



Phasenanzeige

Labor Digitales Design

Inhalt

1 Ziel	1
2 Kombinatorische Logikschaltung	2
2.1 Pflichtenheft	2
2.2 Entwurf	2
3 Schema-Editor	3
3.1 Signale	3
3.2 Blatt Layout	3
4 Simulation	3
4.1 Verifizierung	3
4.2 Anzeige	3
4.3 Gatterverzögerungen	3
Glossar	4

1 | Ziel

Dieses Labor dient dazu, die Werkzeuge der automatisierten Entwicklung in der Elektronik (Electronic Design Automation, ([Electronic Design Automation \(EDA\)](#))) bedienen zu lernen. Es werden das Schema-Eingabe-Tool und der Simulator benutzt, sowie die Zusammenarbeit zwischen den beiden. Als Beispiel wird eine einfache Logikschaltung mit Invertern, UND- und ODER-Gattern gezeichnet und simuliert.



2 Kombinatorische Logikschaltung

2.1 Pflichtenheft

Ein Regler wird gebraucht um einen Generator auf das 50 Hz Stromnetz zu synchronisieren. Dazu wird ein Phasenkomparator benützt. Dieser erzeugt eine ganze Zahl, welche der Phasendifferenz zwischen der Sinuswelle des Netzwerks und derjenigen des Generators entspricht. Diese Differenz soll mit Hilfe von 4 **Light Emitting Diode (LED)**s angezeigt werden.

Die Zahl der Phasendifferenz ist auf 8 Bits codiert. Die Anzeige der **LED** ist wie folgt:

- Ist der Phasenunterschied null (Bedingung A), so leuchtet die erste Diode
- Sind die 6 höheren Bits des Unterschieds alle '0' (Bedingung B), so leuchten die zwei ersten Dioden
- Sind die 4 höheren Bits des Unterschieds alle '0' (Bedingung C), so leuchten die drei ersten Dioden
- Sonst leuchtet nur die letzte Diode

2.2 Entwurf

Mit Hilfe von Invertern, UND- und ODER-Gattern, zeichnen Sie die Schaltung, welche die 3 Bedingungen des Pflichtenheftes erfüllt.



Ergänzen Sie die folgende Tabelle 1 laut Pflichtenheft.

Unterschied	Bed. A	Bed. B	Bed. C	LED 1	LED 2	LED 3	LED 4
0b11111111							
0b11111110							
...							
0b00010001							
0b00010000							
0b00001111							
0b00001110							
...							
0b00000101							
0b00000100							
0b00000011							
0b00000010							
0b00000001							
0b00000000							

Tabelle 1 - Wahrheitstabelle

Schreiben Sie für jede **LED** einen Satz, welcher erklärt, wann diese leuchtet, als Funktion der 3 Bedingungen. Dabei stellen wir fest, dass wenn die Bedingung a wahr ist, so sind die Bedingungen



b und c auch wahr. Mit Hilfe von Invertern, UND- und ODER-Gattern, zeichnen Sie den zweiten Teil der Schaltung, welcher die **LEDs** anhand der 3 Bedingungen steuert.

3 | Schema-Editor

3.1 Signale

Geben Sie jedem Signal der Schaltung einen Namen. Passen Sie die Anzeige der Signalnamen an (Sichtbarkeit, Grösse, ...). Machen Sie das Diagramm lesbar, indem Sie manche Signale mit Namen und nicht mit einer Linie verknüpfen.

3.2 Blatt Layout

Regeln Sie das Layout, um die gesamte Schaltung auf einer einzigen Seite zu drucken. Füllen Sie das zur Verfügung gestellte Schriftfeld aus.

Nehmen Sie die notwendigen Änderungen vor, um diese Schaltung gut lesbar zu machen.

4 | Simulation

4.1 Verifizierung

Öffnen Sie die Testbank der zu simulierenden Schaltung und bestimmen Sie die nötige Simulationsdauer.

Starten Sie die Simulation und überprüfen Sie die korrekte Funktionsweise der Schaltung.

4.2 Anzeige

Ändern Sie die Zeitskala im Fenster der Zeitsignale (waves), um diese in Mikrosekunden anzuzeigen.

Ändern Sie die Anzeige der Eingangszahl, um diese in Dezimal lesen zu können. Duplizieren Sie dieses Signal und ändern Sie seine Darstellung, um es wie eine Oszilloskopspur anzuzeigen, und nicht als eine Sequenz von Zahlen.

Ändern Sie die Anzeige des Ausgangsvektors, um eine Spur per **LED** sehen zu können.

Speichern Sie die Liste der Signale mit deren Darstellungsparametern. Beenden Sie das Simulationsprogramm und starten Sie es mit der zuvor gespeicherten Datei neu.

4.3 Gatterverzögerungen

Zeigen Sie den Effekt der Gatterverzögerungen in der Simulation.

Ohne den Simulator zu beenden, ändern Sie die Verzögerung des Logikgatters, welches die vierte **LED** steuert, auf Null. Kompilieren Sie das modifizierte Schema. Kehren Sie in den Simulator zurück und starten sie die Simulation neu. Verifizieren Sie den Effekt der Änderung der Gatterverzögerung.



Glossar

EDA – Electronic Design Automation [1](#)

LED – Light Emitting Diode [2](#), [2](#), [2](#), [2](#), [2](#), [2](#), [2](#), [3](#), [3](#), [3](#)