

Entwurf und Implementierung digitaler Schaltungen mit VHDL

1. Übung

1. Aufgabe:

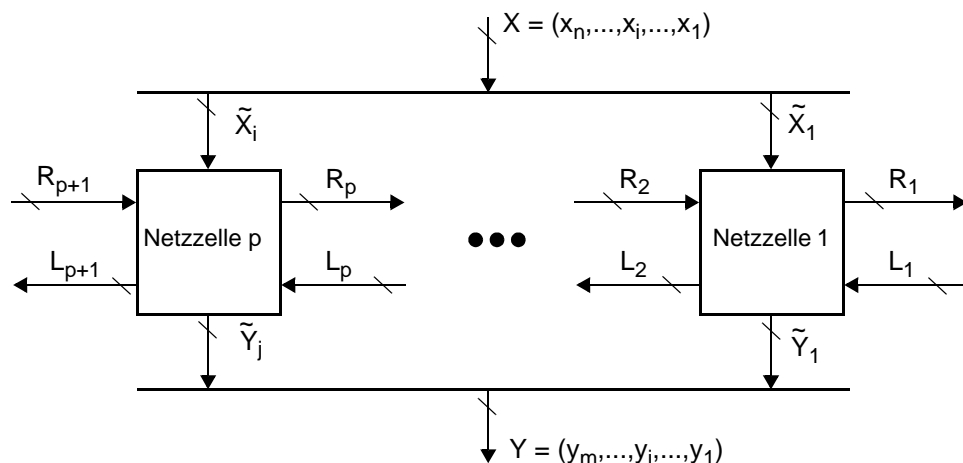
In einem U-Bahnnetz mit den Linien 0 bis 9 werden Monatskarten für je eine Linie ausgegeben. Auf jeder Karte ist im Dualcode die entsprechende Linie verschlüsselt. Der Fahrgast darf die auf gleichen Streckenabschnitten verkehrenden Linien mit seiner - nur für eine Linie gültigen - Fahrkarte benutzen. Am Streckenabschnitt, in dem die Linien 1, 2, 6, 7 und 8 verkehren, soll ein Kontrollgerät dem Kontrolleur die Kontrolle der Fahrkarten ermöglichen und Tarifverstöße durch eine Lampe optisch signalisieren.

In diesem Kontrollgerät stellt eine Karten-Leseeinheit der Lampen-Steuerung die dualcodierte Liniennummer bereit (Binäreingänge x_4, x_3, x_2, x_1). Darauf soll der Ausgang y der Steuerung ggf. die Lampe für den Tarifverstoß ansteuern: Liegt ein Verstoß gegen die Fahrtregeln vor, dann liegt am Ausgang y eine 1; ansonsten wird mit $y = 0$ signalisiert, dass kein Verstoß vorliegt.

- 1.1 Stellen Sie die Funktionstabelle der Schaltfunktion f für die Lampen-Steuerung auf.
- 1.2 Tragen Sie f in ein KV-Diagramm ein und bestimmen Sie daraus die disjunktive Minimalform.
- 1.3 Zeichnen Sie den logischen Schaltplan des Schaltnetzes.

2. Aufgabe:

In einem iterativen Schaltnetz werden *gleich gebaute* Zellen zu einer Kette zusammengeschaltet (s. Bild). Jede Zelle erhält einen Teil \tilde{X}_i der Eingangsbelegung X und erzeugt (i. Allg.) einen Anteil \tilde{Y}_j der Ausgangsbelegung Y . Die i -te Zelle kommuniziert mit ihrem rechten Nachbarn (i. Allg.) über die Verbindungen R_i und L_i , mit dem linken über R_{i+1} und L_{i+1} . Die Endzellen (Nr. 1 und p) können i.a. vereinfacht werden. (Im konkreten Einzelfall müssen nicht alle im Bild gezeigten Kommunikationssignale zwischen den Zellen vorhanden sein; gezeigt ist der allgemeinst mögliche Fall. Es kann auch sein, dass einzelne Netzzellen (direkt) gar keinen Anteil \tilde{Y}_j zur Ausgangsbelegung Y beisteuern.)



Entwerfen Sie einen Vergleichler - als iteratives Schaltnetz - für den (ziffernweisen) Vergleich zweier nichtnegativer n-stelliger Dualzahlen $A = a_n \dots a_2 a_1$ und $B = b_n \dots b_2 b_1$.

Dieser Vergleichler soll jeweils anzeigen, ob $A = B$, $A < B$ oder $A > B$ ist. Das Vergleichsergebnis soll über die Vergleichler-Ausgangssignale y_u und y_w wie folgt angezeigt werden:

	y_u	y_w
$A = B$	1	0
$A > B$	0	1
$A < B$	0	0

Der Vergleichler soll folgendermaßen arbeiten: Zuerst werden die beiden höchstwertigsten Ziffern a_n und b_n verglichen. Sind sie ungleich, so steht das Endergebnis bereits fest: Im Falle $a_n > b_n$ ist auch $A > B$ und im Falle $a_n < b_n$ ist auch $A < B$. Sind die beiden Ziffern jedoch gleich, so wird das nächst niederwertige Ziffern paar (a_{n-1}, b_{n-1}) verglichen. Sind diese Ziffern ungleich, so steht wieder das Endergebnis fest; sind sie jedoch gleich, so muß das nächste Paar verglichen werden u.s.w.

- 2.1 Überlegen Sie sich, welche Ein- und Ausgangssignale eine Zelle benötigt, und zeichnen Sie das Strukturbild des iterativen Schaltnetzes.
- 2.2 Stellen Sie die Funktionstabelle einer Zelle auf, geben Sie mit Hilfe von KV-Diagrammen die konjunktiven Minimalformen für die Ausgangssignale an, und zeichnen Sie ein NOR-NOR-Schaltnetz einer Zelle.
- 2.3 Lassen sich die erste und letzte Zelle des iterativen Schaltnetzes vereinfachen, und wenn ja, wie?

3. Aufgabe:

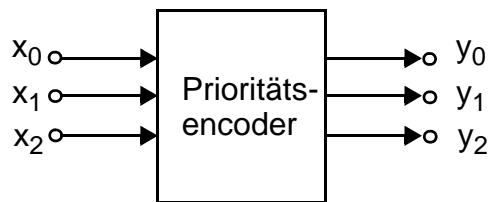
Wie Ihnen bekannt ist, kann man das Zweierkomplement einer n-stelligen Binär vokabel $X = x_n \dots x_2 x_1$ durch Komplementieren und anschließende Addition von 1 bestimmen. Hierzu gibt es eine einfache Umsetzungsmöglichkeit:

Man bestimmt zunächst die niederwertigste Stelle der Binär vokabel mit einer 1, und komplementiert anschliessend alle Stellen links davon (z.B.: $0010 = 2 \rightarrow$ durch Komplementieren der beiden höchstwertigen Stellen erhält man $1110 = -2$). Sie sollen nun ein *iteratives* Schaltnetz entwerfen, das dies leistet.

- 3.1 Welche Ein- und Ausgänge hat jede Zelle (Interpretation)?
- 3.2 Stellen Sie die Funktionstabelle des Schaltnetzes einer Zelle auf und leiten Sie hieraus für jede Funktion des Bündels eine Gleichung ab.
- 3.3 Zeichnen Sie das iterative (Gatter-)Schaltnetz zur Berechnung des Zweierkomplements einer fünfstelligen Binär vokabel. Wie vereinfachen sich die erste und letzte Zelle?

4. Aufgabe: Prioritätsencoder

Es gilt, einen sog. Prioritätsencoder für drei Eingangsvariablen als Schaltnetz zu entwerfen.



Dieser soll eine 3-stellige Eingangsbelegung $X = (x_2, x_1, x_0)$ jeweils daraufhin untersuchen, ob

- mindestens eine Eingangsvariable gleich 1 ist, und, *für diesen Fall*,
- die am weitesten links stehende 1 detektieren, d.h. den Index p der ihr zugeordneten Eingangsvariablen x_p ausgeben.

Zur Anzeige des Ergebnisses dienen die drei Ausgangsvariablen y_2, y_1 und y_0 :

- y_2 soll genau dann den Wert 1 annehmen, wenn mindestens eine Eingangsvariable gleich 1 ist.
- Für den Fall $y_2 = 1$ soll über y_1 und y_0 der Index p (der detektierten Eingangsvariablen x_p) im Dualcode angezeigt werden.

Beispiel: $(x_2, x_1, x_0) = 011 \Rightarrow x_p = x_1 \Rightarrow (y_1, y_0) = 01$

- Für den Fall $y_2 = 0$ sind die Werte von y_1 und y_0 (für die Umgebung) irrelevant.

Stellen Sie die Funktionstabelle der Schaltfunktionen f_2, f_1 und f_0 auf unter der Annahme, dass die Umgebung alle möglichen Eingangsbelegungen liefern kann (d.h. keinerlei Eingabebeschränkungen bestehen).

Hintergrundinformation zur möglichen Anwendung des Prioritätsencoders:

Wird mit $x_i = 1$ (jeweils) das Auftreten eines Ereignisses vom Typ e_i gemeldet ($i = 0, 1, 2$), und weist man diesen drei Ereignistypen unterschiedliche Prioritäten zu - nämlich e_2 die höchste, und e_0 die niedrigste - dann detektiert der Prioritätsencoder aus der Menge der aktuell gemeldeten Ereignisse jeweils dasjenige mit der höchsten Priorität.