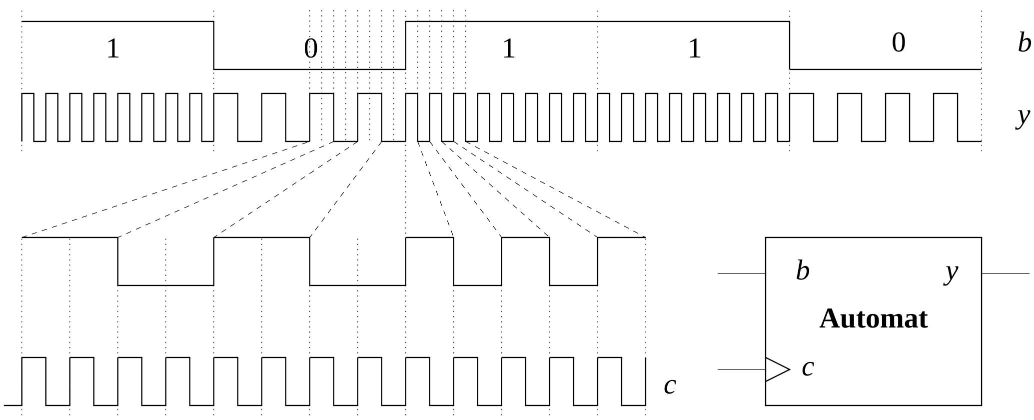
Praxistutorium Grundzüge der Informatik B1 | **Aufgabenblatt 5**

Aufgabe 5.1 FSK - Modem (Modulator)

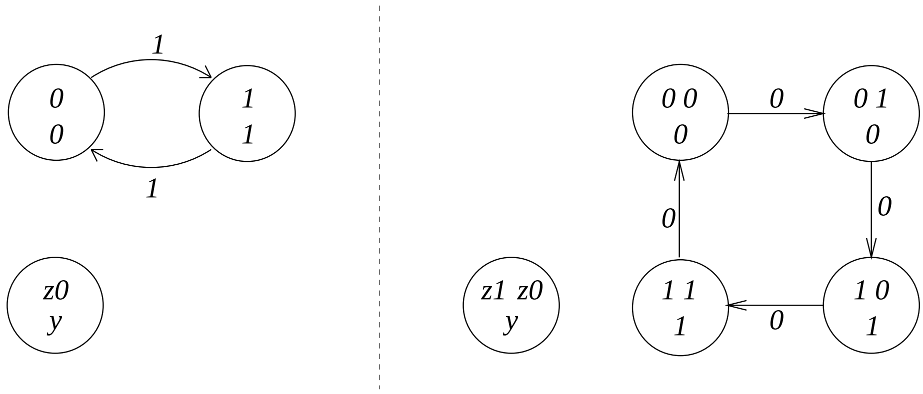
Ein Modem (Modulator-Demodulator) wird immer dann eingesetzt, wenn ein bitsequentieller Datenstrom über einen bestehenden Übertragungskanal mit vorgegebener Bandbreite zu übertragen ist, wie z.B. eine Telefonleitung (Bandbreite $\approx 300 \ldots 3000 Hz$).
Ein FSK ($\approx$ *Frequence Shift Keying*) Modem moduliert einen bitsequentiellen Datenstrom dazu auf ein Trägersignal. Dabei wird zwischen zwei Trägerfrequenzen in Abhängigkeit vom Zustand des betreffenden Bits des bitsequentiellen Datenstroms umgeschaltet – logisch $Null$ und logisch $Eins$ werden zwei unterschiedliche Frequenzen zugeordnet.



In der vorliegenden Aufgabe soll ein Automat realisiert werden, der in Abhängigkeit vom Eingangssignal b (bitsequentieller Datenstrom) ein periodisches Ausgangssignal y mit einer Frequenz f_1 für $b = 1$ und $f_0 = f_1/2$ für $b = 0$ liefert. Ein vorderflankengesteuerter Automat, der mit einer Frequenz f_c betrieben wird, kann Wechsel des Ausgangssignals y maximal mit einer Frequenz $f_c/2$ machen, da für einen Signalwechsel mindestens zwei Zustände benötigt werden.

Die vorliegende Aufgabe, einen FSK-Modulator zu konstruieren, gehört in die Klasse von Aufgaben, in der ein Automat in Abhängigkeit von einem Eingangssignal eine Sequenz von Ausgangssignalen erzeugen soll. Dabei werden nicht nur einzelne Zustandsübergänge für sich betrachtet, sondern eine Folge von Zustandsübergängen in einem Zeitinterval. Ein einfaches Beispiel wäre etwa ein Binärzähler, der zur Frequenzteilung verwendet wird. Am Ausgang y_0 eines Binärzählers liegt ein Signal mit der halben Taktfrequenz f_c, am Ausgang y_1 mit einem Viertel der Taktfrequenz f_c und am Ausgang y_n mit der Frequenz $f = f_c/2^{(n+1)}$.

Der Graph eines Automaten, der bei jedem Zustandswechsel einen Wechsel des Ausgangssignals erzeugt, ist im linken Teil der Abbildung dargestellt. Ein Automat, der nur bei jedem zweiten Zustandswechsel einen Wechsel des Ausgangssignals erzeugt, ist im rechten Teil der Abbildung dargestellt.



Durch Erweiterung des rechts dargestellten Graphen durch geeignete Kanten kann man diesen in einen Graphen überführen, der einen Automaten repräsentiert, welcher die Funktion eines FSK-Modulators erfüllt.

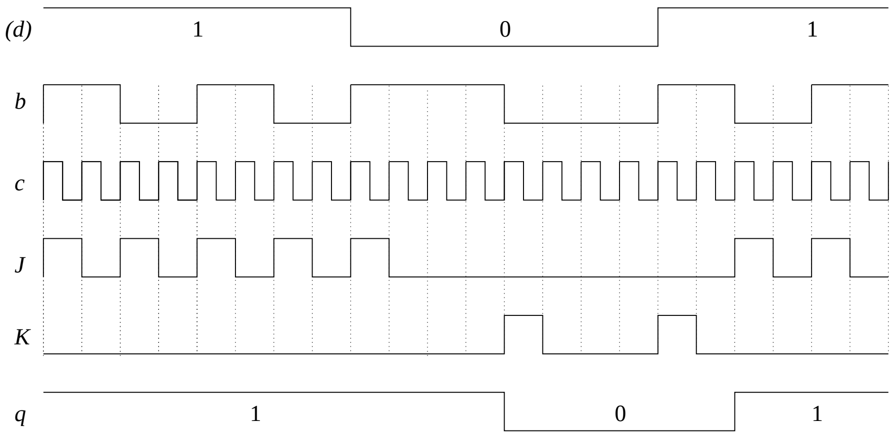
a) Erweitern Sie den in der Abbildung rechts dargestellten Graphen mit den vier Zuständen derart, daß dieser zur Realisierung eines FSK-Modulators geeignet ist.

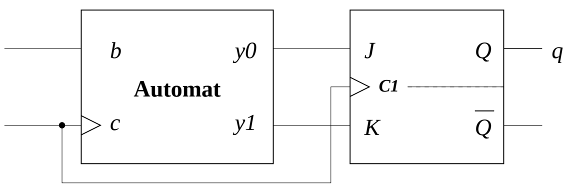
b) Wählen Sie möglichst eine Zustandskodierung in der Art, daß kein zusätzliches Schaltnetz für die Ausgangsfunktion benötigt wird und erstellen Sie eine Zustandstabelle.

c) Realisieren Sie ausgehend von Ihrer Zustandstabelle ein Moore-Schaltwerk.

Aufgabe 5.2 FSK - Modem (Demodulator)

In der folgenden Aufgabe soll ein einfacher Demodulator für das in der vorangegangenen Aufgabe generierte FSK-Signal konstruiert werden. Der Demodulator muß in der Lage sein, zwischen beiden Trägerfrequenzen zu unterscheiden. Zwei Frequenzen f lassen sich anhand ihrer Periodendauern T unterscheiden, da $T = \frac{1}{f}$ gilt. Um die Modulationsfrequenzen zu unterscheiden, genügt es daher, die Dauer eines Signals $t_{b=0}$ bzw. $t_{b=1}$ zwischen zwei Flanken des Signals mit Hilfe eines einfachen Automaten auszuwerten. Die Zeitmessung erfolgt dabei in Abhängigkeit von Zustandsübergängen. Die Zahl der Zustandsübergänge pro Zeiteinheit ist durch die Frequenz f_c des Taktsignals c festgelegt. So ist die Zahl der Zustandsübergänge zwischen zwei Zuständen Z_0 und Z_n eines linearen (Teil-)Graphen mit n Knoten $Z_0, Z_1, Z_2, \ldots, Z_n$ ein Maß für die zwischen den Zuständen Z_0 und Z_n liegende Zeit $t = n \cdot \tau = n \cdot \frac{1}{f_c}$. Die Abtastfrequenz, d.h. die Taktfrequenz f_c des Automaten zur Demodulation des FSK-Signals, muß *mindestens* zweimal höher sein als der höchste im FSK-Signal vorkommende Frequenzanteil (Shannonsches Abtasttheorem) - $f_c(DEModulator) = 2 \cdot f_c(MOdulator)$ erfüllt diese Bedingung.





Am Ausgang q des durch den Automaten angesteuerten JK-Flipflops erscheint das aus dem FSK-Signal rekonstruierte Datensignal. Dabei kommt es jedoch zu einer Verschiebung der ursprünglichen Tastverhältnisse. Dies liegt an der Verwendung von Trägerfrequenzen (Unschärfe) - die Signalperioden des FSK-Signals sind von unterschiedlicher Dauer. Durch Wahl einer Trägerfrequenz, die sehr viel höher als die Baudrate ist, ist dieser Effekt beliebig reduzierbar.

a) Erstellen Sie einen Zustandsgraphen für einen Mealy-Automaten mit maximal acht Zuständen zur Ansteuerung des JK-Flipflops zur Demodulation des FSK-Signals.

b) Finden Sie eine geeignete Zustandskodierung und erstellen Sie eine Zustandstabelle.

c) Realisieren Sie einen Mealy-Automaten zur Ansteuerung des JK-Flipflops gemäß des oben dargestellten Impulsdiagramms.