演習問題解答　第1回

演習問題

1)負の数の2進法による表現で以下の計算を行え。
a)−9を5ビット符号付き2進法（符号に1ビット/数値に4ビット）
で表せ（3点）

まず　9　を4ビット2進法で書くと
$1x2^3+0x2^2+0x2^1+1x2^0=1001$である。

1001の2の補数は11111-01001+00001=10110+00001=10111

b)3+(-9)を計算せよ。（3点）

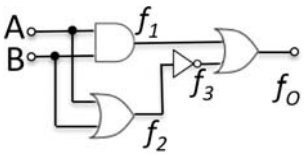
3　を4ビット2進法で書くと
$0x2^3+0x2^2+1x2^1+1x2^0=0011$である。

3+（-9）は
00011
+10111
11010

検算　11010は2の補数をとると
00101+0001=00110
で6であり、確かに-6を表している

演習問題

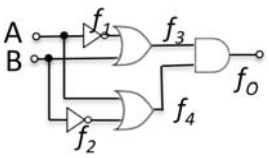
2) 以下の二つの回路について途中経過も含めて真理値表を
完成させよ。
a) （各列　1点）



A	B	f_1	f_2	f_3	f_o
0	0	0	0	1	1
0	1	0	1	0	0
1	0	0	1	0	0
1	1	1	1	0	1

演習問題

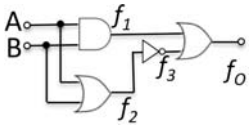
2) 以下の二つの回路について途中経過も含めて真理値表を
完成させよ。
b) （各列　1点）

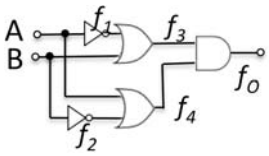


A	B	f_1	f_2	f_3	f_4	f_o
0	0	1	1	1	1	1
0	1	1	0	1	0	0
1	0	0	1	0	1	0
1	1	0	0	1	1	1

演習問題

二つの回路の最終出力は同じ





A	B	f_o
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

回路が違っても同じ真理値表になる。

演習問題解答　第2回

演習

1) つぎの関数を加法標準形で表せ

a) $A+B+C$

これは、どこかに1が入れば正になるから、
000以外の7項目をとるべき

$$ABC+AB\overline{C}+A\overline{B}C+\overline{A}BC$$
$$+A\overline{B}\overline{C}+\overline{A}B\overline{C}+\overline{A}\overline{B}C$$

ちなみに乗法標準形ならそのまま

b) $\overline{(A\bullet B+C)}\bullet(A+B\bullet C)$

これは、真理値表作らないとわからない・・

A	B	C	AB	AB+C	NOT(AB+C)	BC	A+BC	fo
0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0	0	0
0	1	1	0	1	0	1	1	0
1	0	0	0	0	1	0	1	1
1	0	1	0	1	0	0	1	0
1	1	0	1	1	0	0	1	0
1	1	1	1	1	0	1	1	0

一項だけ！

$$A\bullet\overline{B}\bullet\overline{C}$$

演習

1) つぎの関数を加法標準形で表せ

c) $A\bullet B\bullet C+D$

これは、Dを含むすべての項とABCの項になる。

$$ABCD+ABC\overline{D}+AB\overline{C}D$$
$$+A\overline{B}CD+\overline{A}BCD+A\overline{B}\overline{C}D$$
$$+\overline{A}B\overline{C}D+\overline{A}\overline{B}CD+\overline{A}\overline{B}\overline{C}D$$

演習

2) つぎの関数を乗法標準形で表せ

a) $A\bullet B\bullet C$

これは、$A\bullet B\bullet C=1$ を含まない最大項 $(\overline{A}+\overline{B}+\overline{C})$ だけを
取り除けばよいから

$$(A+B+\overline{C})\bullet(A+\overline{B}+C)\bullet(\overline{A}+B+C)\bullet(A+\overline{B}+\overline{C})$$
$$\bullet(\overline{A}+B+\overline{C})\bullet(\overline{A}+B+\overline{C})\bullet(A+B+C)$$

ちなみに加法標準形ならそのまま

演習

2) つぎの関数を乗法標準形で表せ

b) $A\bullet B\bullet C+D$

真理値表でゼロになるところは7か所、
Dがゼロである (***0) の8組から(1110)を除けばよい。

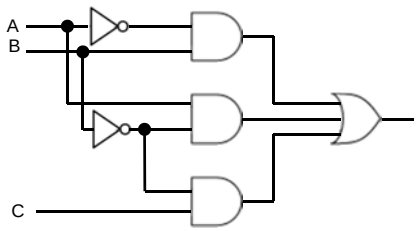
これは、D を含むうちから　$(\overline{A}+\overline{B}+\overline{C}+D)$
の最大項を取り除けばよいから

$$(A+B+\overline{C}+D)\bullet(A+\overline{B}+C+D)$$
$$\bullet(\overline{A}+B+C+D)\bullet(A+\overline{B}+\overline{C}+D)$$
$$\bullet(\overline{A}+B+\overline{C}+D)\bullet(\overline{A}+B+\overline{C}+D)$$
$$\bullet(A+B+C+D)$$

演習回答例

3)つぎの関数を回路の形で表せ

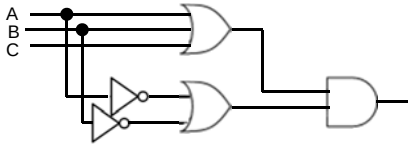
a) $\overline{A}\bullet B+A\bullet\overline{B}+\overline{B}\bullet C$



演習回答例

3)つぎの関数を回路の形で表せ

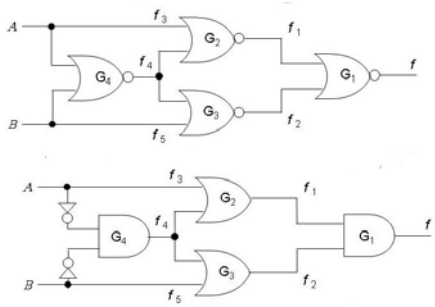
b) $(A+B+C)(\overline{A}+\overline{B})$



演習問題解答　第3回

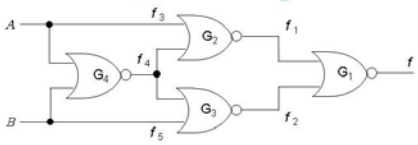
演習回答例

1)つぎの二つの図から、真理値表を各段階で作り、
出力が同一の関数であることをしめせ。



演習回答例

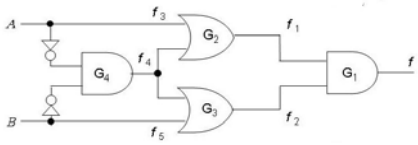
1)つぎの二つの図から、真理値表を各段階で作り、
出力が同一の関数であることをしめせ。



A=F3	B=F5	F4	F1	F2	F
0	0	1	0	0	1
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1

演習回答例

1)つぎの二つの図から、真理値表を各段階で作り、
出力が同一の関数であることをしめせ。



A=F3	B=F5	F4	F1	F2	F
0	0	1	1	1	1
0	1	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0
1	1	0	1	1	1

演習回答例

1)つぎの二つの図から、真理値表を各段階で作り、
出力が同一の関数であることをしめせ。

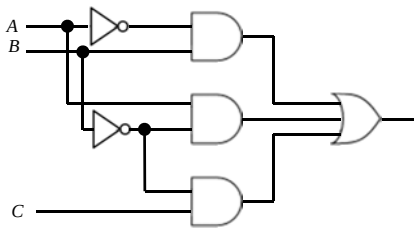
A=F3	B=F5	F4	F1	F2	F
0	0	1	0	0	1
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1

A=F3	B=F5	F4	F1	F2	F
0	0	1	1	1	1
0	1	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0
1	1	0	1	0	1

演習回答例

2)つぎの関数をまず積和系で書いてからNANDのみを用いて回路の形で示せ

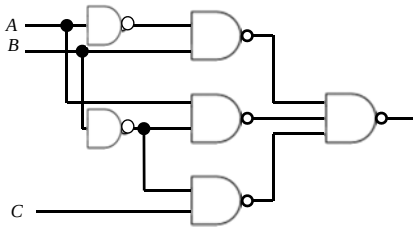
$$\overline{A}\bullet B + A\bullet\overline{B} + \overline{B}\bullet C$$



演習回答例

2)つぎの関数をまず積和系で書いてからNANDのみを用いて回路の形で示せ

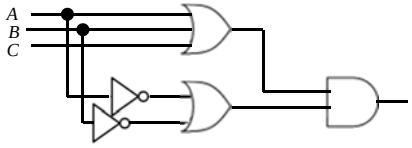
$$\overline{A}\bullet B + A\bullet\overline{B} + \overline{B}\bullet C$$



演習回答例

3)つぎの関数をまず和積系で書いてからNORのみを用いて回路の形で示せ

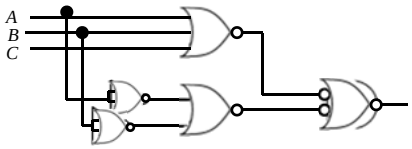
$$(A+B+C)(\overline{A}+\overline{B})$$



演習回答例

3)つぎの関数をまず和積系で書いてからNORのみを用いて回路の形で示せ

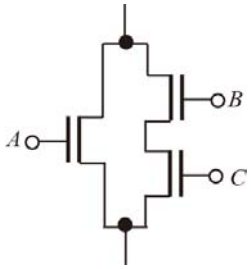
$$(A+B+C)(\overline{A}+\overline{B})$$



演習問題解答　第4回

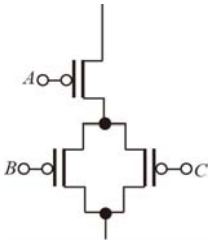
演習回答例

1) $\overline{A+B\bullet C}$ を満たすときだけオフするnMOS部分をつくれ



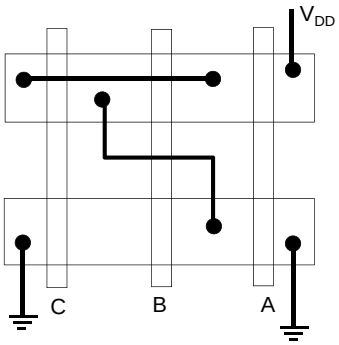
演習回答例

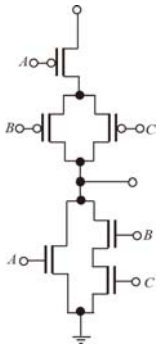
2) $\overline{A+B\bullet C}$ を満たすときだけオンするpMOS部分をつくれ



演習回答例

レイアウトを考えてみよ。





演習問題解答　第5回

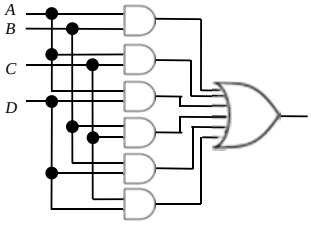
1の入力が2つ未満(0が3つ以上)ならば0、1の入力が2つ以上(0が2つ以下)の回路(5点)

カルノーマップは右図

従って、

$$A \bullet B + A \bullet C + A \bullet D + B \bullet C + B \bullet D + C \bullet D$$

CD \ AB	00	01	11	10
00			1	
01		1	1	1
11	1	1	1	1
10		1	1	1



1の入力が2つ未満(0が3つ以上)ならば0、1の入力が2つ以上(0が2つ以下)の回路(5点)

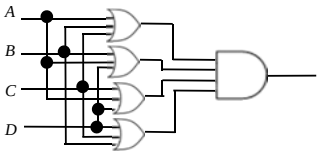
否定のカルノーマップは右図

従って、

$$\overline{A} \bullet \overline{B} \bullet \overline{C} + \overline{A} \bullet \overline{B} \bullet \overline{D} + \overline{A} \bullet \overline{C} \bullet \overline{D} + \overline{B} \bullet \overline{C} \bullet \overline{D}$$

$$(A + B + C) \bullet (A + B + D) \bullet (A + C + D) \bullet (B + C + D)$$

CD \ AB	00	01	11	10
00	1	1		1
01	1			
11				
10	1			



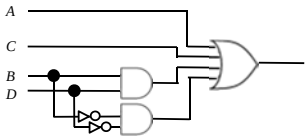
ドライバー回路(10点)

0,2,3,5,6,7,8, 9で点灯する。
10以降15までドントケア

ABCDで4桁で表記すると
左の様になる。

$$A + C + B \bullet D + \overline{B} \bullet \overline{D}$$

CD \ AB	00	01	11	10
00	1		Φ	1
01		1	Φ	1
11	1	1	Φ	Φ
10	1	1	Φ	Φ



第6回演習回答

ドライバー回路

0,2,3,5,6,7,8,9で点灯する。 $f_1=\{\bar{4}\bar{3}\bar{2}\bar{1},4\bar{3}\bar{2}1,4\bar{3}21,4\bar{3}21,4\bar{3}21,4\bar{3}21,4\bar{3}\bar{2}\bar{1},4\bar{3}\bar{2}1\}$

10以降15までドントケア 1の数で仕分ける $f_{DONT\ CARE}=\{4\bar{3}\bar{2}1,4\bar{3}21,4\bar{3}\bar{2}1,4\bar{3}21,4\bar{3}21,4\bar{3}\bar{2}1\}$

1の数=0	1の数=1	1の数=2	1の数=3	1の数=4
$\bar{4}\bar{3}\bar{2}\bar{1}$	$4\bar{3}\bar{2}1$	$4\bar{3}\bar{2}1$	$4\bar{3}21$	4321
	$4\bar{3}21$	$4\bar{3}21$	$4\bar{3}21$	
		$4\bar{3}21$	$4\bar{3}\bar{2}1$	
		$4\bar{3}\bar{2}1$	$4\bar{3}21$	
		$4\bar{3}21$		
		$4\bar{3}\bar{2}1$		

ドライバー回路

1の数=0	1の数=1	1の数=2	1の数=3	1の数=4
$\bar{4}\bar{3}\bar{2}\bar{1}$ ✓	$4\bar{3}\bar{2}1$ ✓✓	$4\bar{3}\bar{2}1$ ✓✓	$4\bar{3}21$ ✓✓✓	4321 ✓✓
	$4\bar{3}\bar{2}\bar{1}$ ✓	$4\bar{3}21$ ✓	$4\bar{3}21$ ✓✓✓	
		$4\bar{3}21$ ✓✓	$4\bar{3}21$ ✓✓✓	
		$4\bar{3}21$ ✓	$4\bar{3}21$ ✓✓✓	
	$4\bar{3}\bar{2}\bar{1}$	$4\bar{3}21$ ✓✓		
	$4\bar{3}\bar{2}1$	$4\bar{3}21$ ✓✓		
	$4\bar{3}21$	$4\bar{3}21$ ✓✓		
$4\bar{3}\bar{1}$	$4\bar{3}\bar{2}\bar{1}$		$\bar{4}21$	321
$\bar{3}\bar{2}\bar{1}$	$4\bar{3}\bar{2}1$		$\bar{3}21$	421
	$4\bar{3}21$		$4\bar{3}1$	431
			$4\bar{2}1$	432
			$4\bar{3}2$	
			$4\bar{2}\bar{1}$	
			$4\bar{3}\bar{1}$	
			$\bar{4}32$	
			$\bar{3}21$	
			$\bar{4}31$	
			$\bar{4}21$	

ドライバー回路

1の数=0	1の数=1	1の数=2		1の数=3		1の数=4
$\bar{4}\bar{3}\bar{1}$ ✓	$\bar{4}\bar{3}2$ ✓	$\bar{4}21$ ✓✓	$\bar{4}31$ ✓✓	321 ✓✓		
$\bar{3}\bar{2}\bar{1}$ ✓	$\bar{4}\bar{2}1$ ✓	$\bar{3}21$ ✓✓	$\bar{4}21$ ✓	421 ✓✓		
	$\bar{3}\bar{2}1$ ✓✓	$\bar{3}\bar{2}1$ ✓	$\bar{4}32$ ✓✓	431 ✓✓✓		
	$\bar{4}\bar{3}2$ ✓	$\bar{4}31$ ✓	$\bar{4}21$ ✓✓	432 ✓✓✓		
	$\bar{4}\bar{3}1$ ✓✓	$\bar{4}32$ ✓✓				
$\bar{3}\bar{1}$	$\bar{4}\bar{2}1$ ✓	$\bar{3}21$ ✓✓	$\bar{4}31$ ✓✓			
$\bar{3}\bar{1}$	$\bar{4}2$				42	32
	$\bar{3}2$	$\bar{3}2$	$\bar{4}\bar{3}$	$\bar{4}\bar{2}$	21	32
	$\bar{4}2$	$\bar{2}1$	$\bar{4}1$	$\bar{4}\bar{1}$	31	41
	$\bar{2}1$	$\bar{4}\bar{2}$			31	41
		$\bar{4}\bar{3}$				42
						42
						43
						43

ドライバー回路

1の数=0

$\bar{3}\bar{1}$

1の数=1

$\bar{4}2$ ✓

$\bar{3}2$ ✓

$\bar{4}2$ ✓

$2\bar{1}$ ✓

$4\bar{3}$ ✓

$4\bar{1}$ ✓

1の数=2

42 ✓✓

21 ✓

31

32 ✓

41 ✓

43 ✓

$2\ \ 2$

$2\ \ 4$

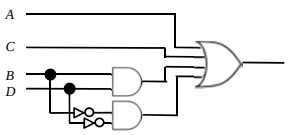
$2\ \ 4$

選択表

0,2,3,5,6,7,8,9で点灯する。

	$\bar{4}\bar{3}\bar{2}\bar{1}$	$4\bar{3}\bar{2}1$	$4\bar{3}21$	$\bar{4}\bar{3}21$	$\bar{4}3\bar{2}\bar{1}$	$\bar{4}32\bar{1}$	$\bar{4}\bar{3}\bar{2}1$	$\bar{4}\bar{3}21$
$\bar{3}\bar{1}$	✓	✓					✓	
31				✓		✓		
2		✓	✓		✓	✓		
4							✓	✓

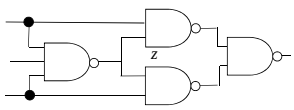
どれも必須



$x\cdot\bar{y}+x\cdot\bar{z}+y\cdot\bar{x}+y\cdot\bar{z}$

をNANDのみの回路で簡単化して実現せよ

$$x\cdot\bar{y}+x\cdot\bar{z}+y\cdot\bar{x}+y\cdot\bar{z}$$
$$=x\cdot(\bar{y}+\bar{z})+y\cdot(\bar{x}+\bar{z})$$
$$=x\cdot\overline{y\cdot z}+y\cdot\overline{x\cdot z}$$
$$=x\cdot\overline{\bar{x}\cdot y\cdot z}+y\cdot\overline{x\cdot y\cdot z}$$



1.

(1) 以下の論理関数を加法標準形に表せ。

(a) $(\overline{A+B\cdot C})\cdot B$

$=(\overline{A}\cdot\overline{B\cdot C})\cdot B$

$=\overline{A}\cdot(\overline{B}+\overline{C})\cdot B$

$=\overline{A}\cdot\overline{B}\cdot B+\overline{A}\cdot\overline{C}\cdot B$

$=\overline{A}\cdot B\cdot\overline{C}$

式変形で解いてみます。
真理値表でもよいです。

(b) $(A+B)\cdot(B+C)\cdot(C+A)$

$=(A\cdot B+B+A\cdot C)+B\cdot C)\cdot(C+A)$

$=A\cdot B\cdot C+A\cdot B+B\cdot C+A\cdot C$

$=A\cdot B\cdot C+A\cdot B\cdot(C+\overline{C})+(A+\overline{A})\cdot B\cdot C+A\cdot(B+\overline{B})\cdot C$

$=A\cdot B\cdot C+A\cdot B\cdot\overline{C}+A\cdot\overline{B}\cdot C+\overline{A}\cdot B\cdot C$

(2) 以下の論理関数を乗法標準形に表せ。

真理値表で解いてみます。

(a)

$\overline{A}\cdot\overline{B}\cdot C+\overline{A}\cdot B\cdot\overline{C}+A\cdot\overline{B}\cdot\overline{C}+\overline{A}\cdot\overline{B}\cdot\overline{C}$

A	B	C	f(A,B,C)
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

$(\overline{A}+\overline{B}+\overline{C})\cdot(\overline{A}+\overline{B}+C)\cdot(\overline{A}+B+\overline{C})\cdot(A+\overline{B}+\overline{C})$

(b)

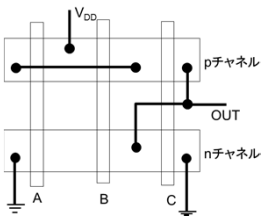
$A+B\cdot C$

A	B	C	f(A,B,C)
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

$(A+B+C)\cdot(A+\overline{B}+C)\cdot(A+B+\overline{C})$

2.

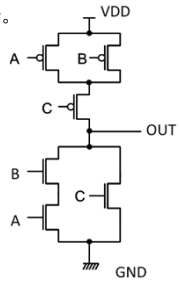
以下のようなレイアウトパターンをもつ論理ゲートがある。

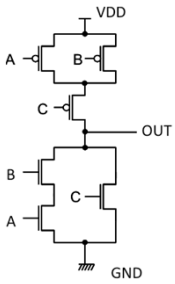


(1) この論理ゲートはいくつのトランジスタからなるか？

6つ

(2) 回路図を記せ。





(3) この論理ゲートの真理値表を記せ。

$\overline{AB+C}$ なので

A	B	C	OUT
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

3.

0から9までの数字を2進法で入力したときに、入力した数が素数の時に1を出力する論理関数をクワイン・マクラスキー法により簡単化し、積和形の回路で示せ。ただし、1は素数に含まれない。

2，3，5，7が素数で

$\overline{4}\overline{3}2\overline{1},\overline{4}\overline{3}21,\overline{4}3\overline{2}\overline{1},\overline{4}321$

ドントケア（10－15）を考慮して

$\overline{4}\overline{3}2\overline{1},\overline{4}\overline{3}21,\overline{4}3\overline{2}\overline{1},\overline{4}321,\overline{4}3\overline{2}\overline{1},\overline{4}\overline{3}2\overline{1},43\overline{2}\overline{1},43\overline{2}\overline{1},43\overline{2}\overline{1},4321$

で簡単化する。

1の数で分類して、隣接チェック

1が1つ

$\overline{4}\overline{3}2\overline{1}$ レ（$\overline{4}\overline{3}21$，$4\overline{3}2\overline{1}$）

1が2つ

$\overline{4}\overline{3}21$ レ（$\overline{4}\overline{3}21$，$4\overline{3}21$）

$\overline{4}3\overline{2}\overline{1}$ レ（$\overline{4}321$，$43\overline{2}\overline{1}$）

$43\overline{2}\overline{1}$ レ（$\overline{4}3\overline{2}\overline{1}$，$43\overline{2}\overline{1}$）

$43\overline{2}\overline{1}$ レ（$43\overline{2}\overline{1}$，$43\overline{2}\overline{1}$）

1が3つ

$\overline{4}321$ レ（4321）

$4\overline{3}21$ レ（4321）

$43\overline{2}\overline{1}$ レ（4321）

$432\overline{1}$ レ（4321）

1が4つ

4321 レ

1が1つ

$\overline{4}\overline{3}2$ レ（$\overline{4}\overline{3}2$）

$\overline{3}2\overline{1}$ レ（$\overline{3}21$）

1が2つ

$\overline{4}21$ レ（421）

$\overline{4}31$ レ（431）

$4\overline{3}2$ レ（432）

$\overline{4}32$ レ（432）

$\overline{3}21$ レ（321）

$3\overline{2}1$ レ（321）

$42\overline{1}$ レ（421）

$43\overline{1}$ レ（431）

1が3つ

321 レ

421 レ

431 レ

432 レ

1が1つ

$\overline{3}2$

1が2つ

21

31

42

43

これ以上の隣接はなし。
よって主項は、

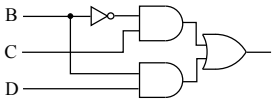
$\overline{3}2$　21　31　42　43

これで選択表を作る

	$\bar{4}\bar{3}2\bar{1}$	$\bar{4}\bar{3}21$	$\bar{4}3\bar{2}1$	$\bar{4}321$
$\bar{3}2$	✓	✓		
21		✓		✓
31			✓	✓
42				
43				

よって必要なのは、$\bar{3}2$ と 31。

回路は、



ABCDを4321とした

4. 0から9までの数を二進法の入力として与えられたときに、それを液晶で表示するドライバー回路を作りたい。その一部として、左下の素子を点灯させるドライバー回路を三段のNOR回路で簡単化して作れ。回路で示すこと。なお、NAND/NOR特有の簡単化はこの問題には無い

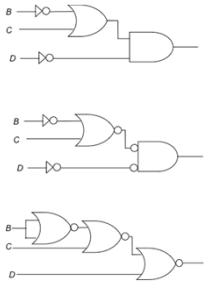
左下が点灯するのは、0,2,6,8
和積系で取る為に反転させた場所を簡単化する

	00	01	11	10
00		1	Φ	
01	1	1	Φ	1
11	1	1	Φ	Φ
10			Φ	Φ

簡単化すると $D+B\bar{C}$

反転して和積で書くと $\bar{D}(\bar{B}+C)$

和積で書いてからNORへ



1.
基本的に中間点なし。
軽微なミス（明らかに転記ミスと分かるものなど）は－2

3.
クワインマクラスキー法まで （選択表除く） 15点
選択表ができている。 5点
回路図できている。 5点
（選択表が間違っていても回路があっていれば5点）
5点減点 （素数の間違い、10を抜かした、ドントケア使わず、選択表にドントケア、圧縮・隣接チェックが不完全、素数から2進への変換ミス、重大な転記ミス。）

明らかに軽微と判断したミスは2点減点としました。