

デジタル電子回路

授業開始までしばらくお待ちください。

オンライン視聴できない人へ。

オンラインで受講する人も基本的に一緒です。

自宅ネットワークの事情により、授業のストリーミング配信の視聴が困難な学生は以下の対応をしてください。

- ① この授業のスライドをよく読んで、不明な点は自分で調べるなどして、わかる範囲で内容を理解する。
- ② このページも含め、**必要な部分がすべて理解できたと思うまで以下の2ステップを繰り返す。**
 - ▶ わからない部分を e-mail 等で質問する。(宛先は hiroyuki.kobayashi@oit.ac.jp)
 - ▶ e-mail 等による返信をよく読んで理解する。
- ③ この資料の末尾にある課題を行い、この資料内の方法で (Google Forms で) 提出する。

授業の受講に関して

- 講義資料（スライド等）は**COMMON**に置く。
- 講義は**Google Meet**で行い、録画した講義は**Goole Drive**に置く。

<https://stream.meet.google.com/stream/1d1866da-5bff-4881-96b2-3745413fe31a>



https://drive.google.com/drive/folders/1bT-z3ICQyMYC_5Jv1L29UZYqbOhVG492

- 出席確認レポートは**Google Forms**で提出。(毎回同一 URL)

<https://forms.gle/9ruwtfJg5LQgQNpU7>

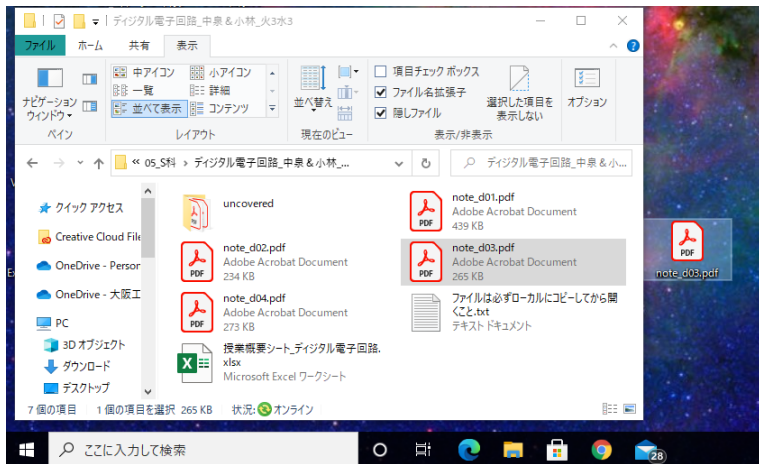


- **Slack**を補助的な連絡チャネルとする。必須ではないので使いたくなければ使わなくてもいい。授業に関連したちょっとした（重要でない）追加説明をする。気楽な質問手段としても活用されたい。登録は大学の e-mail アドレスで行うこと。

<https://oitkobayashi.slack.com>

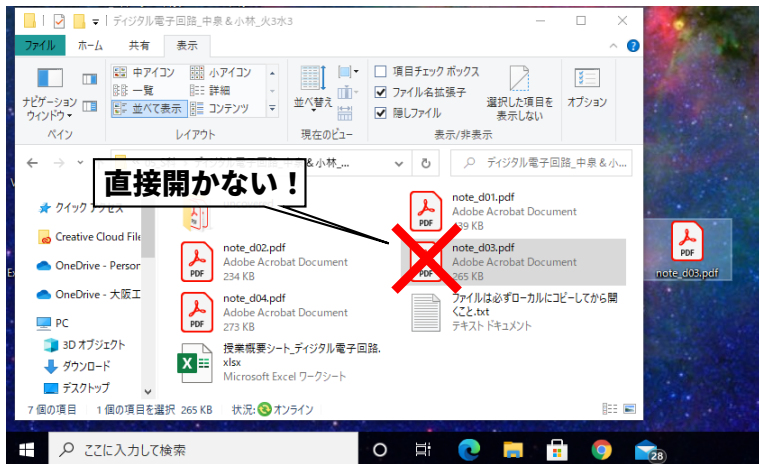
COMMON フォルダの注意事項 (全授業共通)

根源的に悪いのは Windows の仕様なのですが、ご協力ください。



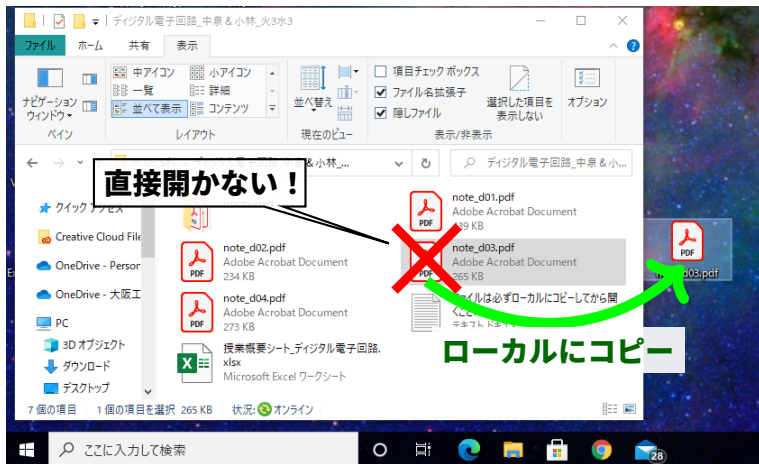
COMMON フォルダの注意事項 (全授業共通)

根源的に悪いのは Windows の仕様なのですが、ご協力ください。



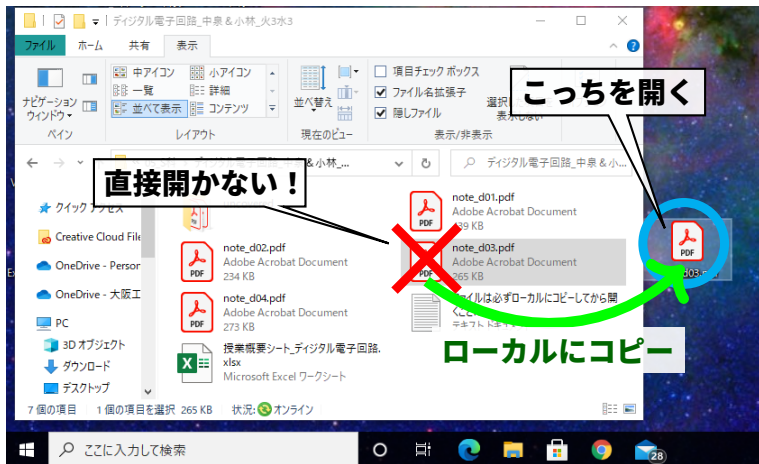
COMMON フォルダの注意事項 (全授業共通)

根源的に悪いのは Windows の仕様なのですが、ご協力ください。



COMMON フォルダの注意事項 (全授業共通)

根源的に悪いのは Windows の仕様なのですが、ご協力ください。



R/S 科デジタル電子回路

Digital Electronics



Google Meet

『(続) 順序回路の実現』

小林裕之・中泉文孝

大阪工業大学 RD 学部システムデザイン工学科・ロボット工学科



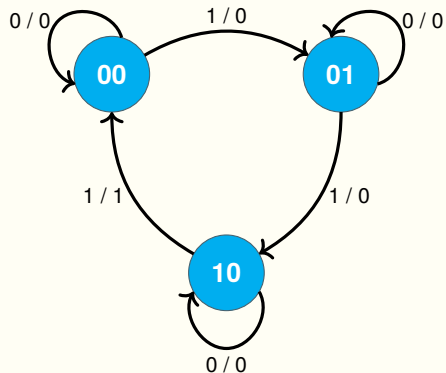
OSAKA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

9 of 14

a L^AT_EX + Beamer slideshow

復習: 順序回路 (150 円ペットボトル販売機初期型)

$$M = (S, X, Z, \delta, \omega)$$



$$S = \{00, 01, 10\}$$

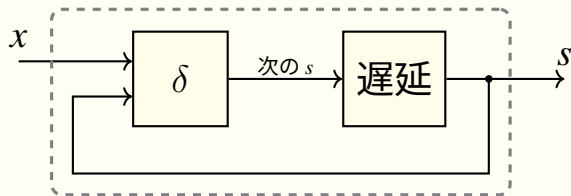
$$X = \{0, 1\}$$

$$Z = \{0, 1\}$$

		δ		ω	
		0	1	0	1
状態 \backslash 入力	00	00	01	0	0
	01	01	10	0	0
	10	10	00	0	1

(復習) 遅延つき状態遷移関数

欲しかったものはこんなもの



- 現在の状態 s を保持していて、
- x を入力すると、
- 『次』のステップに『次の状態』になる回路

実際に**図のような構成**である必要はない。外から見て、 x と s が**図のような動作**であれば良い。

これを**FF**で作ろう。

「状態」をどう保持するか？

『保持』と言えばもちろんアレ。

状態を FF で保持する。

- 状態を 2 進数表現した時に n 桁必要だったとする。
(例: $S = \{00, 01, 10\}$ なら $n = 2$)
- FF は 0 か 1 のブール値 Q を 1 つ保持できる。
- つまり、
を使えば状態を表現&保持できる！

01

状態

「状態」をどう保持するか？

『保持』と言えばもちろんアレ。

状態を FF で保持する。

- 状態を 2 進数表現した時に n 桁必要だったとする。
(例: $S = \{00, 01, 10\}$ なら $n = 2$)
- FF は 0 か 1 のブール値 Q を 1 つ保持できる。
- つまり、 n 個の FF を使えば状態を表現 & 保持できる！

01

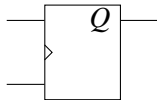
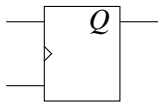
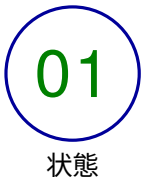
状態

「状態」をどう保持するか？

『保持』と言えばもちろんアレ。

状態を FF で保持する。

- 状態を 2 進数表現した時に n 桁必要だったとする。
(例: $S = \{00, 01, 10\}$ なら $n = 2$)
- FF は 0 か 1 のブール値 Q を 1 つ保持できる。
- つまり、 n 個の FF を使えば状態を表現 & 保持できる！

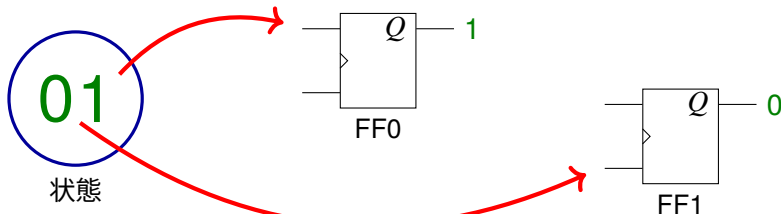


「状態」をどう保持するか？

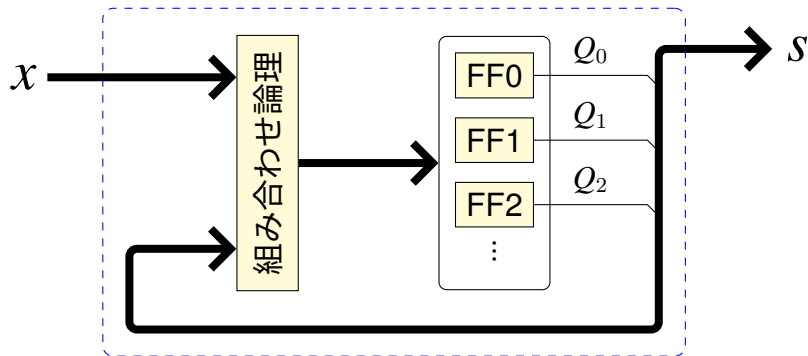
『保持』と言えばもちろんアレ。

状態を FF で保持する。

- 状態を 2 進数表現した時に n 桁必要だったとする。
(例: $S = \{00, 01, 10\}$ なら $n = 2$)
- FF は 0 か 1 のブール値 Q を 1 つ保持できる。
- つまり、 n 個の FF を使えば状態を表現 & 保持できる！



状態遷移関数 δ の実現



- 「状態を表すのに必要なビット数」個の FF を用意して状態とする。
- FF は (D でも T でも JK でも) 好きなもので良い。
- 「今の状態」 → 「次の状態」 への遷移を希望どおりに起こすような **FF の入力** を生成する **組み合わせ論理回路** を設計する。

150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (1)

		δ	
		0	1
状態 \ 入力	00	00	01
	01	01	10
	10	10	00
	11		

- ① 状態遷移表の δ (左表) を下のような表に書き直す。
- ② 『 $Q_1 \rightarrow Q'_1$ という状態遷移を起こす J_1, K_1 の条件』 および 『 $Q_0 \rightarrow Q'_0$ という状態遷移を起こす J_0, K_0 の条件』 を FF の励起表 を見ながら記入する。

JK-FF の励起表

$Q \rightarrow Q'$	J	K
$0 \rightarrow 0$	0	–
$0 \rightarrow 1$	1	–
$1 \rightarrow 0$	–	1
$1 \rightarrow 1$	–	0

x	Q_1	Q_0	Q'_1	Q'_0	J_1	K_1	J_0	K_0
0	0	0						
1	0	0						

150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (1)

		δ	
		0	1
状態 \ 入力	00	00	01
	01	01	10
	10	10	00
	11		

- ① 状態遷移表の δ (左表) を下のような表に書き直す。
- ② 『 $Q_1 \rightarrow Q'_1$ という状態遷移を起こす J_1, K_1 の条件』 および 『 $Q_0 \rightarrow Q'_0$ という状態遷移を起こす J_0, K_0 の条件』 を FF の励起表 を見ながら記入する。

JK-FF の励起表

$Q \rightarrow Q'$	J	K
$0 \rightarrow 0$	0	–
$0 \rightarrow 1$	1	–
$1 \rightarrow 0$	–	1
$1 \rightarrow 1$	–	0

x	Q_1	Q_0	Q'_1	Q'_0	J_1	K_1	J_0	K_0
0	0	0	0	0				
1	0	0						

150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (1)

		δ	
		0	1
状態 \ 入力	00	00	01
	01	01	10
	10	10	00
	11		

- ① 状態遷移表の δ (左表) を下のような表に書き直す。
- ② 『 $Q_1 \rightarrow Q'_1$ という状態遷移を起こす J_1, K_1 の条件』 および 『 $Q_0 \rightarrow Q'_0$ という状態遷移を起こす J_0, K_0 の条件』 を FF の励起表 を見ながら記入する。

JK-FF の励起表

$Q \rightarrow Q'$	J	K
$0 \rightarrow 0$	0	–
$0 \rightarrow 1$	1	–
$1 \rightarrow 0$	–	1
$1 \rightarrow 1$	–	0

x	Q_1	Q_0	Q'_1	Q'_0	J_1	K_1	J_0	K_0
0	0	0	0	0				
1	0	0	0	1				

150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (1)

		δ	
		0	1
状態 \ 入力	00	00	01
	01	01	10
	10	10	00
	11		

- ① 状態遷移表の δ (左表) を下のような表に書き直す。
- ② 『 $Q_1 \rightarrow Q'_1$ という状態遷移を起こす J_1, K_1 の条件』 および 『 $Q_0 \rightarrow Q'_0$ という状態遷移を起こす J_0, K_0 の条件』 を FF の励起表 を見ながら記入する。

JK-FF の励起表

$Q \rightarrow Q'$	J	K
$0 \rightarrow 0$	0	–
$0 \rightarrow 1$	1	–
$1 \rightarrow 0$	–	1
$1 \rightarrow 1$	–	0

x	Q_1	Q_0	Q'_1	Q'_0	J_1	K_1	J_0	K_0
0	0	0	0	0				
1	0	0	0	1				
0	0	1						
1	0	1						
0	1	0						
1	1	0						

150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (1)

		δ	
		0	1
状態 \ 入力	00	00	01
	01	01	10
	10	10	00
	11		

- ① 状態遷移表の δ (左表) を下のような表に書き直す。
- ② 『 $Q_1 \rightarrow Q'_1$ という状態遷移を起こす J_1, K_1 の条件』および『 $Q_0 \rightarrow Q'_0$ という状態遷移を起こす J_0, K_0 の条件』を FF の励起表 を見ながら記入する。

JK-FF の励起表

$Q \rightarrow Q'$	J	K
$0 \rightarrow 0$	0	–
$0 \rightarrow 1$	1	–
$1 \rightarrow 0$	–	1
$1 \rightarrow 1$	–	0

x	Q_1	Q_0	Q'_1	Q'_0	J_1	K_1	J_0	K_0
0	0	0	0	0				
1	0	0	0	1				
0	0	1	0	1				
1	0	1	1	0				
0	1	0	1	0				
1	1	0	0	0				

150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (1)

		δ	
		0	1
状態 \ 入力	00	00	01
	01	01	10
	10	10	00
	11		

- ① 状態遷移表の δ (左表) を下のような表に書き直す。
- ② 『 $Q_1 \rightarrow Q'_1$ という状態遷移を起こす J_1, K_1 の条件』および『 $Q_0 \rightarrow Q'_0$ という状態遷移を起こす J_0, K_0 の条件』を FF の励起表 を見ながら記入する。

JK-FF の励起表

$Q \rightarrow Q'$	J	K
$0 \rightarrow 0$	0	—
$0 \rightarrow 1$	1	—
$1 \rightarrow 0$	—	1
$1 \rightarrow 1$	—	0

x	Q_1	Q_0	Q'_1	Q'_0	J_1	K_1	J_0	K_0
0	0	0	0	0	0	—		
1	0	0	0	1				
0	0	1	0	1				
1	0	1	1	0				
0	1	0	1	0				
1	1	0	0	0				

150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (1)

		δ	
		0	1
状態 \ 入力	00	00	01
	01	01	10
	10	10	00
	11		

- ① 状態遷移表の δ (左表) を下のような表に書き直す。
- ② 『 $Q_1 \rightarrow Q'_1$ という状態遷移を起こす J_1, K_1 の条件』 および 『 $Q_0 \rightarrow Q'_0$ という状態遷移を起こす J_0, K_0 の条件』 を FF の励起表 を見ながら記入する。

JK-FF の励起表

$Q \rightarrow Q'$	J	K
$0 \rightarrow 0$	0	—
$0 \rightarrow 1$	1	—
$1 \rightarrow 0$	—	1
$1 \rightarrow 1$	—	0

x	Q_1	Q_0	Q'_1	Q'_0	J_1	K_1	J_0	K_0
0	0	0	0	0	0	—	0	—
1	0	0	0	1				
0	0	1	0	1				
1	0	1	1	0				
0	1	0	1	0				
1	1	0	0	0				

150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (1)

		δ	
		0	1
状態 \ 入力	00	00	01
	01	01	10
	10	10	00
	11		

- ① 状態遷移表の δ (左表) を下のような表に書き直す。
- ② 『 $Q_1 \rightarrow Q'_1$ という状態遷移を起こす J_1, K_1 の条件』 および 『 $Q_0 \rightarrow Q'_0$ という状態遷移を起こす J_0, K_0 の条件』 を FF の励起表 を見ながら記入する。

JK-FF の励起表

$Q \rightarrow Q'$	J	K
$0 \rightarrow 0$	0	—
$0 \rightarrow 1$	1	—
$1 \rightarrow 0$	—	1
$1 \rightarrow 1$	—	0

x	Q_1	Q_0	Q'_1	Q'_0	J_1	K_1	J_0	K_0
0	0	0	0	0	0	—	0	—
1	0	0	0	1	0	—		
0	0	1	0	1				
1	0	1	1	0				
0	1	0	1	0				
1	1	0	0	0				

150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (1)

		δ	
		0	1
状態 \ 入力	00	00	01
	01	01	10
	10	10	00
	11		

- ① 状態遷移表の δ (左表) を下のような表に書き直す。
- ② 『 $Q_1 \rightarrow Q'_1$ という状態遷移を起こす J_1, K_1 の条件』 および 『 $Q_0 \rightarrow Q'_0$ という状態遷移を起こす J_0, K_0 の条件』 を FF の励起表 を見ながら記入する。

JK-FF の励起表

$Q \rightarrow Q'$	J	K
$0 \rightarrow 0$	0	—
$0 \rightarrow 1$	1	—
$1 \rightarrow 0$	—	1
$1 \rightarrow 1$	—	0

x	Q_1	Q_0	Q'_1	Q'_0	J_1	K_1	J_0	K_0
0	0	0	0	0	0	—	0	—
1	0	0	0	1	0	—	1	—
0	0	1	0	1				
1	0	1	1	0				
0	1	0	1	0				
1	1	0	0	0				

150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (1)

		δ	
		0	1
状態 \ 入力	00	00	01
	01	01	10
	10	10	00
	11		

- ① 状態遷移表の δ (左表) を下のような表に書き直す。
- ② 『 $Q_1 \rightarrow Q'_1$ という状態遷移を起こす J_1, K_1 の条件』および『 $Q_0 \rightarrow Q'_0$ という状態遷移を起こす J_0, K_0 の条件』を FF の励起表 を見ながら記入する。

JK-FF の励起表

$Q \rightarrow Q'$	J	K
$0 \rightarrow 0$	0	—
$0 \rightarrow 1$	1	—
$1 \rightarrow 0$	—	1
$1 \rightarrow 1$	—	0

x	Q_1	Q_0	Q'_1	Q'_0	J_1	K_1	J_0	K_0
0	0	0	0	0	0	—	0	—
1	0	0	0	1	0	—	1	—
0	0	1	0	1	0	—		
1	0	1	1	0				
0	1	0	1	0				
1	1	0	0	0				

150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (1)

		δ	
		0	1
状態 \ 入力	00	00	01
	01	01	10
	10	10	00
	11		

- ① 状態遷移表の δ (左表) を下のような表に書き直す。
- ② 『 $Q_1 \rightarrow Q'_1$ という状態遷移を起こす J_1, K_1 の条件』 および 『 $Q_0 \rightarrow Q'_0$ という状態遷移を起こす J_0, K_0 の条件』 を FF の励起表 を見ながら記入する。

JK-FF の励起表

$Q \rightarrow Q'$	J	K
$0 \rightarrow 0$	0	—
$0 \rightarrow 1$	1	—
$1 \rightarrow 0$	—	1
$1 \rightarrow 1$	—	0

x	Q_1	Q_0	Q'_1	Q'_0	J_1	K_1	J_0	K_0
0	0	0	0	0	0	—	0	—
1	0	0	0	1	0	—	1	—
0	0	1	0	1	0	—	—	0
1	0	1	1	0				
0	1	0	1	0				
1	1	0	0	0				

150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (1)

		δ	
		0	1
状態 \ 入力	00	00	01
	01	01	10
	10	10	00
	11		

- ① 状態遷移表の δ (左表) を下のような表に書き直す。
- ② 『 $Q_1 \rightarrow Q'_1$ という状態遷移を起こす J_1, K_1 の条件』 および 『 $Q_0 \rightarrow Q'_0$ という状態遷移を起こす J_0, K_0 の条件』 を FF の励起表 を見ながら記入する。

JK-FF の励起表

$Q \rightarrow Q'$	J	K
$0 \rightarrow 0$	0	—
$0 \rightarrow 1$	1	—
$1 \rightarrow 0$	—	1
$1 \rightarrow 1$	—	0

x	Q_1	Q_0	Q'_1	Q'_0	J_1	K_1	J_0	K_0
0	0	0	0	0	0	—	0	—
1	0	0	0	1	0	—	1	—
0	0	1	0	1	0	—	—	0
1	0	1	1	0	1	—		
0	1	0	1	0				
1	1	0	0	0				

150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (1)

		δ	
		0	1
状態 \ 入力	00	00	01
	01	01	10
	10	10	00
	11		

- ① 状態遷移表の δ (左表) を下のような表に書き直す。
- ② 『 $Q_1 \rightarrow Q'_1$ という状態遷移を起こす J_1, K_1 の条件』および『 $Q_0 \rightarrow Q'_0$ という状態遷移を起こす J_0, K_0 の条件』を FF の励起表 を見ながら記入する。

JK-FF の励起表

$Q \rightarrow Q'$	J	K
$0 \rightarrow 0$	0	—
$0 \rightarrow 1$	1	—
$1 \rightarrow 0$	—	1
$1 \rightarrow 1$	—	0

x	Q_1	Q_0	Q'_1	Q'_0	J_1	K_1	J_0	K_0
0	0	0	0	0	0	—	0	—
1	0	0	0	1	0	—	1	—
0	0	1	0	1	0	—	—	0
1	0	1	1	0	1	—	—	1
0	1	0	1	0				
1	1	0	0	0				

150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (1)

		δ	
		0	1
状態 \ 入力	00	00	01
	01	01	10
	10	10	00
	11		

- ① 状態遷移表の δ (左表) を下のような表に書き直す。
- ② 『 $Q_1 \rightarrow Q'_1$ という状態遷移を起こす J_1, K_1 の条件』および『 $Q_0 \rightarrow Q'_0$ という状態遷移を起こす J_0, K_0 の条件』を FF の励起表 を見ながら記入する。

JK-FF の励起表

$Q \rightarrow Q'$	J	K
$0 \rightarrow 0$	0	—
$0 \rightarrow 1$	1	—
$1 \rightarrow 0$	—	1
$1 \rightarrow 1$	—	0

x	Q_1	Q_0	Q'_1	Q'_0	J_1	K_1	J_0	K_0
0	0	0	0	0	0	—	0	—
1	0	0	0	1	0	—	1	—
0	0	1	0	1	0	—	—	0
1	0	1	1	0	1	—	—	1
0	1	0	1	0	—	0		
1	1	0	0	0				

150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (1)

		δ	
		0	1
状態 \ 入力	00	00	01
	01	01	10
	10	10	00
	11		

- ① 状態遷移表の δ (左表) を下のような表に書き直す。
- ② 『 $Q_1 \rightarrow Q'_1$ という状態遷移を起こす J_1, K_1 の条件』および『 $Q_0 \rightarrow Q'_0$ という状態遷移を起こす J_0, K_0 の条件』を FF の励起表 を見ながら記入する。

JK-FF の励起表

$Q \rightarrow Q'$	J	K
$0 \rightarrow 0$	0	—
$0 \rightarrow 1$	1	—
$1 \rightarrow 0$	—	1
$1 \rightarrow 1$	—	0

x	Q_1	Q_0	Q'_1	Q'_0	J_1	K_1	J_0	K_0
0	0	0	0	0	0	—	0	—
1	0	0	0	1	0	—	1	—
0	0	1	0	1	0	—	—	0
1	0	1	1	0	1	—	—	1
0	1	0	1	0	—	0	0	—
1	1	0	0	0				

150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (1)

		δ	
		0	1
状態 \ 入力	00	00	01
	01	01	10
	10	10	00
	11		

- ① 状態遷移表の δ (左表) を下のような表に書き直す。
- ② 『 $Q_1 \rightarrow Q'_1$ という状態遷移を起こす J_1, K_1 の条件』 および 『 $Q_0 \rightarrow Q'_0$ という状態遷移を起こす J_0, K_0 の条件』 を FF の励起表 を見ながら記入する。

JK-FF の励起表

$Q \rightarrow Q'$	J	K
$0 \rightarrow 0$	0	—
$0 \rightarrow 1$	1	—
$1 \rightarrow 0$	—	1
$1 \rightarrow 1$	—	0

x	Q_1	Q_0	Q'_1	Q'_0	J_1	K_1	J_0	K_0
0	0	0	0	0	0	—	0	—
1	0	0	0	1	0	—	1	—
0	0	1	0	1	0	—	—	0
1	0	1	1	0	1	—	—	1
0	1	0	1	0	—	0	0	—
1	1	0	0	0	—	1		

150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (1)

		δ	
		0	1
状態 \ 入力	00	00	01
	01	01	10
	10	10	00
	11		

- ① 状態遷移表の δ (左表) を下のような表に書き直す。
- ② 『 $Q_1 \rightarrow Q'_1$ という状態遷移を起こす J_1, K_1 の条件』 および 『 $Q_0 \rightarrow Q'_0$ という状態遷移を起こす J_0, K_0 の条件』 を FF の励起表 を見ながら記入する。

JK-FF の励起表

$Q \rightarrow Q'$	J	K
$0 \rightarrow 0$	0	—
$0 \rightarrow 1$	1	—
$1 \rightarrow 0$	—	1
$1 \rightarrow 1$	—	0

x	Q_1	Q_0	Q'_1	Q'_0	J_1	K_1	J_0	K_0
0	0	0	0	0	0	—	0	—
1	0	0	0	1	0	—	1	—
0	0	1	0	1	0	—	—	0
1	0	1	1	0	1	—	—	1
0	1	0	1	0	—	0	0	—
1	1	0	0	0	—	1	0	—

150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (2)

- ③ 表を見て、 x , Q_1 , Q_0 を入力とする 4 つの論理関数 J_1 , K_1 , J_0 , K_0 を求める。

x	Q_1	Q_0	Q_1'	Q_0'	J_1	K_1	J_0	K_0
0	0	0	0	0				
1	0	0	0	1				
0	0	1	0	1				
1	0	1	1	0				
0	1	0	1	0				
1	1	0	0	0				

$$J_1 =$$

$$K_1 =$$

$$J_0 =$$

$$K_0 =$$

- ④ 出力関数 ω も求める。

$Q_1 Q_0 \backslash x$	0	1
00	0	0
01	0	0
10	0	1
11	—	—

$$\omega =$$

150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (2)

- ③ 表を見て、 x , Q_1 , Q_0 を入力とする 4 つの論理関数 J_1 , K_1 , J_0 , K_0 を求める。

x	Q_1	Q_0	Q_1'	Q_0'	J_1	K_1	J_0	K_0
0	0	0	0	0	0	—	0	—
1	0	0	0	1	0	—	1	—
0	0	1	0	1	0	—	—	0
1	0	1	1	0	1	—	—	1
0	1	0	1	0	—	0	0	—
1	1	0	0	0	—	1	0	—

$$J_1 =$$

$$K_1 =$$

$$J_0 =$$

$$K_0 =$$

- ④ 出力関数 ω も求める。

$Q_1 Q_0 \backslash x$	0	1
00	0	0
01	0	0
10	0	1
11	—	—

$$\omega =$$

150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (2)

- ③ 表を見て、 x , Q_1 , Q_0 を入力とする 4 つの論理関数 J_1 , K_1 , J_0 , K_0 を求める。

x	Q_1	Q_0	Q_1'	Q_0'	J_1	K_1	J_0	K_0
0	0	0	0	0	0	—	0	—
1	0	0	0	1	0	—	1	—
0	0	1	0	1	0	—	—	0
1	0	1	1	0	1	—	—	1
0	1	0	1	0	—	0	0	—
1	1	0	0	0	—	1	0	—

$$J_1 = x \cdot Q_0$$

$$K_1 =$$

$$J_0 =$$

$$K_0 =$$

- ④ 出力関数 ω も求める。

$Q_1 Q_0 \backslash x$	0	1
00	0	0
01	0	0
10	0	1
11	—	—

$$\omega =$$

150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (2)

- ③ 表を見て、 x , Q_1 , Q_0 を入力とする 4 つの論理関数 J_1 , K_1 , J_0 , K_0 を求める。

x	Q_1	Q_0	Q_1'	Q_0'	J_1	K_1	J_0	K_0
0	0	0	0	0	0	—	0	—
1	0	0	0	1	0	—	1	—
0	0	1	0	1	0	—	—	0
1	0	1	1	0	1	—	—	1
0	1	0	1	0	—	0	0	—
1	1	0	0	0	—	1	0	—

$$J_1 = x \cdot Q_0$$

$$K_1 = x$$

$$J_0 =$$

$$K_0 =$$

- ④ 出力関数 ω も求める。

$Q_1 Q_0 \backslash x$	0	1
00	0	0
01	0	0
10	0	1
11	—	—

$$\omega =$$

150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (2)

- ③ 表を見て、 x , Q_1 , Q_0 を入力とする 4 つの論理関数 J_1 , K_1 , J_0 , K_0 を求める。

x	Q_1	Q_0	Q_1'	Q_0'	J_1	K_1	J_0	K_0
0	0	0	0	0	0	—	0	—
1	0	0	0	1	0	—	1	—
0	0	1	0	1	0	—	—	0
1	0	1	1	0	1	—	—	1
0	1	0	1	0	—	0	0	—
1	1	0	0	0	—	1	0	—

$$J_1 = x \cdot Q_0$$

$$K_1 = x$$

$$J_0 = x \cdot \overline{Q_1}$$

$$K_0 =$$

- ④ 出力関数 ω も求める。

$Q_1 Q_0 \backslash x$	0	1
00	0	0
01	0	0
10	0	1
11	—	—

$$\omega =$$

150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (2)

- ③ 表を見て、 x , Q_1 , Q_0 を入力とする 4 つの論理関数 J_1 , K_1 , J_0 , K_0 を求める。

x	Q_1	Q_0	Q_1'	Q_0'	J_1	K_1	J_0	K_0
0	0	0	0	0	0	—	0	—
1	0	0	0	1	0	—	1	—
0	0	1	0	1	0	—	—	0
1	0	1	1	0	1	—	—	1
0	1	0	1	0	—	0	0	—
1	1	0	0	0	—	1	0	—

$$J_1 = x \cdot Q_0$$

$$K_1 = x$$

$$J_0 = x \cdot \overline{Q_1}$$

$$K_0 = x$$

- ④ 出力関数 ω も求める。

$Q_1 Q_0 \backslash x$	0	1
00	0	0
01	0	0
10	0	1
11	—	—

$$\omega =$$

150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (2)

- ③ 表を見て、 x , Q_1 , Q_0 を入力とする 4 つの論理関数 J_1 , K_1 , J_0 , K_0 を求める。

x	Q_1	Q_0	Q_1'	Q_0'	J_1	K_1	J_0	K_0
0	0	0	0	0	0	—	0	—
1	0	0	0	1	0	—	1	—
0	0	1	0	1	0	—	—	0
1	0	1	1	0	1	—	—	1
0	1	0	1	0	—	0	0	—
1	1	0	0	0	—	1	0	—

$$J_1 = x \cdot Q_0$$

$$K_1 = x$$

$$J_0 = x \cdot \overline{Q_1}$$

$$K_0 = x$$

- ④ 出力関数 ω も求める。

$Q_1 Q_0 \backslash x$	0	1
00	0	0
01	0	0
10	0	1
11	—	—

$$\omega = x \cdot Q_1$$

150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (3)

x

z

- ⑤ それを回路にする。

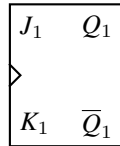
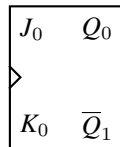
$$z = \omega = x \cdot Q_1$$

$$J_0 = x \cdot \overline{Q_1}$$

$$K_0 = x$$

$$J_1 = x \cdot Q_0$$

$$K_1 = x$$



CK

150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (3)

x



- ⑤ それを回路にする。

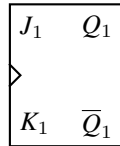
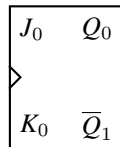
$$z = \omega = x \cdot Q_1$$

$$J_0 = x \cdot \overline{Q_1}$$

$$K_0 = x$$

$$J_1 = x \cdot Q_0$$

$$K_1 = x$$



CK

150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (3)

⑤ それを回路にする。

$$z = \omega = x \cdot Q_1$$

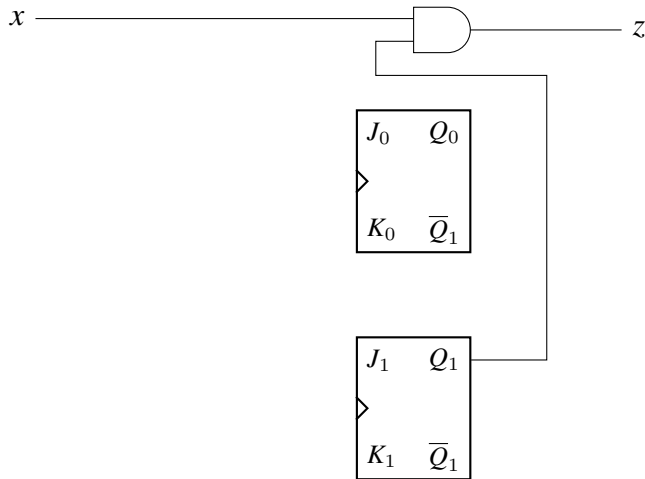
$$J_0 = x \cdot \overline{Q_1}$$

$$K_0 = x$$

$$J_1 = x \cdot Q_0$$

$$K_1 = x$$

CK



150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (3)

⑤ それを回路にする。

$$z = \omega = x \cdot Q_1$$

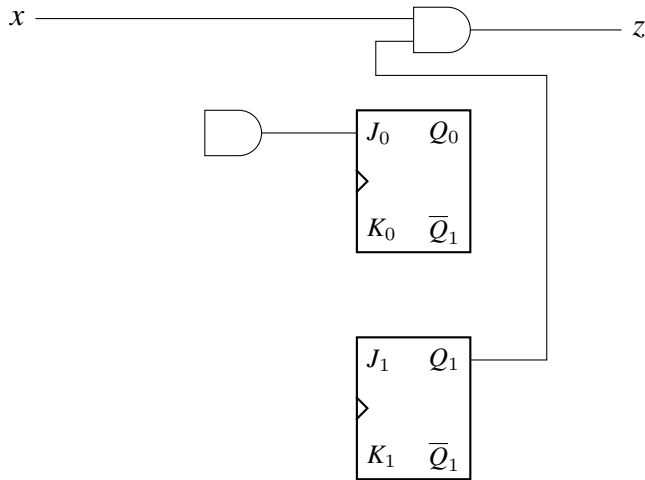
$$J_0 = x \cdot \overline{Q_1}$$

$$K_0 = x$$

$$J_1 = x \cdot Q_0$$

$$K_1 = x$$

CK



150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (3)

⑤ それを回路にする。

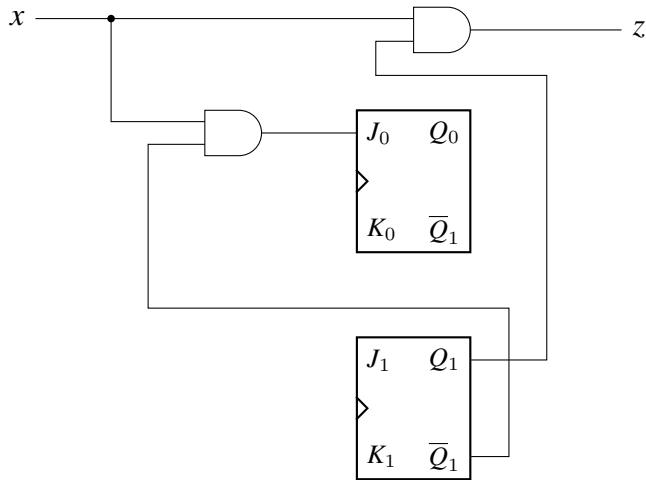
$$z = \omega = x \cdot Q_1$$

$$J_0 = x \cdot \overline{Q_1}$$

$$K_0 = x$$

$$J_1 = x \cdot Q_0$$

$$K_1 = x$$



CK

150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (3)

⑤ それを回路にする。

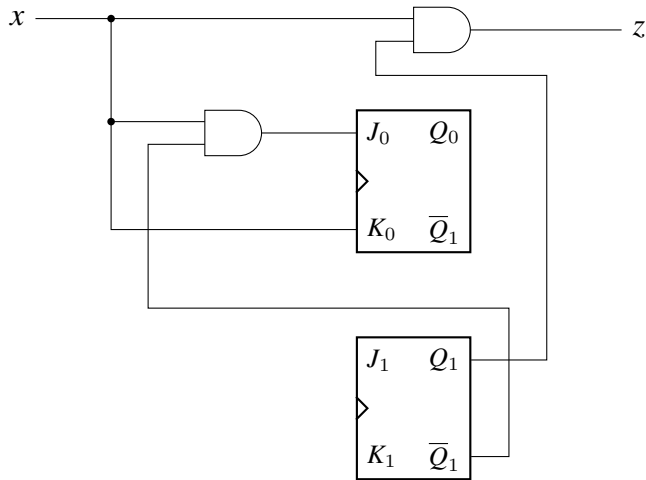
$$z = \omega = x \cdot Q_1$$

$$J_0 = x \cdot \overline{Q_1}$$

$$K_0 = x$$

$$J_1 = x \cdot Q_0$$

$$K_1 = x$$



CK

150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (3)

⑤ それを回路にする。

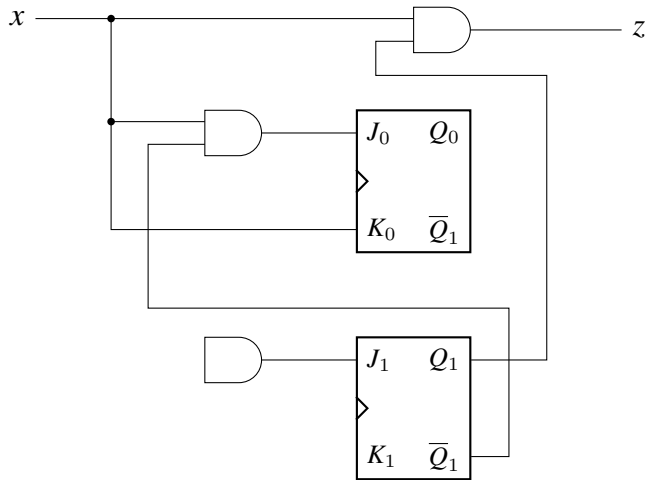
$$z = \omega = x \cdot Q_1$$

$$J_0 = x \cdot \overline{Q_1}$$

$$K_0 = x$$

$$J_1 = x \cdot Q_0$$

$$K_1 = x$$



CK

150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (3)

- ⑤ それを回路にする。

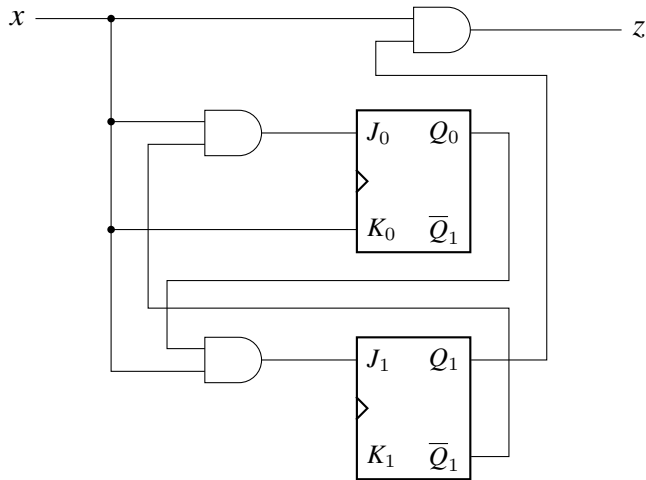
$$z = \omega = x \cdot Q_1$$

$$J_0 = x \cdot \overline{Q}_1$$

$$K_0 = x$$

$$J_1 = x \cdot Q_0$$

$$K_1 = x$$



CK

150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (3)

⑤ それを回路にする。

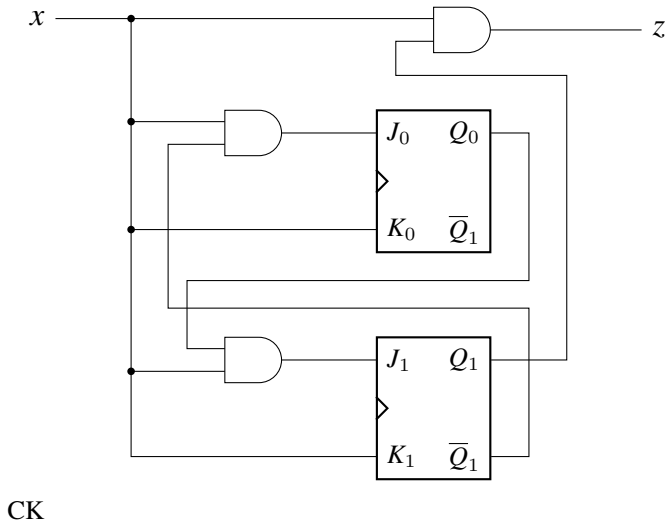
$$z = \omega = x \cdot Q_1$$

$$J_0 = x \cdot \overline{Q_1}$$

$$K_0 = x$$

$$J_1 = x \cdot Q_0$$

$$K_1 = x$$



150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (3)

⑤ それを回路にする。

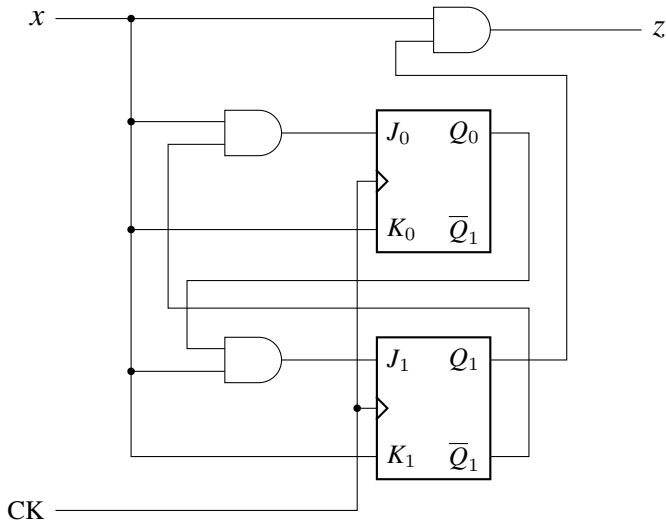
$$z = \omega = x \cdot Q_1$$

$$J_0 = x \cdot \overline{Q_1}$$

$$K_0 = x$$

$$J_1 = x \cdot Q_0$$

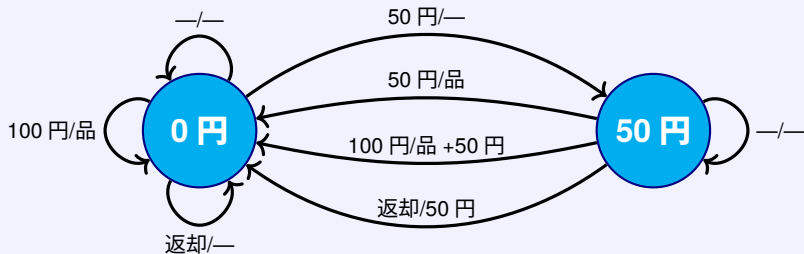
$$K_1 = x$$



練習問題

問題文は短いけれどそれぞれ 15~20 分くらいはかかるであろう大問題です。

- ① 150 円ペットボトル販売機 (初期型) について、 Q_0 には D-FF を、 Q_1 には T-FF を使って実現し、回路図を示せ。(本スライドの解説では JK-FF を使った部分を D-FF と T-FF に変更してやりなさいという意味。)
- ② 以下の 100 円飲料販売機 (返却レバーつき) を実現し、回路図を示せ。



出席確認レポート課題 (次の月曜の 12 時締め切り)

問: 前ページの 1. を解け。余力があったら 2. もやること。

(ヒント: 2. は入出力とも 2 ビットなので、信号としては x_0, x_1, z_0, z_1 が必要。一方状態は 1 ビットなので FF は 1 つでいい。)

提出は下記 URL の Google Forms。歪んでいない、開いた時に横倒しになっていない、コントラストが読むに耐えうる PDF で提出すること。

<https://forms.gle/9ruwtfJg5LQgQNpU7>

