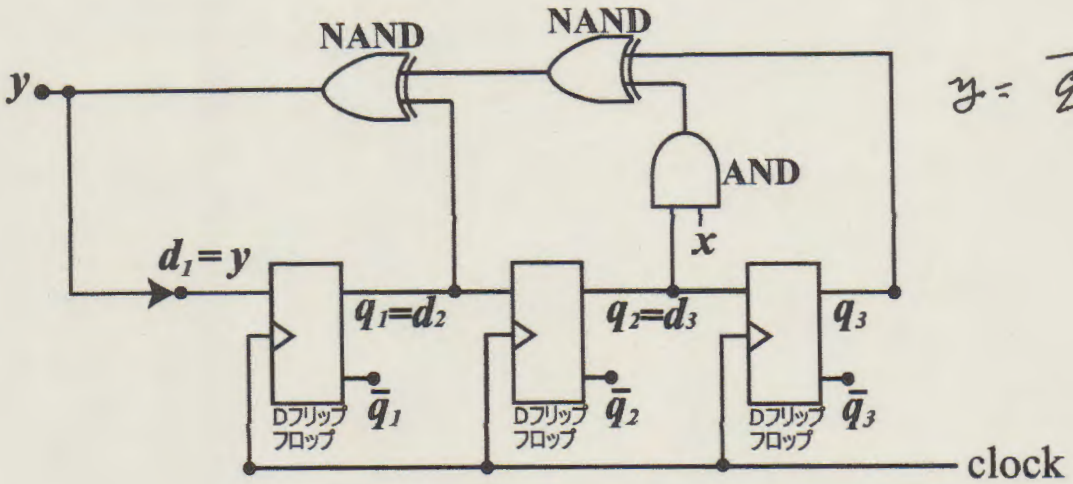
(コース　　学籍番号　　氏名　　)

1. (順序回路による周期的信号の生成、等価な状態の見つけ方)

線形帰還シフトレジスタに対して次図に示すように入力 x を加えるようにしたときに以下の質問に答えよ。なおクロックでタイミングが定まる時刻 t は、各変数の右肩に $^{(t)}$ で示すことにする。



$y = \overline{q_1 \cdot (\overline{x q_2 q_3})}$

(a) 次図左のように状態割り当てを行う場合について、上図回路の状態遷移関数と出力関数を下図中央の表に示せ。

少し間違えても考え方ができていれば2点または3点

	(q_3, q_2, q_1)
Q_0	(0, 0, 0)
Q_1	(0, 0, 1)
Q_2	(0, 1, 0)
Q_3	(0, 1, 1)
Q_4	(1, 0, 0)
Q_5	(1, 0, 1)
Q_6	(1, 1, 0)
Q_7	(1, 1, 1)

	遷移先状態の添え字		出力 y の値	
	$x=0$	$x=1$	$x=0$	$x=1$
Q_0	1	1	1	1
Q_1	2	2	0	0
Q_2	5	5	1	1
Q_3	6	6	0	0
Q_4	1	1	1	1
Q_5	2	2	0	0
Q_6	5	5	1	1
Q_7	6	7	0	1

4

状態 Q_n を添え字 n だけで記す。表に記載する状態対は添え字の小さな方を左側に書くこと。

1	×						
2	1 5 1 5	×					
3	×	2 6 2 6	×				
4	1 1 1 1	×	1 5 1 5	×			
5	×	2 2 2 2	×	2 6 2 6	×		
6	1 5 1 5	×	5 5 5 5	×	1 5 1 5	×	
7	×	×	×	×	×	×	×
	0	1	2	3	4	5	6

4

(b) 講義で習った方法で上図右の表を埋めて（等価でないと分かったら即座にマスに×を付けて）、状態 $Q_0, Q_1, \ldots Q_7$ の中に等価な状態があるか調べ、等価な状態があればそれらを等号でつないで示せ。上図右の表を埋めた内容を評価するので必ず表を埋めること。

$Q_0 = Q_2 = Q_4 = Q_6$

$Q_1 = Q_3 = Q_5$

2

(学科　　学籍番号　　氏名　　)

(c) 上記回路で入力 x を 0 に固定して、また時刻 $t=0$ の初期状態を $q_3^{(0)}=0, q_2^{(0)}=1, q_1^{(0)}=0$ として、クロックで指定されるタイミングで状態遷移を繰り返すときに、出力 y が取る値の系列 $y^{(0)}, y^{(1)}, y^{(2)}, y^{(3)}, y^{(4)}, y^{(5)}, y^{(6)}, y^{(7)}, y^{(8)}$ を求めよ。

$Q_2 \to Q_5 \to Q_2 \to$

$1 \to 0 \to 1 \to 0 \to 1 \to 0 \to 1 \to 0$

$y^{(0)}$ $y^{(1)}$ $y^{(2)}$ $y^{(3)}$ $y^{(5)}$ $y^{(6)}$ $y^{(7)}$ $y^{(8)}$

2

(d) 上記回路で時刻 $t=0$ の初期状態を $q_3^{(0)}=1, q_2^{(0)}=1, q_1^{(0)}=0$ として、入力 x に $x^{(0)}=1, x^{(1)}=0, x^{(2)}=1, x^{(3)}=0, x^{(4)}=1, x^{(5)}=0, \ldots$ のように、1, 0 を繰り返す周期的な値の系列を加える際に、出力 y が取る値の系列
$y^{(0)}, y^{(1)}, y^{(2)}, y^{(3)}, y^{(4)}, y^{(5)}, y^{(6)}, y^{(7)}, y^{(8)}, y^{(9)}, y^{(10)}, y^{(11)}, y^{(12)}$ を求めよ。

$Q_6 \xrightarrow[\text{入力}]{1} Q_5 \xrightarrow[0]{} Q_2 \xrightarrow[1]{} Q_5 \xrightarrow[0]{} Q_2 \xrightarrow[1]{} Q_5 \to Q_2 \to Q_5 \to Q_2 \to Q_5$

出力 $y^{(0)}$ $y^{(1)}$ $y^{(2)}$ $y^{(3)}$ $y^{(4)}$ $y^{(5)}$ $y^{(6)}$ $y^{(7)}$ $y^{(8)}$ $y^{(9)}$ $y^{(10)}$

1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1

$y^{(11)}$ $y^{(12)}$

0 1

2

(e) 上記の問い (d) で出力系列が周期的になる理由を説明せよ。

状態数と入力数が有限だから どこかで、
同じ状態と同じ入力の組合せが現れ、
それ以降は入力が周期的だから出力も
周期的になる。

2

(学科　　学籍番号　　氏名　　)

2. (順序回路の状態割当てと駆動回路の構成)

次の表で定義される状態遷移関数と出力関数で示される順序回路について以下の質問に答えよ。

入力 $x_2\ x_1$	00	01	11	10	00	01	11	10
状態	状態遷移先				出力 z			
Q_0	Q_1	*	Q_3	Q_1	1	*	0	*
Q_1	Q_0	Q_3	Q_1	*	0	0	1	*
Q_2	Q_2	*	Q_1	Q_2	1	*	0	1
Q_3	*	*	Q_0	Q_2	*	*	1	1

(a) 上の状態遷移表において、各状態対に要求される第1種隣接度と第2種隣接度及び第3種隣接度の回数を数えて下表に示せ。またこの結果から最優先で隣接するように状態割り当てをすることが最も望ましいのはどの状態対か？

	第1種隣接度			第2種隣接度			第3種隣接度		
	Q_1	Q_2	Q_3	Q_1	Q_2	Q_3	Q_1	Q_2	Q_3
Q_0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
Q_1	X	1	2	X	1	0	X	0	1
Q_2	X	X	0	X	X	1	X	X	1

Q_1 と Q_3
2

(b) 前問の結果は別にして（前項ができなくとも以下の問題を解けるように）、取り敢えず次のように状態割り当てを行って順序回路を構成することにした。ここで割り当てるビットは (q_2, q_1) の順になっている。なおこの割り当てを行った状態が隣接するように上の状態遷移表や出力表を並べ替えておくと、以下の表と対応を取りやすくなって、間違いが減る。

2　2　2　18

$Q_0 = (0,1)$,　$Q_1 = (0,0)$,　$Q_2 = (1,1)$,　$Q_3 = (1,0)$

上記のように状態割り当てを行って、SR フリップフロップを用いて順序回路を構成する場合について、SR フリップフロップの駆動回路を表す関数と出力関数を以下のカルノー図を用いて求めよ。求めた関数の式は NOT-AND-OR 形式でできる限り簡単化して各カルノー図の下に記せ。

s_2

$x_2\ x_1$	00	01	11	10
$q_2q_1 = 00$	0	1	0	*
$q_2q_1 = 01$	0	*	1	0
$q_2q_1 = 11$	*	*	0	*
$q_2q_1 = 10$	*	*	0	*

r_2

$x_2\ x_1$	00	01	11	10
$q_2q_1 = 00$	*	0	*	*
$q_2q_1 = 01$	*	*	0	*
$q_2q_1 = 11$	0	*	1	0
$q_2q_1 = 10$	*	*	1	0

ここで採点
2

$s_2 = \bar{x}_2 x_1 \vee \bar{q}_2 q_1 x_1$　多　$r_2 = q_2 x_1$　多

ここで採点
2

3

3

(学科　　学籍番号　　氏名　　)

s_1

$x_2\ x_1$	00	01	11	10
$q_2q_1 = 00$	1	0	0	∗
$q_2q_1 = 01$	0	∗	0	0
$q_2q_1 = 11$	∗	∗	0	∗
$q_2q_1 = 10$	∗	∗	1	1

$s_1 = \bar{q}_1\bar{x}_1 \vee q_2\bar{q}_1$ 3

$\bar{q}_1\bar{q}_2\ \bar{x}_1$ の時 2点

r_1

$x_2\ x_1$	00	01	11	10
$q_2q_1 = 00$	0	∗	∗	∗
$q_2q_1 = 01$	1	∗	1	1
$q_2q_1 = 11$	0	∗	1	0
$q_2q_1 = 10$	∗	∗	0	0

$r_1 = \bar{q}_2q_1 \vee q_1x_1$ 3

z

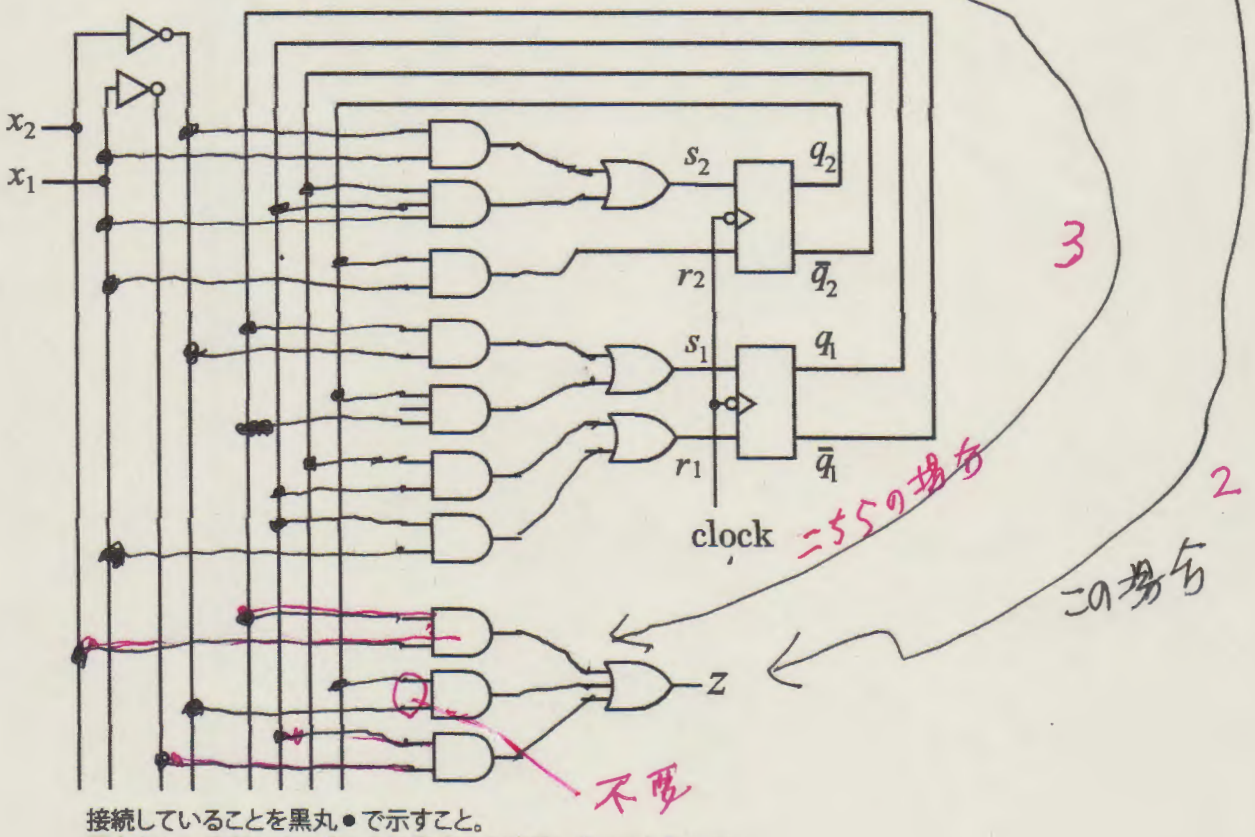
$x_2\ x_1$	00	01	11	10
$q_2q_1 = 00$	0	0	1	∗
$q_2q_1 = 01$	1	∗	0	∗
$q_2q_1 = 11$	1	∗	0	1
$q_2q_1 = 10$	∗	∗	1	1

$z = \bar{q}_1x_2 \vee q_1\bar{x}_1$ 3

これで2点

$z = \bar{q}_1x_2 \vee q_2\bar{x}_1 \vee q_1\bar{x}_1$ (または $\bar{q}_1\bar{x}_2$) $(x_2\bar{x}_1)$ (または $q_1\bar{x}_2$) 3

(c) 上で求めた各関数を下図のように NOT-AND-OR 形式の簡単化した回路で構成した。下図で欠けている配線を補って回路を完成せよ。



接続していることを黒丸●で示すこと。
黒丸なしに交差しているときは交点でも絶縁しているとみなす。