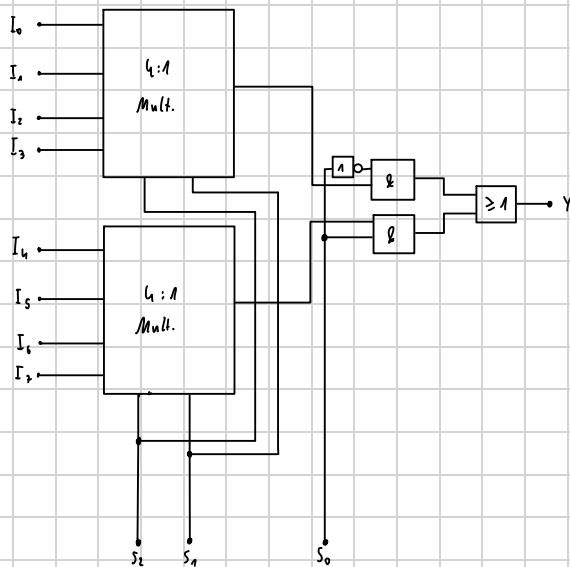
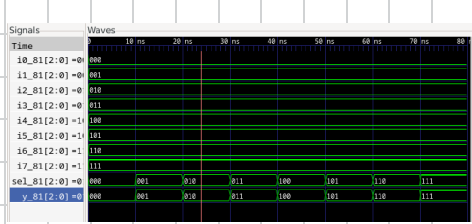


In den weiteren Aufgabenteilen geht es um einen 8:1 Multiplexer (Abbildung: 1(b)), mit 3-bit Eingangssignalen $I_0(000)$, $I_1(001)$, $I_2(010)$, $I_3(011)$, $I_4(100)$, $I_5(101)$, $I_6(110)$ und $I_7(111)$. Implementieren Sie diesen 8:1 Multiplexer anhand der Wahrheitstabelle 2, sodass genau eines der 3-Bit Signale von I_0 bis I_7 ausgewählt werden kann. Dies soll anhand der Auswahlssignale $S_2S_1S_0$ (drei Bits) geschehen.

- c. (3 Punkte) Verwenden Sie zwei der 4:1 Multiplexer, die im vorherigen Aufgabenteil entworfen wurden, um diesen 8:1 Multiplexers zu entwerfen. Dabei können die bereitgestellten Gatter genutzt bzw. verändert werden und/oder die auf Übungsblatt 2 entworfenen Gatter verwendet werden. Zeichnen Sie zuerst das **Schaltbild** des 8:1 Multiplexers und implementieren Sie danach den 8:1 Multiplexer in VHDL. Dabei darf der 4:1 Multiplexer im Schaltbild als Komponente verwendet werden.



- d. (1 Punkte) Vervollständigen Sie die vorgegebene Testbench, in welcher die Fälle $S_2S_1S_0$ gleich 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110 und 111 überprüft werden sollen.



4.2 Demultiplexer in VHDL (4 Punkte)

Der Demultiplexer erfüllt die umgekehrte Aufgabe des Multiplexers. Während der Multiplexer dazu benutzt wird, eine Ausgabe aus vielen Eingaben auszuwählen, leitet der Demultiplexer ein einziges Eingangssignal auf eine von mehreren Ausgaben weiter. Beispielsweise repräsentiert Abbildung 2 einen 1:4 Demultiplexer, dessen Eingangssignal I_n eigentlich das Ausgangssignal Y des 4:1 Multiplexers aus Abbildung 1(a) ist. Die Aufgabe dieses 1:4 Demultiplexers ist es, die Eingabe I_n auf den korrekten Ausgang (Y_0 , Y_1 , Y_2 oder Y_3), abhängig von dem Auswahlsignal S_1S_0 , weiterzuleiten.

Aufgaben:

Nehmen Sie an, dass das Eingangssignal I_n des 1:4 Demultiplexers in Abbildung 2 ein 3-Bit Signal ist. Implementieren Sie einen 1:4 Demultiplexer anhand der Wahrheitstabelle 3, sodass I_n , aufgrund der Auswahlssignale S_1 und S_0 , auf den richtigen Ausgang weitergeleitet wird.

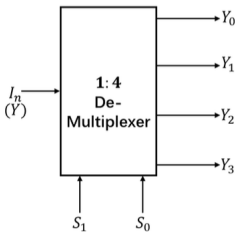
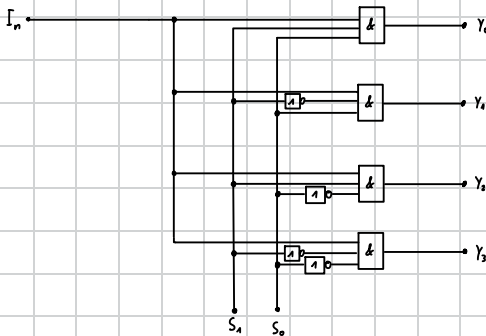


Abbildung 2: Schema eines 1:4 Demultiplexer.

Eingabe		Auswahlsignal		Ausgabe			
I_n		S_1	S_0	Y_0	Y_1	Y_2	Y_3
I_n	0	0	0	I_n	0	0	0
I_n	0	1	0	0	I_n	0	0
I_n	1	0	0	0	0	I_n	0
I_n	1	1	1	0	0	0	I_n

Tabelle 3: Die Wahrheitstabelle eines 1:4 Demux.

- a. (3 Punkte) Verwenden Sie logische Gatter (wahlweise hier bereit gestellte oder z.B. auf Blatt 2 selbst erstellte), um diesen 1:4 Demultiplexer zu entwerfen. Diese Gatter können wenn nötig angepasst werden (z.B. kann die Anzahl der Inputs verändert werden). Zeichnen Sie erst das **Schaltbild** des 1:4 Demultiplexers, den Sie entwerfen wollen und implementieren Sie den 1:4 Demultiplexer danach in VHDL.



b. (1 Punkte) Testen Sie Ihre Implementierung in einer Testbench mit S_1S_0 jeweils gleich 00, 10, 01 und 11.



4.3 Kodierer und Dekodierer in VHDL (4 Punkte)

Ein andere häufig genutzte kombinatorischen Schaltung ist der *Kodierer*. Während ein Multiplexer nur eines der Eingabesignale als Ausgabesignal auswählt, verarbeitet ein Kodierer - oft auch binärer Kodierer genannt - all seine Eingänge einzeln und wandelt sie in ein entsprechendes kodiertes Ausgabesignal um. Abbildung 3 zeigt das Schaltbild einen 4:2 Kodierer, der ein 4-Bit Eingabesignal $I_0I_1I_2I_3$ in ein kodiertes 2-Bit Signal Y_1Y_0 umwandelt wie in Wahrheitstabelle 4 dargestellt.

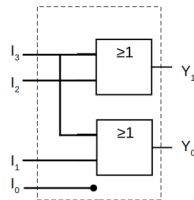


Abbildung 3: Schaltbild eines 4:2 Kodierer.

Eingabesignale				Ausgabesignale	
I_3	I_2	I_1	I_0	Y_1	Y_0
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	1	0
1	0	0	0	1	1

Tabelle 4: Die Wahrheitstabelle eines 4:2 Kodierers.

Ein Problem eines solchen einfachen Binärkodierers ist, dass die Ausgabe mit hoher Wahrscheinlichkeit falsch ist, falls mehrere Eingabesignale den logischen Wert "1" besitzen. Wenn zum Beispiel I_2 und I_1 gleichzeitig den logischen Wert "1" haben, so generiert der Binärkodierer die Ausgabe "11", statt "01" oder "10".

Dieses Problem kann man vermeiden wenn verschiedenen Eingängen Prioritäten zugewiesen werden. Sobald mehrere Eingabesignale den logischen Wert "1" besitzen, bestimmt das System den Eingang mit der höchsten Priorität und gibt die entsprechende kodierte Ausgabe aus. Wenn an I_2 eine logische "1" anliegt, so werden die Ausgabesignale Y_1Y_0 nur

durch I_2 bestimmt, unabhängig von den welche logischen Werten die an I_1 und I_0 anliegen. Diese Arbeitsweise ist in Tabelle 5 dargestellt.

Eingabesignale				Ausgabesignale	
I_3	I_2	I_1	I_0	Y_1	Y_0
0	0	0	1	0	0
0	0	1	x	0	1
0	1	x	x	1	0
1	x	x	x	1	1

Tabelle 5: Die Wahrheitstabelle eines Prioritätskodierers.

Aufgaben:

- (1 Punkte) Entwerfen Sie anhand der Wahrheitstabelle 5 einen 4:2 Prioritätskodierer indem Sie das Schaltbild zeichnen.
- (2 Punkte) Implementieren Sie den 4:2 Prioritätskodierer in VHDL und testen Sie Ihre Implementierung in einer Testbench mit $I_3I_2I_1I_0$ jeweils gleich 0001, 0010, 0100 und 1000.

a. Betrachte die Prioritäten, die gelten müssen:

$$P_3 = I_3$$

$$P_2 = \bar{I}_3 \wedge I_2$$

$$P_1 = \bar{I}_3 \wedge \bar{I}_2 \wedge I_1$$

$$P_0 = \bar{I}_3 \wedge \bar{I}_2 \wedge \bar{I}_1 \wedge I_0$$

Es gilt $Y_1 = MSB$ d.h. entweder wahr, falls P_3 oder P_1 gilt: $I_1 = P_3 \vee P_1$

Zudem gilt $Y_0 = LSB$ d.h. entweder wahr, falls P_3 oder P_0 gilt: $I_0 = P_3 \vee P_0$

$$\text{Es folgt: } Y_1 = I_3 \vee (\bar{I}_3 \wedge I_2)$$

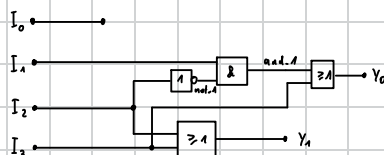
$$Y_0 = I_3 \vee (\bar{I}_3 \wedge \bar{I}_2 \wedge I_1)$$

$$Y_1 = I_3 \vee (\bar{I}_3 \wedge I_2) \equiv (I_3 \vee \bar{I}_3) \wedge (I_3 \vee I_2) \equiv \top \wedge (I_3 \vee I_2) \equiv I_3 \vee I_2$$

$$Y_0 = I_3 \vee (\bar{I}_3 \wedge \bar{I}_2 \wedge I_1) \equiv (I_3 \vee \bar{I}_3) \wedge (I_3 \vee \bar{I}_2) \wedge (I_3 \vee I_1) \equiv \top \wedge (I_3 \vee \bar{I}_2) \wedge (I_3 \vee I_1)$$

$$\equiv (I_3 \vee \bar{I}_2) \wedge (I_3 \vee I_1)$$

$$\equiv I_3 \vee (\bar{I}_2 \wedge I_1)$$



b.



c. (1 Punkte) Dekodierer, die das kodierte Signal zurück in seine originale Form übersetzen, implementieren die umgekehrte Funktion des Kodierers. Entwerfen Sie einen 2:4 Dekodierer nach der Wahrheitstabelle 6 indem Sie das Schaltbild zeichnen.

Eingabesignale		Ausgabesignale			
I_1	I_0	Y_3	Y_2	Y_1	Y_0
0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0
1	1	1	0	0	0

Tabelle 6: Die Wahrheitstabelle eines 2:4 Dekodierers.

C.

