

# Übung zur Vorlesung Technische Grundlagen der Informatik

Prof. Dr. Andreas Koch  
Thorsten Wink

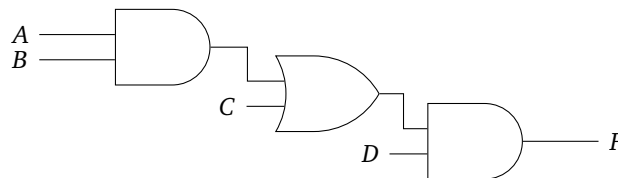


TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

Wintersemester 09/10  
Übungsblatt 4 - Lösungsvorschlag

## Aufgabe 4.1 Timing

Berechnen Sie die maximale Ausbreitungsverzögerung der folgenden Schaltung.  $t_{pd}$  jedes einzelnen Gatters beträgt 5 ns, die Leitungsverzögerung wird vernachlässigt.  
Können Sie eine Schaltung mit derselben Funktion, aber kleinerer Ausbreitungsverzögerung angeben? Es stehen beliebige Gatter zur Verfügung.



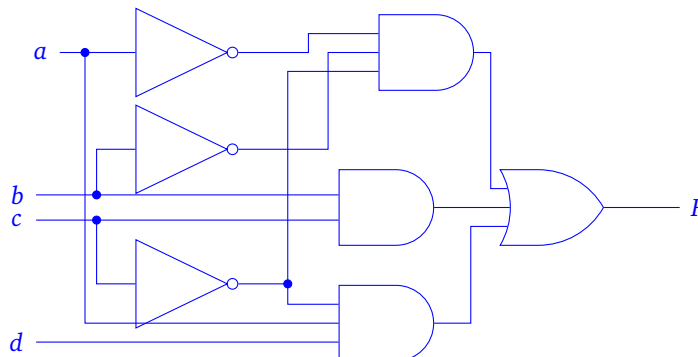
Die Ausbreitungsverzögerung beträgt  $3 t_{pd} = 15$  ns.

Die Schaltung implementiert die Funktion  $F = (AB + C)D$ . Sie ist 3-stufig. Durch Ausmultiplizieren kann sie auf die 2-stufige Funktion  $F = ABD + CD$  gebracht werden, die nur noch eine Ausbreitungsverzögerung von  $2 t_{pd} = 10$  ns hat.

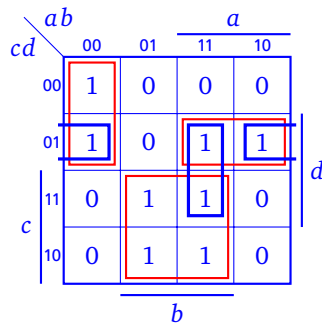
## Aufgabe 4.2 Glitches

Gegeben ist die folgende Funktion:  $F = bc + acd + \bar{a}\bar{b}\bar{c}$ .

- a) Zeichnen Sie die Schaltung. Verwenden Sie dabei ausschließlich AND-, OR- und NOT-Gatter.



- b) Können in der Schaltung Glitches auftreten? Wenn ja, wo? Wenn nein, warum nicht?  
Zur Untersuchung wird die Funktion in ein K-Diagramm eingetragen und untersucht, ob es benachbarte 1en gibt, die nicht gemeinsam überdeckt sind.



An den blau markierten Stellen können potentiell Glitches auftreten.

c) Simulieren Sie das Schaltnetz an den Übergängen

- $ab\bar{c}d \rightarrow abcd$  (1)
- $abcd \rightarrow ab\bar{c}d$  (2)
- $\bar{a}\bar{b}\bar{c}d \rightarrow \bar{a}\bar{b}cd$  (3)
- $\bar{a}\bar{b}cd \rightarrow \bar{a}\bar{b}\bar{c}d$  (4)

Zeichnen Sie hierzu den Zeitverlauf der Ein- und Ausgangssignale auf. Gehen Sie davon aus, dass jedes Gatter eine Ausbreitungsverzögerung von 5 ns hat.

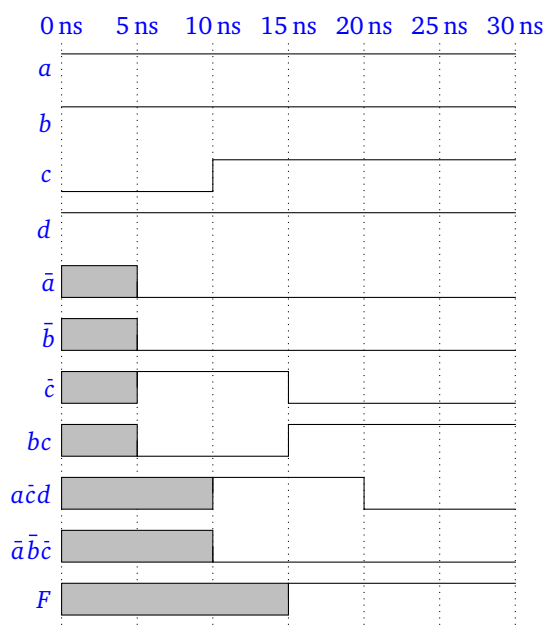


Abbildung 1:  $ab\bar{c}d \rightarrow abcd$  (1)

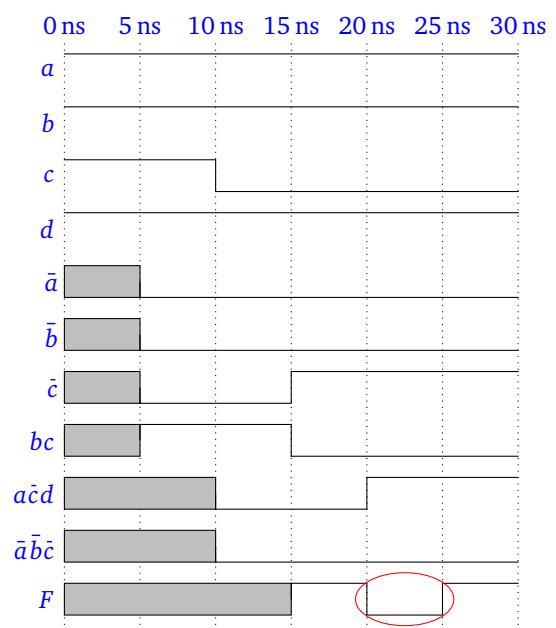


Abbildung 2:  $abcd \rightarrow ab\bar{c}d$  (2)

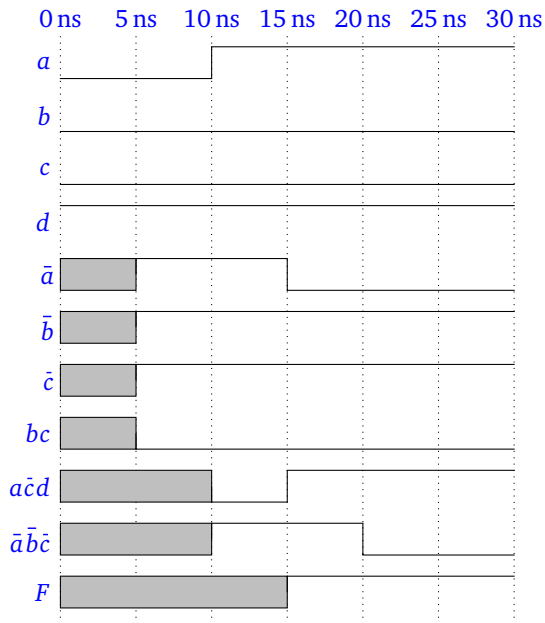


Abbildung 3:  $\bar{a}\bar{b}\bar{c}d \rightarrow a\bar{b}\bar{c}d$  (3)

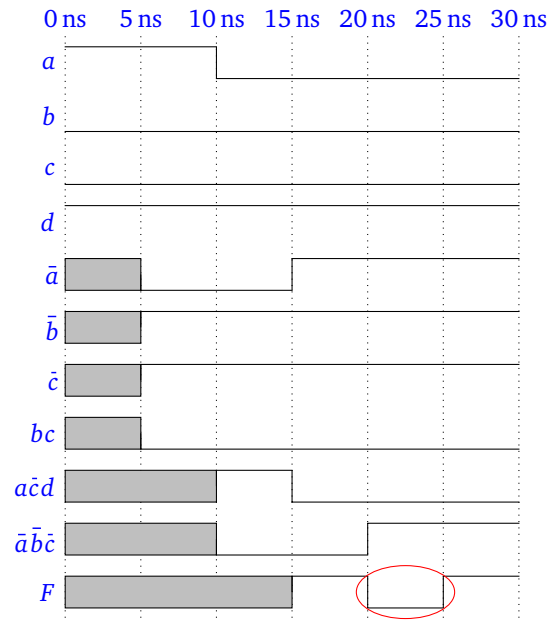
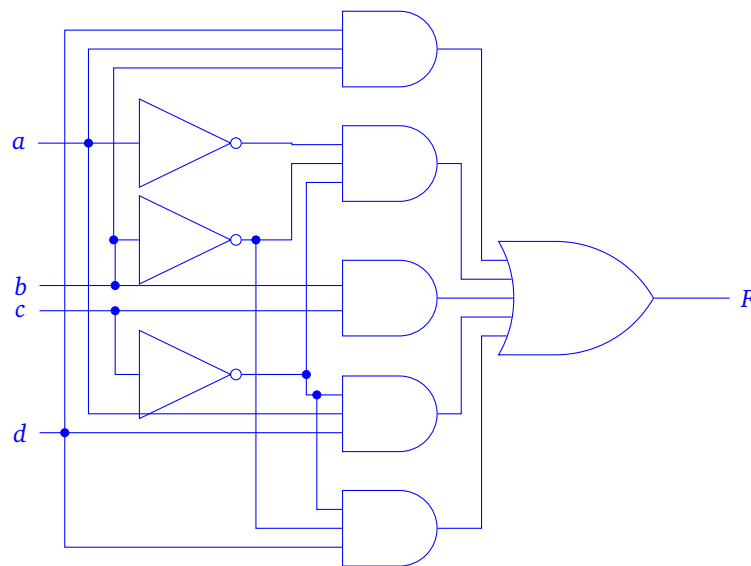


Abbildung 4:  $a\bar{b}\bar{c}d \rightarrow \bar{a}\bar{b}\bar{c}d$  (4)

- d) Geben Sie eine Funktion an, die keine Glitches enthält.  
 Bei der störimpulsfreien Funktion werden neue Terme an den kritischen Übergängen der Funktion hinzugefügt.  
 Die komplette Funktion lautet:  $F(a, b, c, d) = bc + a\bar{c}d + \bar{a}\bar{b}\bar{c} + abd + \bar{b}\bar{c}d$
- e) Erweitern Sie die ursprüngliche Schaltung mit den gewonnenen Erkenntnissen, damit diese störimpulsfrei wird.



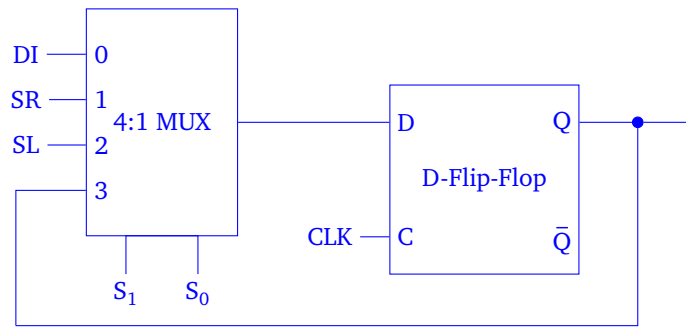
### Aufgabe 4.3 Wiederholung/Fragen zu alten Übungen

Auf Wunsch einiger Studenten ist in dieser Übung etwas Zeit eingeplant, um die Lösungen der bisherigen Gruppen- und Hausübungen nochmals zu vertiefen. Bitte nutzen Sie die Zeit!

### Hausaufgabe 4.1 Flip-Flops

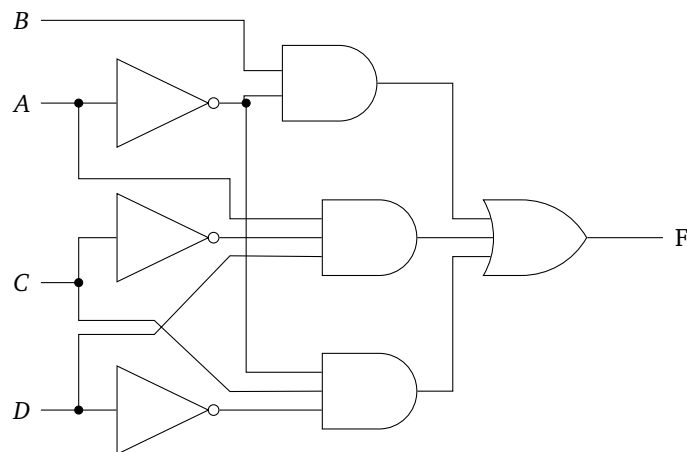
Entwerfen Sie ein T-Flip-Flop. Es wechselt den Zustand bei jeder steigenden Taktflanke, wenn am Eingang  $T$  eine 1 anliegt, ansonsten behält es seinen Wert. Verwenden Sie zur Realisierung ein D-Flip-Flop und primitive Gatter.  
 Die Übergangsgleichung eines T-Flip-Flops ist  $Q' = QT + \bar{Q}\bar{T}$ . Somit muss diese Funktion vor den Eingang des verwendeten D-Flip-Flops geschaltet werden.





#### Hausaufgabe 4.4 Glitches

Untersuchen Sie den folgenden Schaltplan auf Glitches. Gehen Sie von einer Ausbreitungsverzögerung von 5 ns je Gatter aus.



Aus dem Schaltbild lässt sich die Funktion  $F = A\bar{C}\bar{D} + \bar{A}B + \bar{A}C\bar{D}$  ablesen. Diese wird zur Überprüfung in ein K-Diagramm eingetragen.

		AB		A	
		00	01	11	10
CD	00	0	1	0	0
	01	0	1	1	1
C	11	0	1	0	0
	10	1	1	0	0
		B		D	

Im K-Diagramm erkennt man, dass ein kritischer Übergang zwischen  $\bar{A}\bar{B}\bar{C}D \rightarrow A\bar{B}\bar{C}D$  bzw.  $A\bar{B}\bar{C}D \rightarrow \bar{A}\bar{B}\bar{C}D$  liegt. Hier kann potentiell ein Störimpuls auftreten. Zur Überprüfung muss eine Simulation der fraglichen Stellen durchgeführt werden. Es müssen immer beide Richtungen betrachtet werden.

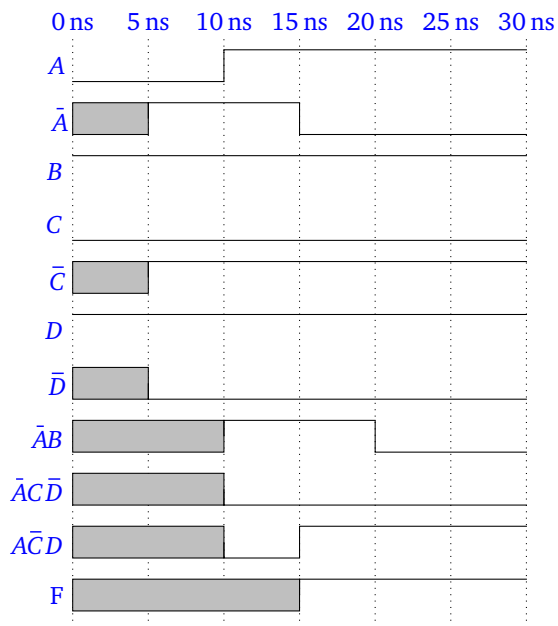


Abbildung 5: Simulation  $\bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} \rightarrow A\bar{B}\bar{C}\bar{D}$

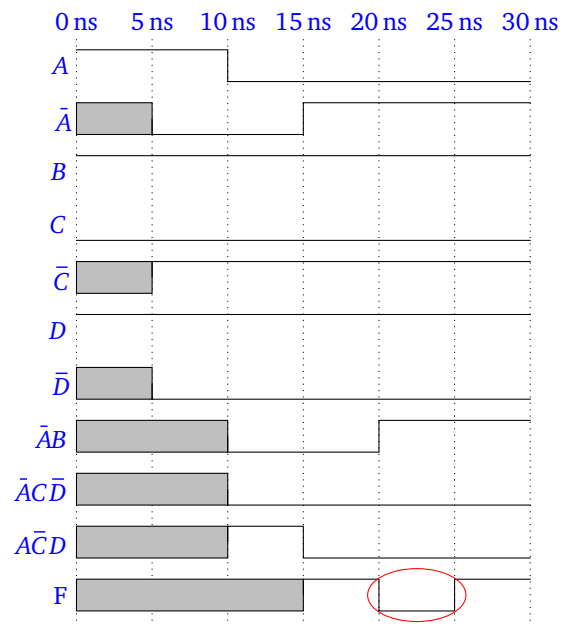


Abbildung 6: Simulation  $AB\bar{C}\bar{D} \rightarrow \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D}$

Durch die Simulation kann man erkennen, dass sich ein Störimpuls beim Übergang von  $AB\bar{C}\bar{D} \rightarrow \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D}$  zeigt.

## Plagiarismus

Der Fachbereich Informatik misst der Einhaltung der Grundregeln der wissenschaftlichen Ethik großen Wert bei. Zu diesen gehört auch die strikte Verfolgung von Plagiarismus. Weitere Infos unter [www.informatik.tu-darmstadt.de/plagiarism](http://www.informatik.tu-darmstadt.de/plagiarism)