

## 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 2<sup>n</sup>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，全て描いてくること。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 2<sup>n</sup>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。

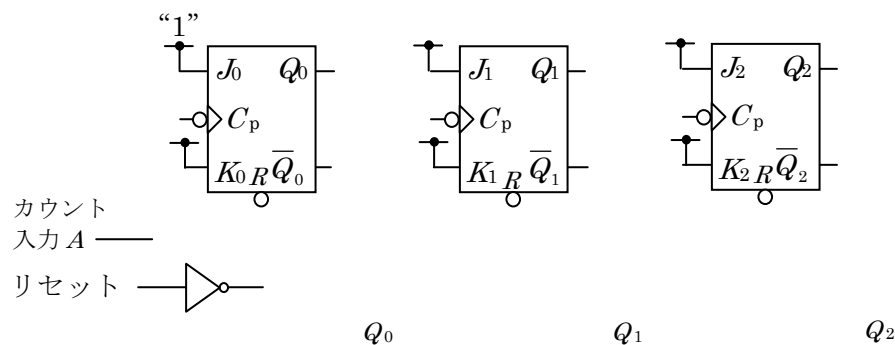


図 1 非同期式 8 進カウンタ

【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。

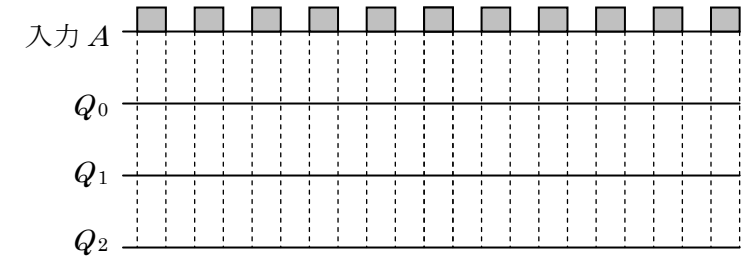


図 2 非同期式 8 進カウンタのタイムチャート

### 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時は入力  $A$  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。

$J_1 =$                        $K_1 =$   
 $J_0 =$                        $K_0 =$   
 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

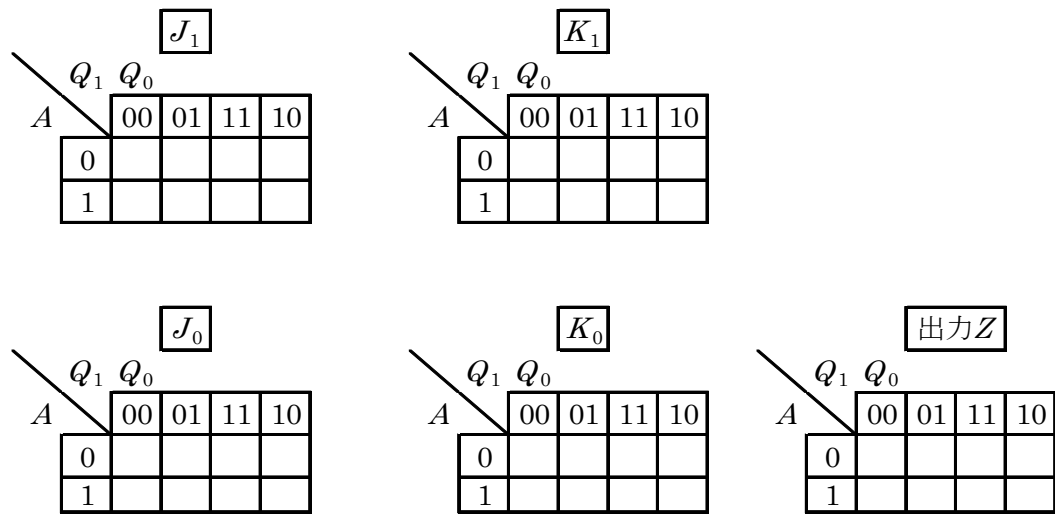


図3 JK-FFの入力  $J_1$ ,  $K_1$ ,  $J_0$ ,  $K_0$  を求めるためのカルノー図

【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。

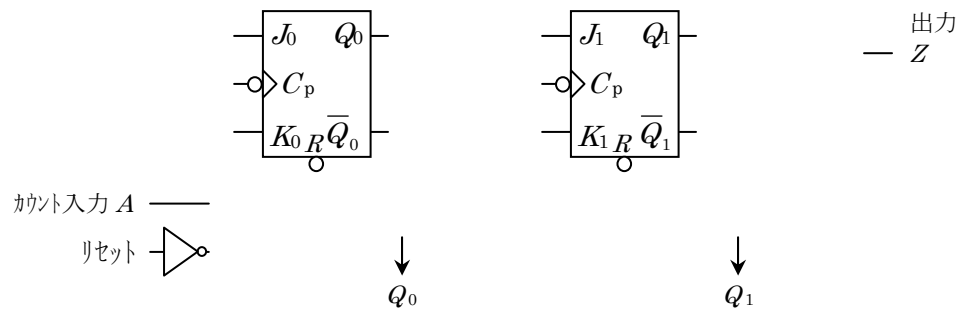


図4 同期式3進カウンタ

【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。

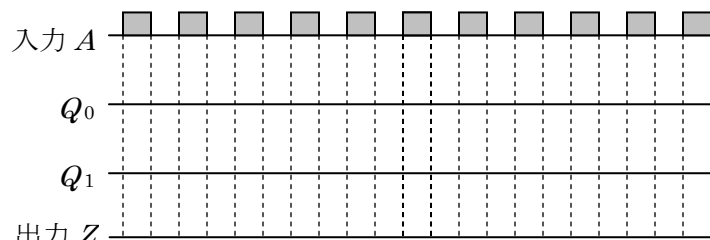


図5 同期式3進カウンタのタイムチャート

## 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。

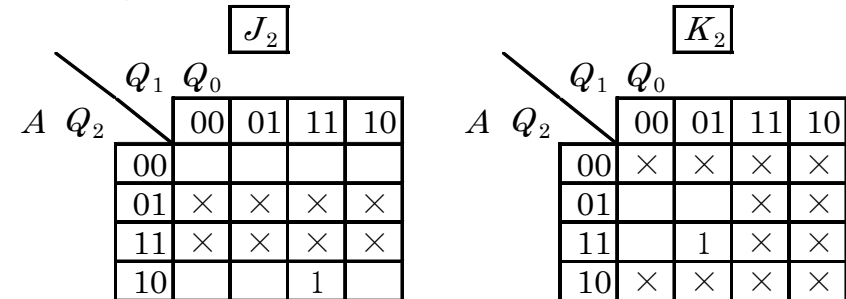




表 8 同期式 10 進 (BCD) カウンタの状態遷移表

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

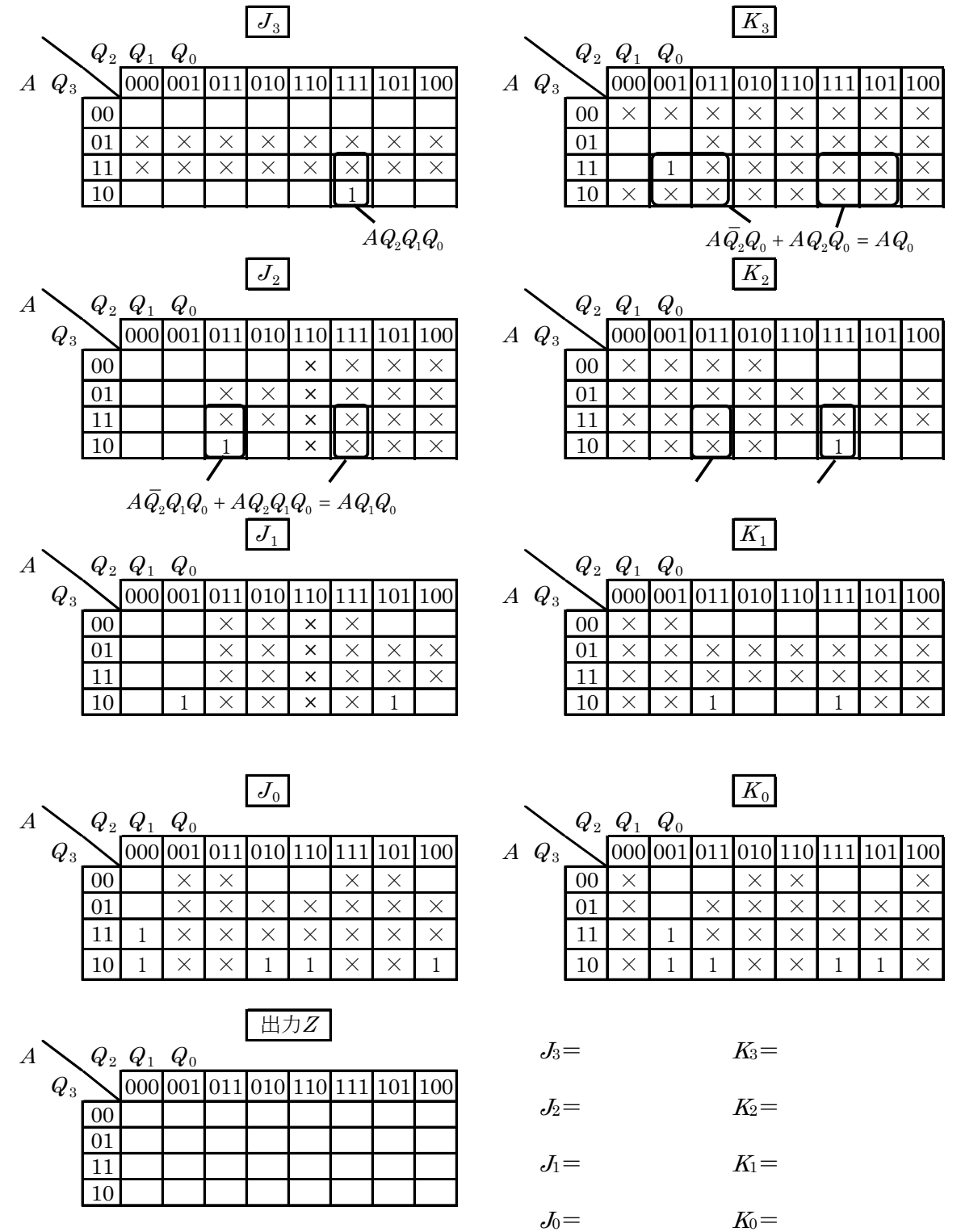


図 9 JK-FF の入力および出力 Z を求めるためのカルノー図

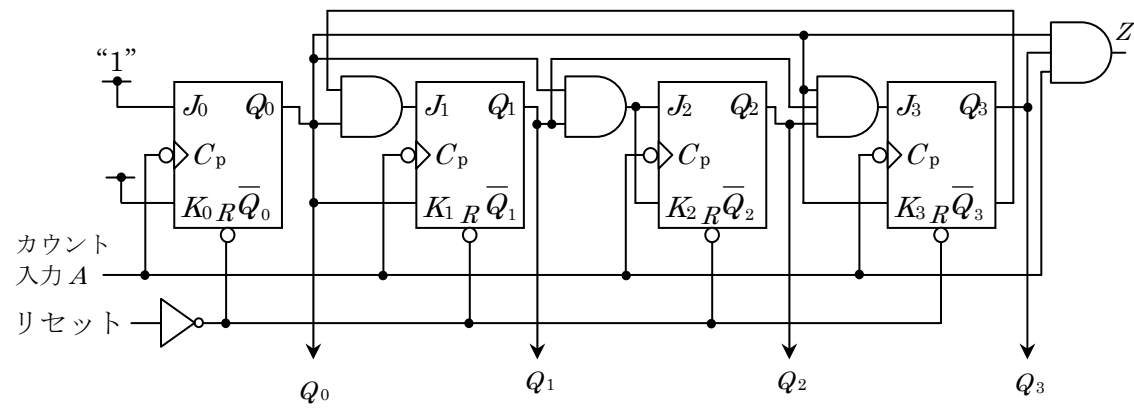


図 10 同期式 10 進 (BCD) カウンタ

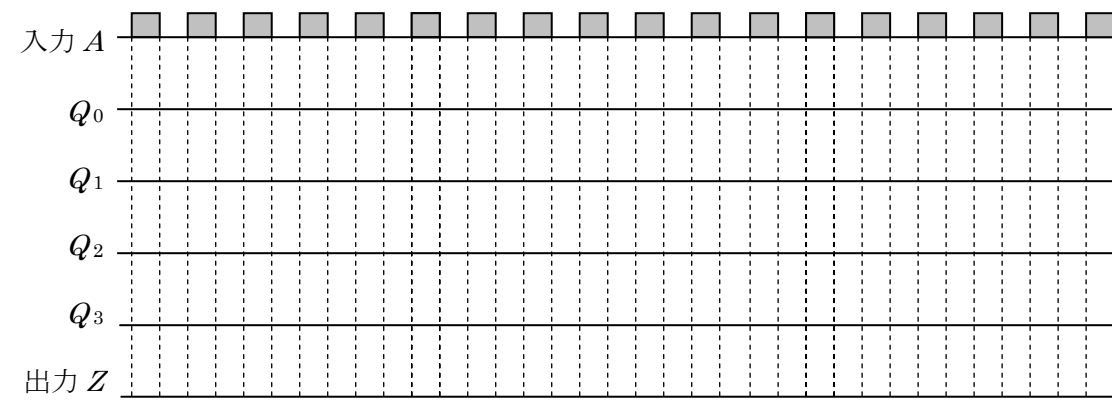


図 11 同期式 10 進 (BCD) カウンタのタイムチャート

## 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。