

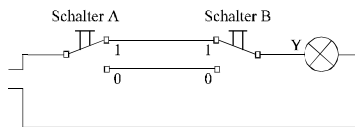
6. Übung Kombinatorische Schaltungen

Inhalt: Kombinatorische Schaltungen, Schaltungssynthese

1. Aufgabe

Zur Beleuchtungssteuerung einer großen Halle wird an jeder Stirnseite jeweils ein Lichtschalter angebracht (Schalter A, Schalter B). Unabhängig von der Stellung des Lichtschalters auf der gegenüberliegenden Seite soll das Licht ein- und ausschaltbar sein (Wechselschaltung).

Das unten dargestellte Schalteräquivalent verdeutlicht die Funktion der Wechselschaltung.

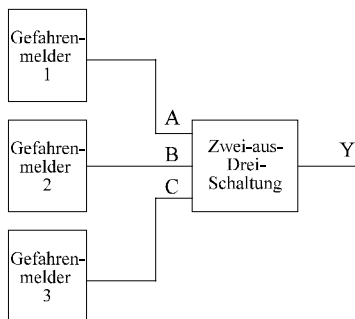


a) Realisieren Sie eine digitale Wechselschaltung. Stellen Sie dafür die Wahrheitstabelle auf.

b) Geben Sie mit NAND-Gattern eine Schaltung an.

2. Aufgabe

Zur Überwachung einer Anlage werden drei Gefahrenmelder A, B, C eingesetzt. Da die Gefahrenmelder selbst fehlerbehaftet sein können, soll nur Alarm ausgelöst werden, wenn mindestens zwei der drei Gefahrenmelder ansprechen (Zwei-aus-Drei-Schaltung). Alarm soll durch Zustand 1 am Ausgang Y signalisiert werden (normaler Betriebsfall : Ausgang Y = 0).



a) Geben Sie die vollständige Wahrheitstabelle der Zwei-aus-Drei-Schaltung an. Leiten Sie aus der Wahrheitstabelle die Funktionsgleichung für Y in der disjunktiven Normalform ab.

b) Vereinfachen Sie die Funktionsgleichung mit Hilfe eines Karnaughplanes. Entwickeln Sie daraus eine AND-OR-Schaltung und eine NAND-NAND-Schaltung.

3. Aufgabe

Für die Fehlererkennung in Codes wird häufig eine Schaltung benötigt, an deren Ausgang immer dann 1 anliegt, wenn eine geradzahlige Anzahl von Eingangsvariablen den Wert 1 haben (gerade Parität). Entwickeln Sie für vier Eingangsvariablen (A, B, C, D) eine Schaltung, deren Ausgang Y=1 führt, wenn eine gerade Anzahl von Eingängen mit 1 belegt ist.

- Stellen Sie die Wahrheitstabelle für Y auf und leiten Sie daraus die disjunktive Normalform ab.
- Überprüfen Sie mit Hilfe eines Karnaughplanes, ob sich die Funktion Y vereinfachen läßt.
- Geben Sie eine Schaltung an, in der nur XOR-Gatter verwendet werden.

4. Aufgabe

In der Digitaltechnik sind häufig digitale Ausdrücke miteinander zu vergleichen. Die einfachste Vergleichsschaltung, der sogenannte Komparator, vergleicht die Werte zweier Variablen miteinander. Beim Vergleich der beiden Variablen A und B sind drei verschiedene Ergebnisse möglich, die jeweils einem separaten Ausgang (X, Y, Z) zugeführt werden.

$$\begin{aligned} A = B &\rightarrow X = 1 \\ A > B &\rightarrow Y = 1 \\ A < B &\rightarrow Z = 1 \end{aligned}$$

- Stellen Sie die Wahrheitstabelle für einen Komparator mit zwei Eingangsvariablen A und B und drei Ausgangsvariablen X, Y, Z gemäß der oben angegebenen Tabelle auf. (A ist dann größer B, wenn A= 1 und B= 0 ist).
- Es wird eine Komparatorschaltung in AND-OR-NOT-Realisierung gesucht.

5. Aufgabe

Es ist eine Schaltung mit 4 Eingangsvariablen (A, B, C, D) zu entwerfen. Am Ausgang Y soll nur dann 1 liegen, wenn an mindestens 3 Eingängen 1 anliegt (Schwellertschaltung: eine bestimmte Mindestanzahl von Eingangsvariablen muß den Wert 1 führen, damit der Ausgang auf 1 gesetzt wird).

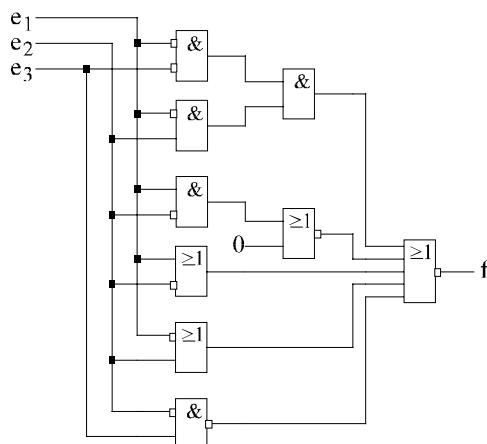
- Stellen Sie die Wahrheitstabelle auf.
- Realisieren Sie eine möglichst einfache AND-OR-Schaltung.

6. Aufgabe

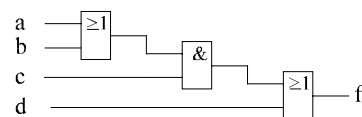
Geben Sie für die zwei folgenden Schaltungen jeweils

- die entsprechende Boolesche Funktion,
- die entsprechende Wahrheitstabelle,
- eine verbale Beschreibung der Funktion an.

Schaltung 1)



Schaltung 2)



7. Aufgabe

Gesucht ist eine Schaltung aus NAND-Gattern, deren Ausgang Y führt, wenn an den drei Eingängen eine ungerade Anzahl von 1-Signalen anliegt (ungerade Parität). Geben Sie weiterhin eine Schaltung an, in der nur XOR-Gatter zum Einsatz gelangen.

8. Aufgabe

Ein Klassifikator soll in Abhängigkeit von den Werten der vier Eingangsvariablen A, B, C, D eine Einordnung von Bauteilen treffen. Es existieren vier Sortierklassen M, N, U und Z mit folgenden Gleichungen :

$$M = A \wedge B \wedge C \wedge D$$

$$N = A \wedge \bar{B} \wedge C \wedge D$$

$$U = A \wedge \bar{B} \wedge C \wedge \bar{D}$$

In allen anderen Fällen soll das Bauteil in die Ausschußklasse Z eingeordnet werden.

- Stellen sie die Wahrheitstabelle für M, N, U, Z und \bar{Z} auf. Sollte zur Schaltungssynthese Z oder \bar{Z} eingesetzt werden, um den Schaltungsaufwand möglichst gering zu halten?
- Realisieren Sie eine Schaltung ausschließlich aus NAND-Gattern.

9. Aufgabe

Gesucht ist eine Steuerschaltung, die die nachfolgend dargestellte Wahrheitstabelle erfüllt.

- Stellen Sie die disjunktive Normalform für X, Y und Z auf, und vereinfachen Sie diese soweit möglich mit Hilfe von Karnaughplänen.
- Entwerfen Sie die entsprechende Schaltung mit NOR-Gattern.

Fall	D	C	B	A	X	Y	Z
1	0	0	0	0	1	0	0
2	0	0	0	1	1	0	0
3	0	0	1	0	1	0	0
4	0	0	1	1	1	0	0
5	0	1	0	0	0	1	1
6	0	1	0	1	0	1	1
7	0	1	1	0	1	0	0
8	0	1	1	1	0	1	1
9	1	0	0	0	0	0	1
10	1	0	0	1	0	0	1
11	1	0	1	0	1	0	0
12	1	0	1	1	0	0	1
13	1	1	0	0	0	1	1
14	1	1	0	1	0	1	1
15	1	1	1	0	1	0	0
16	1	1	1	1	0	1	1

10. Aufgabe

Der Ausgang Y einer Majoritätsschaltung (Mehrheit) soll nur dann eine 1 ausgeben, wenn die Mehrzahl der fünf Eingänge auf 1 liegt.

- Stellen Sie die Wahrheitstabelle für eine Majoritätsschaltung mit fünf Eingängen auf. Versuchen Sie, die disjunktive Normalform unter Benutzung des Verfahrens nach Quine/McCluskey möglichst weitgehend zu vereinfachen.
- Für die Schaltung stehen nur NOR-Gatter zur Verfügung. Formen Sie die gefundene Gleichung entsprechend um oder lesen Sie einen Karnaughplan direkt für die NOR-NOR-Realisierung aus.

11. Aufgabe

Damit eine Kunststoffspritzmaschine entweder im Produktionsmodus oder im Reinigungsbetrieb laufen kann, müssen einige Voraussetzungen überprüft werden.

Produktionsbetrieb :

- Startschalter für Produktionsbetrieb eingeschaltet,
- Füllstandsmelder zeigt an, daß ausreichend Spritzmaterial im Behälter ist
- Sicherheitslichtschranke nicht unterbrochen
- erforderliche Temperatur der Spritzform ist erreicht
- Reinigungsbetrieb nicht eingeschaltet

Reinigungsbetrieb

- Startschalter für Reinigungsbetrieb eingeschaltet
- kein Spritzmaterial im Behälter
- Sicherheitslichtschranke nicht unterbrochen
- Startschalter für Produktionsbetrieb nicht betätigt
- Temperatur der Spritzform ist egal

Festlegung der Variablen und der Bedeutung ihrer Werte :

Ein/Ausgang	Bedeutung	Variable
Eingang	Startschalter Produktionsvorgang ein	A = 1
Eingang	Füllstandsmelder meldet Füllung	F = 1
Eingang	Lichtschranke unterbrochen	L = 0
Eingang	Temperatursensor meldet richtige Temperatur	B = 1
Eingang	Startschalter Reinigungslauf ein	C = 1
Ausgang	Maschine darf zum Produktionsvorgang anlaufen	P = 1
Ausgang	Maschine darf zum Reinigungsvorgang anlaufen	R = 1

Gesucht ist eine möglichst einfache Verriegelungsschaltung, die die beschriebenen Anforderungen erfüllt. Die Schaltung soll aus NAND-Gattern aufgebaut sein. Es sind nur Gatter mit maximal 3 Eingängen verfügbar.