

## 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!**