Zeichnen Sie ein Struktogramm oder Flussdiagramm, das Ihren Algorithmus zur Lösung der Aufgabe beschreibt.
- (5.2) Kodieren Sie Ihren Algorithmus in 8051-Assembler. Die Überprüfung des Programmes kann mit dem Tasking™-Debugger erfolgen.

Klausur DMP / PT SS03-1

Bearbeitungszeit 90 Minuten
– Unterlagen gestattet –

Lösungen

(1.1) Größte positive Zahl $i_{max} = 2^{16} - 1 = 32767$, kleinste negative Zahl
 $i_{min} = -2^{16} = -32768$ (16 Bit = 15 Bit für Zahlendarstellung, 1 Vorzeichenbit)

(1.2)

```

348 : 2 = 174,    Rest = 0
174 : 2 = 87,    Rest = 0
87  : 2 = 43,    Rest = 1
43  : 2 = 21,    Rest = 1
21  : 2 = 10,    Rest = 1
10  : 2 = 5,     Rest = 0
5   : 2 = 2,     Rest = 1
2   : 2 = 1,     Rest = 0
1   : 2 = 0,     Rest = 1    (Ende der Berechnung)
⇒ x = 1010111002 (aus der Bestimmung der Reste)
    
```

(1.3) Darstellung von $-x$

```

0000 0001 0101 1100
1111 1110 1010 0011  (Inversion)
+                               1  (Addition von 1)
-----
1111 1110 1010 0100  (2er-Komplement von y)
    
```

(1.4) Durch Zusammenfassung von jeweils 4 Dualstellen erhält man

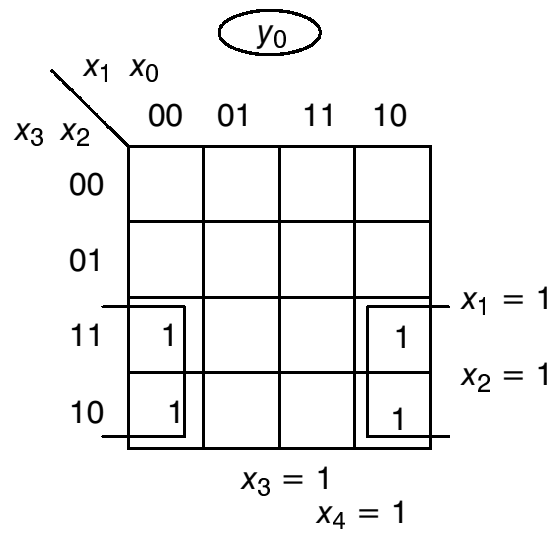
$$x = 015C_{16}$$

$$-x = FEA4_{16}$$

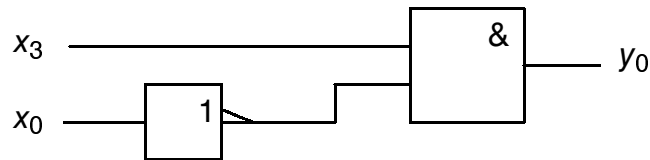
(2) Minimierung logischer Funktionen mit KV-Diagramm

(2.1) Funktion $y_0 = F_0(x_0, x_1, x_2, x_3)$

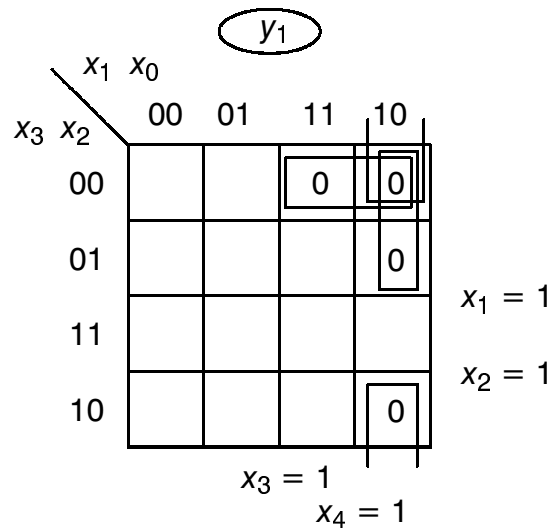
(1) = 5	(2) = 5	(3) = 6	(4) = 7	(5) = 8	$\Sigma = 31$				
1.0 ≥ 27	1.3 ≥ 25	1.7 ≥ 23	2.0 ≥ 21	2.3 ≥ 19	2.7 ≥ 18	3.0 ≥ 17	3.3 ≥ 15	3.7 ≥ 13	4.0 ≥ 12



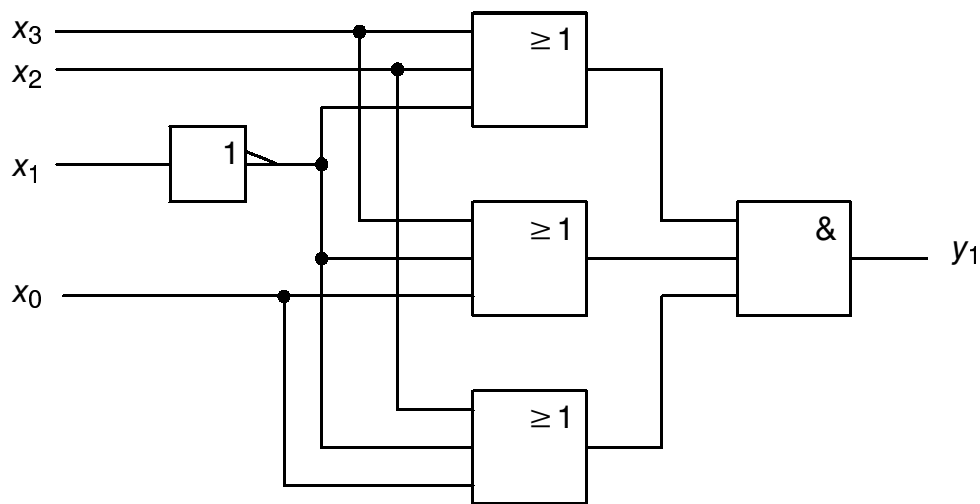
$$y_0 = x_3 \wedge \bar{x}_0$$



(2.2) Funktion $y_1 = F_1(x_0, x_1, x_2, x_3)$



$$y_1 = (x_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1) \wedge (x_3 \vee \bar{x}_1 \vee x_0) \wedge (x_2 \vee \bar{x}_1 \vee x_0)$$



(3) Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsanzeige mit LEDs

(3.1) Wahrheitstabelle

x_2	x_1	x_0	H	N1	N0	NW1	NW0
0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	1	1	1	0	0
0	0	1	0	0	0	0	1
0	0	1	1	0	0	1	1
0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0
0	1	1	x	x	x	x	x
u.S.W.							

Die "inneren" LEDs hängen nur von der Windrichtung ab. Die "äußeren" LEDs müssen zusätzlich das Bit "H" für "hohe Windgeschwindigkeit" auswerten.

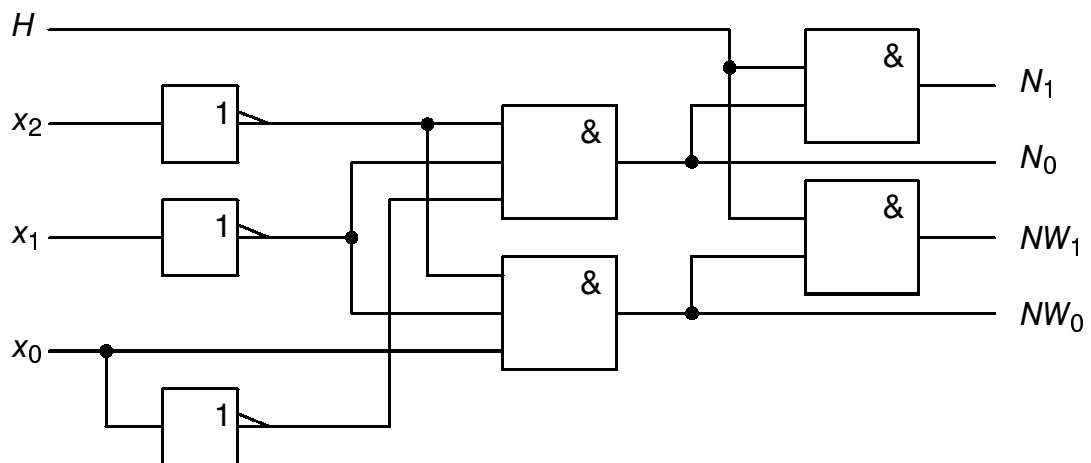
$$N_0 = \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_1 \wedge \bar{x}_0,$$

$$N_1 = \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_1 \wedge \bar{x}_0 \wedge H = N_0 \wedge H,$$

$$NW_0 = \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_1 \wedge x_0,$$

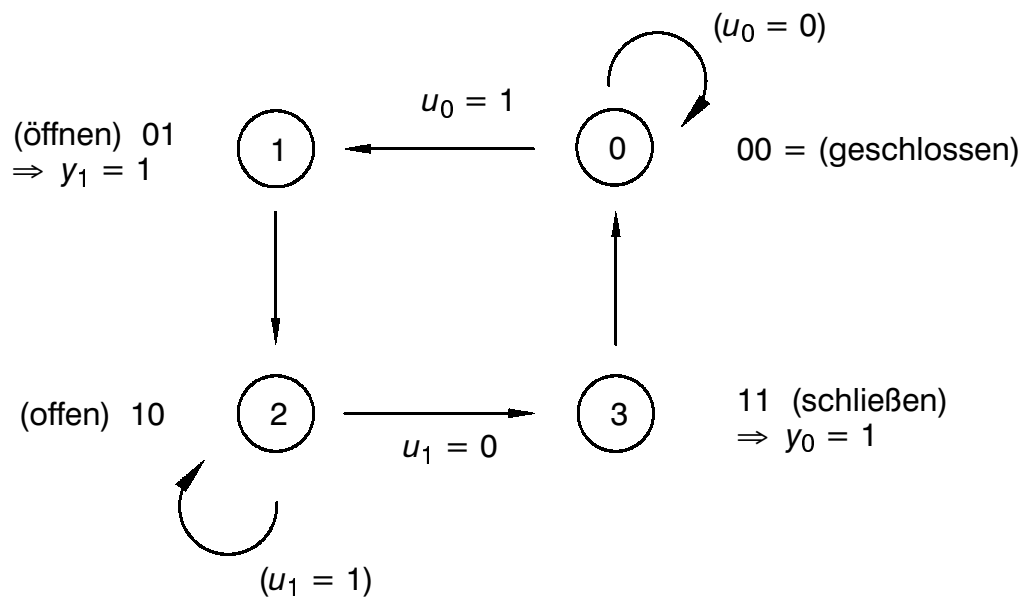
$$NW_1 = \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_1 \wedge x_0 \wedge H = NW_0 \wedge H,$$

(3.2) Dargestellt ist nur eine Möglichkeit.



(4) Sequenzielle Schaltung

(4.1)



(4.2) $x' = F(u, x)$

x1	x0	u1	u0	x1'	x0'
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1
0	0	1	0	0	0
0	0	1	1	0	1
0	1	0	0	1	0
0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	1	0
0	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	1
1	0	0	1	1	1
1	0	1	0	1	0
1	0	1	1	1	0
1	1	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0
1	1	1	0	0	0
1	1	1	1	0	0

Boolsche Gleichungen (abgelesen aus Wahrheitstabelle):

$$x_1' = x_1 \oplus x_0 \quad (\text{XOR}),$$

$$x_0' = (\bar{x}_1 \wedge \bar{x}_0 \wedge u_0) \vee (x_1 \wedge \bar{x}_0 \wedge \bar{u}_1).$$

(4.3) $y = G(x)$

x1	x0	y1	y0
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	1	0	1

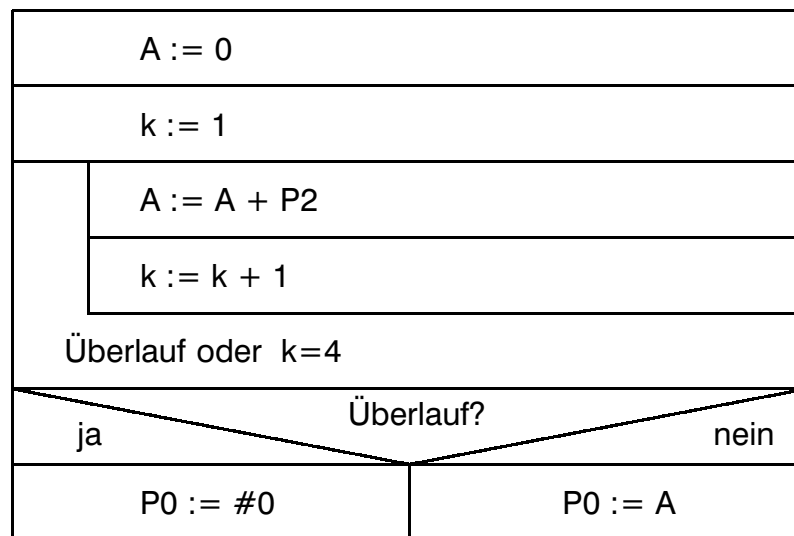
Boolsche Gleichungen (abgelesen aus Wahrheitstabelle):

$$y_1 = \bar{x}_1 \wedge x_0,$$

$$y_0 = x_1 \wedge x_0.$$

(5) 8051-Assembler-Programm

(5.1) Struktogramm oder Flussdiagramm (abhängig vom gewählten Algorithmus) muss mit der Lösung in (5.2) übereinstimmen.



(5.2) Vollständiges Assembler-Programm

```
; Loesung der Aufgabe 5
; Name: Kai Mueller
; Datum: 13-JUL-2003
```

```
ORG 0000h

lab1:  mov     R0, #4      ; Anzahl von Werten für Mittelwertbildung
      clr     A          ; Im Akku soll die Summe gebildet werden
lab2:  add     A, P2      ; in Schleife die 4 Werte addieren
      jnc    lab3       ; Bei einem Ueberlauf wird C-Flag gesetzt
      clr     A          ; hier ist Ueberlauf aufgetreten
      jmp    lab4
lab3:  djnz   R0, lab2    ; kein Ueberlauf
      mov    B, #4      ; durch 4 teilen
      div   AB          ; Ergebnis steht in A
lab4:  mov    P0, A      ; ...und das Ganze wieder von vorn.
      jmp   lab1

END
```