

GDS: Laborübung 4

Realisierung eines Addier-/Subtrahierwerks für zwei vorzeichenlose 4-Bit Zahlen

In diesem Laborversuch soll ein programmierbarer Logikbaustein (programmable logic device = PLD) benutzt werden, um ein 4-Bit Addier-/Subtrahierwerk über Boole'sche Gleichungen zu realisieren. Der innere Aufbau dieses Bausteins wird als 'black box' betrachtet.

Aufgabe, Teil 1:

Im Rahmen des seminaristischen Unterrichts wurde ein **Addierwerk** für vorzeichenlose Dualzahlen entwickelt (siehe dazu auch das Skript „Grundlagen Digitaler Systeme“, Seiten 40 bis 44). Benutzen Sie diese Vorlage, um die Gleichungen für die Summen- und Übertrags-Ausgänge eines modularen Addierwerks (entsprechend Abb. 6-3 im Skript) zu entwickeln. Diese Gleichungen sind dann in eine Textdatei mit folgendem Format einzutragen:

```
GAL16V8 in: (A3, A2, A1, A0, B3, B2, B1, B0),
            io: (S3, S2, S1, S0, C3, C2, C1, C0)

S0 =
C0 =
S1 =
C1 =
S2 =
C2 =
S3 =
C3 =
```

A3...0, B3...0 sind die Bits der Summanden A und B (A3, B3 = MSB).
S3...0 sind die Summenbits, C3...0 die Übertrags-(Carry-)Bits.

Die ersten zwei Zeilen sind identisch zu übernehmen.
Danach folgen die Gleichungen für S0...3 und C0...3.

Die von Ihnen erstellte Datei muss die Endung *.pld* besitzen und wird mit einem Tool übersetzt, um daraus eine Programmier­tabelle für das PLD zu erzeugen. Das PLD wird damit programmiert und anschließend von Ihnen auf Funktionsfähigkeit getestet. Die Pin-Belegung entnehmen Sie dem List-File.

Erstellen Sie einen Schaltplan, realisieren Sie die Schaltung und testen Sie sie!

Verwenden Sie Kippschalter für die Eingabe der Operanden und LEDs für die Anzeige des Ergebnisses.
Überlegen Sie, ob eine Anzeige der Carry-Bits sinnvoll ist.

Hinweis (WICHTIG):

Die hier vorliegenden Daten stellen Binärzahlen dar. Deshalb sollen Schalter und LEDs stets so angeordnet sein, dass die niedrigste Stelle rechts steht.

► **bitte wenden!**

GDS: Laborübung 4

Aufgabe, Teil 2:

Im Rahmen des seminaristischen Unterrichts wurde neben dem Addierwerk auch ein **Subtrahierwerk** für vorzeichenlose Dualzahlen entwickelt. Erweitern Sie Ihre Schaltung aus Teil 1 so, dass sie sowohl addieren als auch subtrahieren kann. Dabei soll die Subtraktion NICHT im 2er-Komplement, sondern direkt (also vorzeichenlos) erfolgen.

Ergänzen Sie Ihre Gleichungen so, dass ein **umschaltbares Addier-/Subtrahierwerk** realisiert wird. Führen Sie dazu einen zusätzlichen Eingang **MODE** ein, dessen Zustand bestimmt, ob addiert (MODE=0) oder subtrahiert (MODE=1) werden soll. Im Fall der Subtraktion soll Ihre Schaltung die Gleichung

$$S = A - B$$

umsetzen.

Ergänzen Sie Ihren Schaltplan, realisieren Sie die Schaltung und testen Sie sie!

Hinweis:

Falls Ihr GAL vom Typ 16V8 dieser Aufgabe nicht gewachsen sein sollte, verwenden Sie einen leistungsfähigeren Baustein, z.B. einen **20V8** oder **22V10**. Dazu genügt es, die erste Zeile Ihrer Textdatei entsprechend zu ändern.

Achtung:

Die vorgeschlagenen Alternativen haben 24 Pins (statt 20) und erfordern damit gegenüber dem 16V8 eine veränderte Verdrahtung!

Aufgabe, Teil 3: (Option; für die Erlangung des Testats NICHT erforderlich!)

Ergänzen Sie Ihr umschaltbares Addier-/Subtrahierwerk so, dass Sie beim Subtrahieren zusätzlich auswählen können, ob Sie vorzeichenlos (wie bereits in Teil 2 realisiert) oder im 2er-Komplement (wurde im Unterricht ebenfalls vorgestellt; Skript S. 45, Abb. 6-4) subtrahieren möchten.

Führen Sie dazu einen weiteren Eingang **SUBMODE** ein, dessen Zustand bestimmt, ob vorzeichenlos (SUBMODE=0) oder im 2er-Komplement (SUBMODE=1) subtrahiert werden soll. Beim Addieren soll dieser Eingang ohne Bedeutung sein.

Hinweis:

Beachten Sie, dass diese Funktion für die erste (unterste) Stufe einen Carry-Input benötigt. (Warum?)

Hinweis:

Falls Sie bis hierher mit einem GAL vom Typ 16V8 ausgekommen sein sollten: spätestens jetzt dürfte es überfordert sein; verwenden Sie einen leistungsfähigeren Baustein, z.B. einen **20V8** oder **22V10**. Dazu genügt es, die erste Zeile Ihrer Textdatei entsprechend zu ändern. Beachten Sie, dass diese Bausteine 24 Pins (statt 20) haben!

Ergänzen Sie Ihren Schaltplan, realisieren Sie die Schaltung und testen Sie sie!