

7. カウンタ

1. 目的

順序回路の一例として数種類のカウンタ（非同期式 2ⁿ進，同期式 3 進，同期式 6 進，同期式 10 進（BCD）カウンタ）を設計して，ロジックトレーナ上に構成し，その動作を確認する。

2. 演習

各回路のタイムチャートにおける出力波形がどうなるか予習して，全て描いてくると。実験では，自分の予習した波形通りになるかスイッチを操作して確かめる。

3. 演習結果

各演習の結果は所定の場所にまとめること。

4. 非同期式 2ⁿ進カウンタ（リプルカウンタ）

$n=3$ として非同期式 8 進カウンタの出力変化を表 1 に示す。この表からわかるように，下の段の状態（出力） Q_{k-1} が“1”から“0”に立ち下がる時に，その段の状態 Q_k が反転している。

$JK\text{-FF}$ は $J=K=1$ でクロック C_p が立ち下がる時出力 Q が反転するので，その段のクロック C_p を下の段の出力と接続すればよい。

【演習】非同期式 8 進カウンタになるように図 1 の結線を完成せよ。

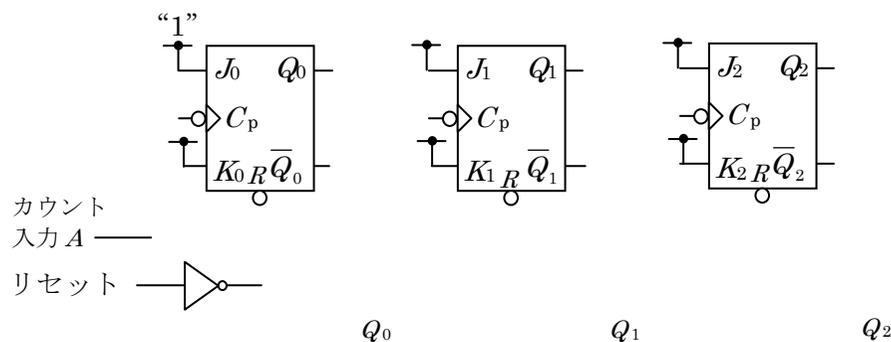


図 1 非同期式 8 進カウンタ

【結線】図 1 をロジックトレーナ上に構成する。カウント入力 A とリセットはプッシュスイッチの出力とつなぎ，各段の出力はランプ入力につなぐ。

【実験】図 2 のタイムチャートに従い，プッシュスイッチをオンオフにして，各段の出力 Q_0, Q_1, Q_2 が予習した波形と同じになるか確かめる。

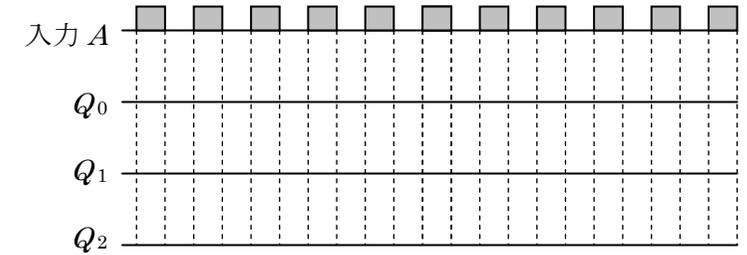


図 2 非同期式 8 進カウンタのタイムチャート

5. 同期式 3 進カウンタ

【演習 1】同期式 3 進カウンタの出力変化を表 2 に完成せよ。

表 2 同期式 3 進カウンタの出力変化

3 進	0	1								
A	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
Q_0	0									
Q_1	0									

【演習 2】表 2 より，状態遷移表の表 3 を完成せよ。なお，表 2 ではクロックの

立下りでカウンタがアップして，表 3 では入力 A が“1”のとき，クロック C_p が立ち下がる時カウントアップするようにする。表 4 に示す $JK\text{-FF}$ の出力変化と入力 JK の関係から，表 3 の $JK\text{-FF}$ の入力の欄を求めよ。ドントケアは×で表す。

【演習 3】表 3 より， $JK\text{-FF}$ の入力 J_1, K_1, J_0, K_0 を求めるためのカルノー図を図 3 に完成せよ（次のページ）。

【演習 4】カルノー図より得られた論理関数を下に記入する。なお，カウントアップするときは入力 A は常に“1”であるから，カルノー図で得られた関数の A は消去する。

$$J_1 = \quad K_1 =$$

$$J_0 = \quad K_0 =$$

$$\text{出力 } Z =$$

表 3 同期式 3 進カウンタの状態遷移表

入力 A	現在の状態		次の状態			$JK\text{-FF}$ の入力				出力 Z	
	S	Q_1	Q_0	S ⁺	Q_1^+	Q_0^+	J_1	K_1	J_0		K_0
0	S ₀										
0	S ₁										
0	S ₂										
0	—										
1	S ₀										
1	S ₁										
1	S ₂										
1	—										

表 4 $JK\text{-FF}$ の出力変化と入力 JK の関係

Q	Q ⁺	J	K	動作
0	0	0	×	Kは0でも1でも ok
0	1	1	×	Kは0でも1でも ok
1	0	×	1	Jは0でも1でも ok
1	1	×	0	Kは0でも1でも ok

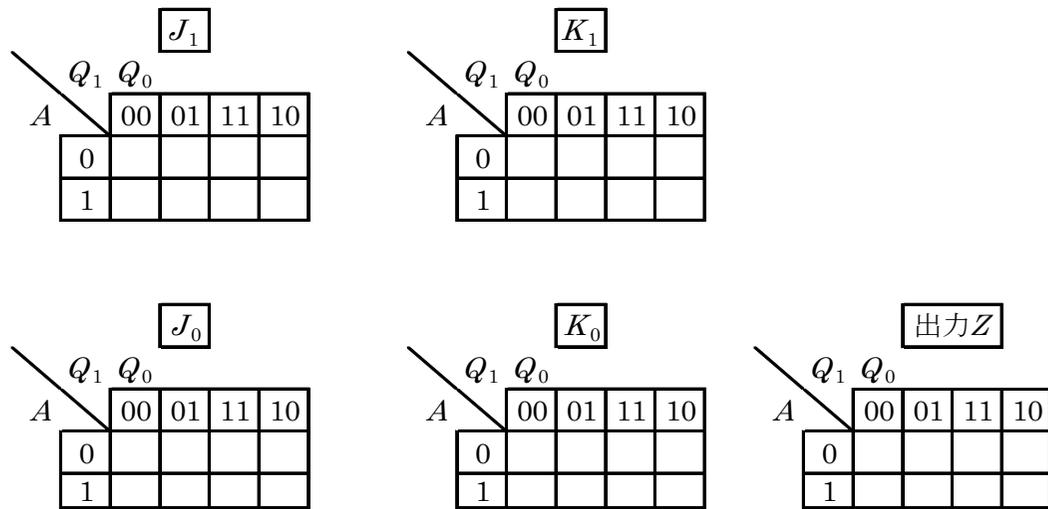


図3 JK-FFの入力 J_1 , K_1 , J_0 , K_0 を求めるためのカルノー図

【演習5】演習4で得られた論理関数から、同期式3進カウンタになるように図4の結線完成せよ。

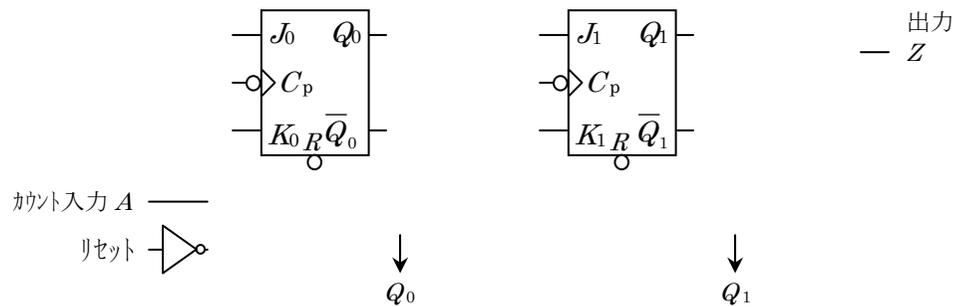


図4 同期式3進カウンタ

【結線】図4をロジックトレーナ上に構成する。カウント入力 A とリセットはプッシュスイッチの出力とつなぎ、各段の出力はランプ入力につなぐ。

【実験】図5のタイムチャートに従い、プッシュスイッチをオンオフにして、各段の出力 Q_0, Q_1 が予習した波形と同じになるか確かめる。

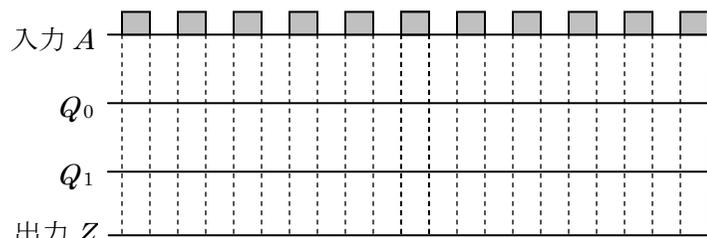


図5 同期式3進カウンタのタイムチャート

6. 同期式6進カウンタ

【演習1】同期式6進カウンタの出力変化を表5に完成せよ。

表5 同期式6進カウンタの出力変化

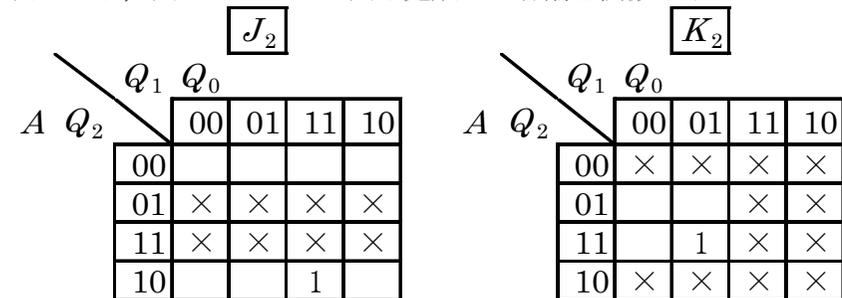
6進	0	1																		
A	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
Q_0	0																			
Q_1	0																			
Q_2	0																			

【演習2】表5より、状態遷移表の表6の出力 Z を完成せよ。

表6 同期式6進カウンタの状態遷移表

入力 A	現在の状態				次の状態				JK-FFの入力						出力 Z
	S	Q_2	Q_1	Q_0	S^+	Q_2^+	Q_1^+	Q_0^+	J_2	K_2	J_1	K_1	J_0	K_0	
0	S_0	0	0	0	S_0	0	0	0	0	×	0	×	0	×	
0	S_1	0	0	1	S_1	0	0	1	0	×	0	×	×	0	
0	S_2	0	1	0	S_2	0	1	0	0	×	×	0	0	×	
0	S_3	0	1	1	S_3	0	1	1	0	×	×	0	×	0	
0	S_4	1	0	0	S_4	1	0	0	×	0	0	×	0	×	
0	S_5	1	0	1	S_5	1	0	1	×	0	0	×	×	0	
0	—	1	1	0	—	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
0	—	1	1	1	—	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
1	S_0	0	0	0	S_1	0	0	1	0	×	0	×	1	×	
1	S_1	0	0	1	S_2	0	1	0	0	×	1	×	×	1	
1	S_2	0	1	0	S_3	0	1	1	0	×	×	0	1	×	
1	S_3	0	1	1	S_4	1	0	0	1	×	×	1	×	1	
1	S_4	1	0	0	S_5	1	0	1	×	0	0	×	1	×	
1	S_5	1	0	1	S_0	0	0	0	×	1	0	×	×	1	
1	—	1	1	0	—	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
1	—	1	1	1	—	×	×	×	×	×	×	×	×	×	

【演習3】表6より、図6のカルノー図を完成して各論理関数を求めよ。



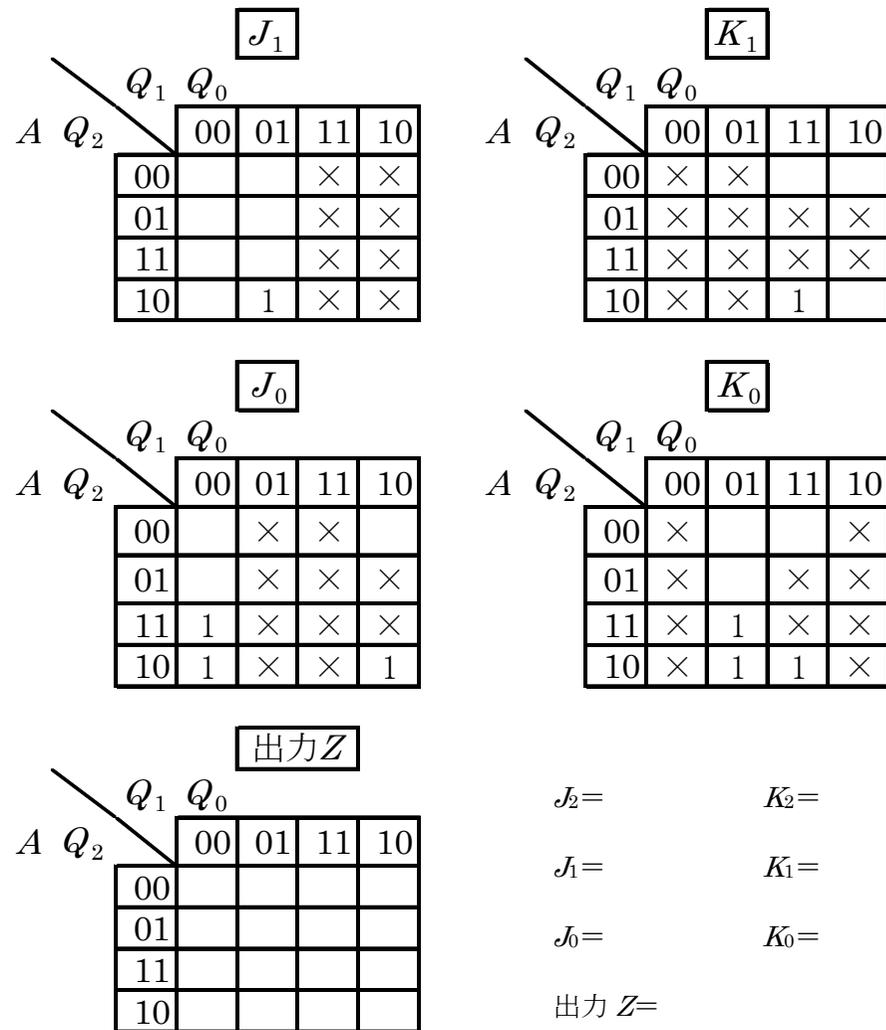


図6 JK-FFの入力および出力Zを求めるためのカルノー図

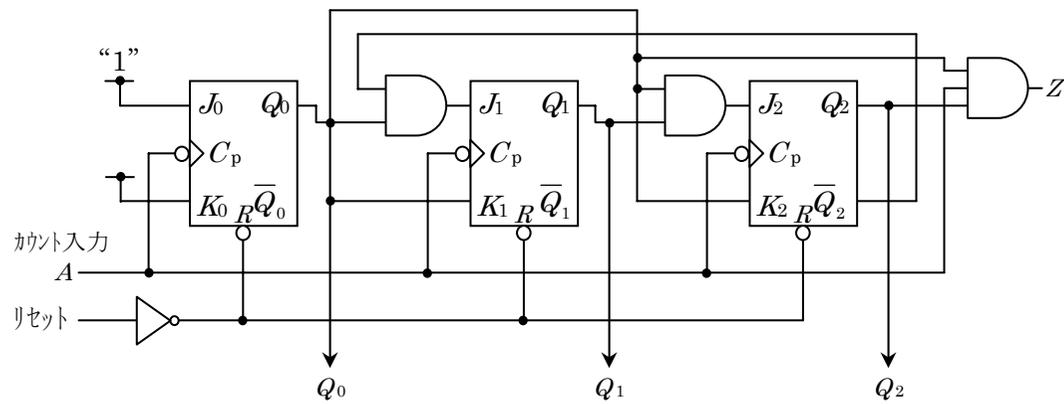


図7 同期式6進カウンタ

【結線】図7をロジックトレーナ上に構成する。

【実験】図8のタイムチャートに従い、プッシュスイッチをオンオフにして、各段の出力 Q_0, Q_1, Q_2 が予習した波形と同じになるか確かめる。

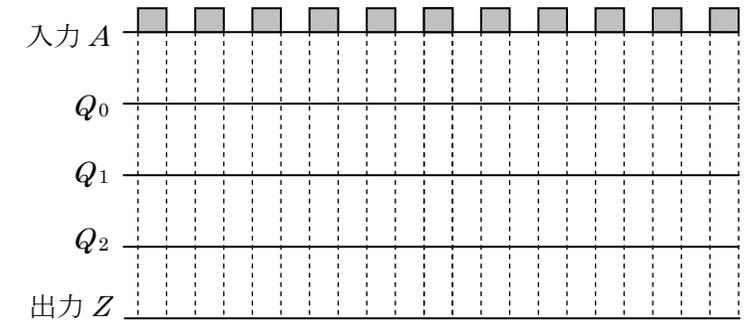


図8 同期式6進カウンタのタイムチャート

7. 同期式10進(BCD)カウンタ

【演習1】同期式10進カウンタの出力変化を表7に完成せよ。

表7 同期式10進(BCD)カウンタの出力変化

10進	0	1																					
A	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
Q_0	0	1																					
Q_1	0	0																					
Q_2	0	0																					
Q_3	0	0																					

【演習2】表7より、表8の状態遷移表の出力Zを完成せよ。

【演習3】表8より、図9のカルノー図を完成して各論理関数を求めよ。

【結線】図10をロジックトレーナ上に構成する。

【実験】図11のタイムチャートに従い、プッシュスイッチをオンオフにして、各段の出力 Q_0, Q_1, Q_2, Q_3 が予習した波形と同じになるか確かめる。

表 8 同期式 10 進 (BCD) カウンタの状態遷移表

入力 A	現在の状態					次の状態					JK-FF の入力						出力 Z		
	S	Q ₃	Q ₂	Q ₁	Q ₀	S ⁺	Q ₃ ⁺	Q ₂ ⁺	Q ₁ ⁺	Q ₀ ⁺	J ₃	K ₃	J ₂	K ₂	J ₁	K ₁		J ₀	K ₀
0	S ₀	0	0	0	0	S ₀	0	0	0	0	0	×	0	×	0	×	0	×	
0	S ₁	0	0	0	1	S ₁	0	0	0	1	0	×	0	×	0	×	0	×	
0	S ₂	0	0	1	0	S ₂	0	0	1	0	0	×	0	×	0	×	0	×	
0	S ₃	0	0	1	1	S ₃	0	0	1	1	0	×	0	×	0	×	0	×	
0	S ₄	0	1	0	0	S ₄	0	1	0	0	0	×	×	0	0	×	0	×	
0	S ₅	0	1	0	1	S ₅	0	1	0	1	0	×	×	0	0	×	0	×	
0	S ₆	0	1	1	0	S ₆	0	1	1	0	0	×	×	0	0	×	0	×	
0	S ₇	0	1	1	1	S ₇	0	1	1	1	0	×	×	0	0	×	0	×	
0	S ₈	1	0	0	0	S ₈	1	0	0	0	×	0	0	×	0	×	0	×	
0	S ₉	1	0	0	1	S ₉	1	0	0	1	×	0	0	×	0	×	0	×	
0	-	1	0	1	0	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
0	-	1	0	1	1	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
0	-	1	1	0	0	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
0	-	1	1	1	0	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
0	-	1	1	1	1	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
1	S ₀	0	0	0	0	S ₁	0	0	0	1	0	×	0	×	0	×	1	×	
1	S ₁	0	0	0	1	S ₂	0	0	1	0	0	×	0	×	1	×	×	1	
1	S ₂	0	0	1	0	S ₃	0	0	1	1	0	×	0	×	0	×	1	×	
1	S ₃	0	0	1	1	S ₄	0	1	0	0	0	×	1	×	×	1	×	1	
1	S ₄	0	1	0	0	S ₅	0	1	0	1	0	×	×	0	0	×	1	×	
1	S ₅	0	1	0	1	S ₆	0	1	1	0	0	×	×	0	1	×	×	1	
1	S ₆	0	1	1	0	S ₇	0	1	1	1	0	×	×	0	0	×	1	×	
1	S ₇	0	1	1	1	S ₈	1	0	0	0	1	×	×	1	×	1	×	1	
1	S ₈	1	0	0	0	S ₉	1	0	0	1	×	0	0	×	0	×	1	×	
1	S ₉	1	0	0	1	S ₀	0	0	0	0	×	1	0	×	0	×	×	1	
1	-	1	0	1	0	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
1	-	1	0	1	1	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
1	-	1	1	0	0	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
1	-	1	1	0	1	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
1	-	1	1	1	0	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
1	-	1	1	1	1	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	

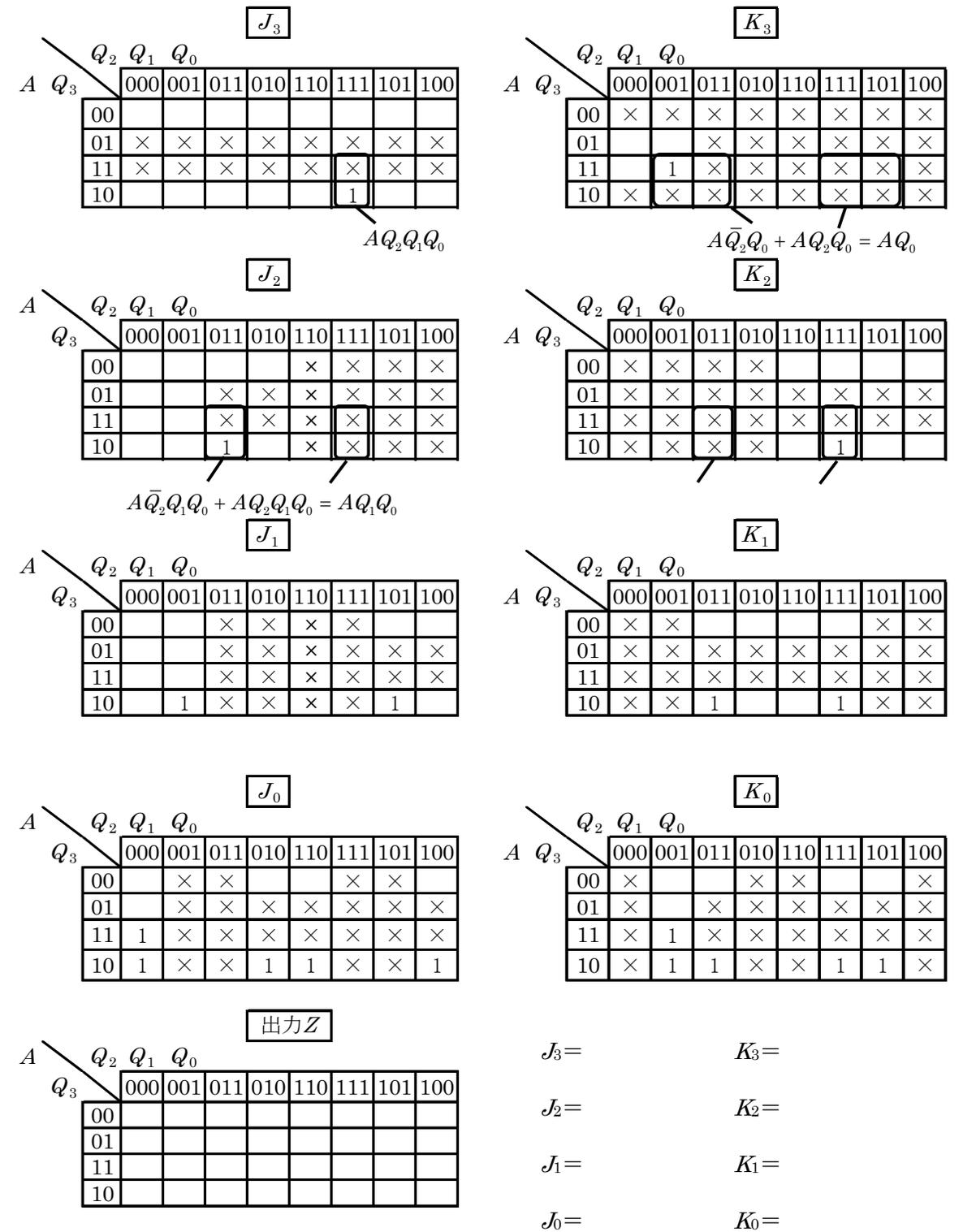


図 9 JK-FF の入力および出力 Z を求めるためのカルノー図

J₃= K₃=
 J₂= K₂=
 J₁= K₁=
 J₀= K₀=

出力 Z=

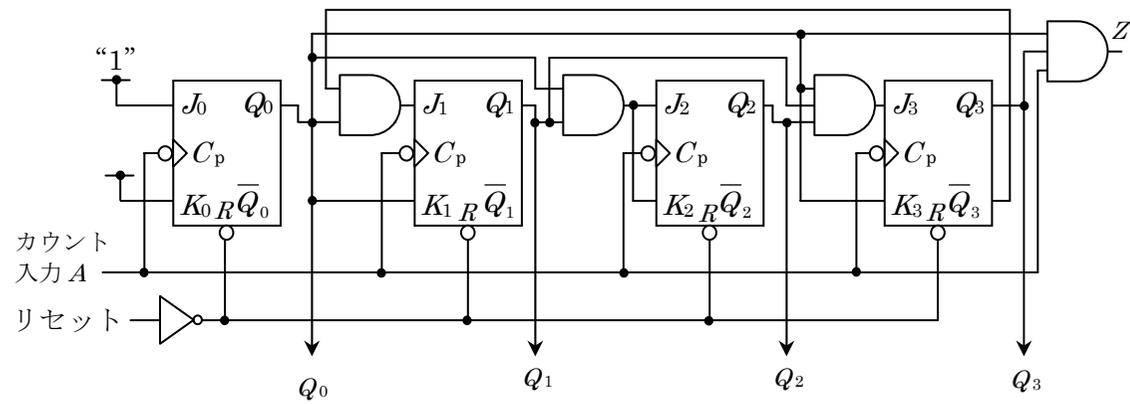


図 10 同期式 10 進 (BCD) カウンタ

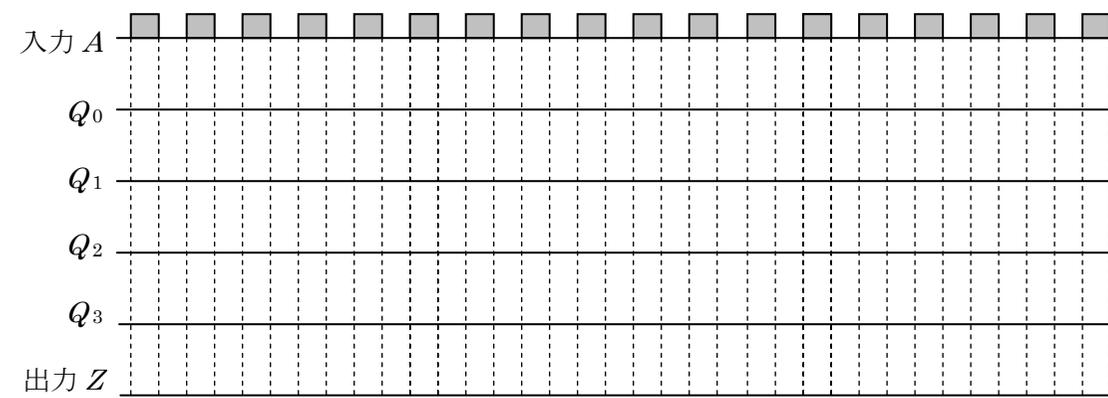


図 11 同期式 10 進 (BCD) カウンタのタイムチャート

8. 感想等

2年生の計算機工学の実験を通して、理解できたことや難しかったことについて、感想も入れて、自由に書いて下さい。