

講義中の注意



- 講義中は、参加者のマイク・カメラの機能はミュート状態になります。
- 進行はスタッフ及び講師が行いますので、指示に従ってください。
- 質疑応答の時間は、参加者のマイクをオンにして質問を受け付けることもあります。希望される方は「チャット欄」で申し出てください。

電験三種 オンライン講座

機械 第11回

論理回路

~2進数と16進数、論理演算~

2進数、10進数、16進数

2進数	10進数	16進数
0000	0	0
0001	1	1
0010	2	2
0011	3	3
0100	4	4
0101	5	5
0110	6	6
0111	7	7
1000	8	8
1001	9	9
1010	10	A
1011	11	B
1100	12	C
1101	13	D
1110	14	E
1111	15	F

2進数：0と1からなり、2の倍数で繰上りが起こる数の表現

$(1010)_2$

$\begin{array}{c} \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \\ 2^3 \times 1 \\ 2^2 \times 0 \\ 2^1 \times 1 \\ 2^0 \times 0 \end{array}$

$2^3 \times 1 + 2^2 \times 0 + 2^1 \times 1 + 2^0 \times 0 = 8 + 2 = (10)_{10}$

16進数：0～9、A～Fからなり、16の倍数で繰上りが起こる数の表現

$(5A)_{16}$

$\begin{array}{c} \downarrow \quad \downarrow \\ 16^1 \times 5 \\ 16^0 \times A \end{array}$

$16^1 \times 5 + 16^0 \times A = 80 + 10 = (90)_{10}$

演習問題 I



以下の問の2進数を10進数に変換せよ

(1) $(10)_2$

(2) $(1001)_2$

(3) $(1010)_2$

(4) $(1101)_2$

Ans. _____

Ans. _____

Ans. _____

Ans. _____

以下の問の16進数を10進数に変換せよ

(5) $(11)_{16}$

(6) $(35)_{16}$

(7) $(A2)_{16}$

(8) $(D2)_{16}$

Ans. _____

Ans. _____

Ans. _____

Ans. _____

演習問題 I

以下の問の2進数を10進数に変換せよ

(1) $(10)_2$

$$2^1 \times 1 + 2^0 \times 0 \\ = 2 + 0 = (2)_{10}$$

Ans. $(2)_{10}$

(2) $(1001)_2$

$$2^3 \times 1 + 2^2 \times 0 + 2^1 \times 0 + 2^0 \times 1 \\ = 8 + 1 = (9)_{10}$$

Ans. $(9)_{10}$

(3) $(1010)_2$

$$2^3 \times 1 + 2^2 \times 0 + 2^1 \times 1 + 2^0 \times 0 \\ = 8 + 2 = (10)_{10}$$

Ans. $(10)_{10}$

(4) $(1101)_2$

$$2^3 \times 1 + 2^2 \times 1 + 2^1 \times 0 + 2^0 \times 1 \\ = 8 + 4 + 1 = (13)_{10}$$

Ans. $(13)_{10}$

以下の問の16進数を10進数に変換せよ

(5) $(11)_{16}$

$$16^1 \times 1 + 16^0 \times 1 \\ = 16 + 1 = (17)_{10}$$

Ans. $(17)_{10}$

(6) $(35)_{16}$

$$16^1 \times 3 + 16^0 \times 5 \\ = 48 + 5 = (53)_{10}$$

Ans. $(53)_{10}$

(7) $(A2)_{16}$

$$16^1 \times 10 + 16^0 \times 2 \\ = 160 + 2 = (162)_{10}$$

Ans. $(162)_{10}$

(8) $(D2)_{16}$

$$16^1 \times 13 + 16^0 \times 2 \\ = 208 + 2 = (210)_{10}$$

Ans. $(210)_{10}$

基数変換

2進数	10進数	16進数
00000001	1	1
00000010	2	2
00000100	4	4
00001000	8	8
00010000	16	10
00100000	32	20
01000000	64	40
10000000	128	80
11111111	255	FF

10進数→2進数

$(13)_{10}$

$$\begin{array}{r} 2 \overline{) 13} \\ \underline{2} \\ 11 \\ \underline{10} \\ 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \overline{) 6} \dots 1 \\ \underline{4} \\ 2 \\ \underline{2} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \overline{) 3} \dots 0 \\ \underline{2} \\ 1 \\ \underline{1} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \overline{) 1} \dots 1 \\ \underline{0} \\ 1 \end{array}$$

2で割った余り

下から順に並べる

$$(13)_{10} = (1101)_2$$

16進数→2進数

$(DC)_{16}$

$\downarrow \downarrow$
 C = 1100
 D = 1101

$$(DC)_{16} = (11011100)_2$$

2進数→16進数

$(01111011)_2$

$\downarrow \downarrow$
 7 B

4桁ずつに分かる

$$(01111011)_2 = (7B)_{16}$$

演習問題3

以下の問の数を2進数に変換せよ



(1) $(11)_{10}$

(2) $(37)_{10}$

(3) $(150)_{10}$

(4) $(253)_{10}$

Ans. _____

Ans. _____

Ans. _____

Ans. _____

(5) $(A3)_{16}$

(6) $(D9)_{16}$

(7) $(EF)_{16}$

(8) $(F7)_{16}$

Ans. _____

Ans. _____

Ans. _____

Ans. _____

演習問題3

以下の問の数を2進数に変換せよ



(1) $(11)_{10}$

$$\begin{array}{r} 2 \overline{) 11} \\ 2 \overline{) 5} \dots 1 \\ 2 \overline{) 2} \dots 1 \\ 2 \overline{) 1} \dots 0 \\ 0 \dots 1 \end{array}$$

Ans. $(1011)_2$

(2) $(37)_{10}$

$$\begin{array}{r} 2 \overline{) 37} \\ 2 \overline{) 18} \dots 1 \\ 2 \overline{) 9} \dots 0 \\ 2 \overline{) 4} \dots 1 \\ 2 \overline{) 2} \dots 0 \\ 2 \overline{) 1} \dots 0 \\ 0 \dots 1 \end{array}$$

Ans. $(100101)_2$

(3) $(150)_{10}$

$$\begin{array}{r} 2 \overline{) 150} \\ 2 \overline{) 75} \dots 0 \\ 2 \overline{) 37} \dots 1 \\ 2 \overline{) 18} \dots 1 \\ 2 \overline{) 9} \dots 0 \\ 2 \overline{) 4} \dots 1 \\ 2 \overline{) 2} \dots 0 \\ 2 \overline{) 1} \dots 0 \\ 0 \dots 1 \end{array}$$

Ans. $(10010110)_2$

(4) $(253)_{10}$

$$\begin{array}{r} 2 \overline{) 253} \\ 2 \overline{) 126} \dots 1 \\ 2 \overline{) 63} \dots 0 \\ 2 \overline{) 31} \dots 1 \\ 2 \overline{) 15} \dots 1 \\ 2 \overline{) 7} \dots 1 \\ 2 \overline{) 3} \dots 1 \\ 2 \overline{) 1} \dots 1 \\ 0 \dots 1 \end{array}$$

Ans. $(11111101)_2$

(1) $(A3)_{16}$

Ans. _____

(2) $(D9)_{16}$

Ans. _____

(3) $(EF)_{16}$

Ans. _____

(4) $(F7)_{16}$

Ans. _____

演習問題3

以下の問の数を2進数に変換せよ



(1) $(11)_{10}$

$$\begin{array}{r} 2 \overline{) 11} \\ 2 \overline{) 5} \dots 1 \\ 2 \overline{) 2} \dots 1 \\ 2 \overline{) 1} \dots 0 \\ 0 \dots 1 \end{array}$$

Ans. $(1011)_2$

(2) $(37)_{10}$

$$\begin{array}{r} 2 \overline{) 37} \\ 2 \overline{) 18} \dots 1 \\ 2 \overline{) 9} \dots 0 \\ 2 \overline{) 4} \dots 1 \\ 2 \overline{) 2} \dots 0 \\ 2 \overline{) 1} \dots 0 \\ 0 \dots 1 \end{array}$$

Ans. $(100101)_2$

(3) $(150)_{10}$

$$\begin{array}{r} 2 \overline{) 150} \\ 2 \overline{) 75} \dots 0 \\ 2 \overline{) 37} \dots 1 \\ 2 \overline{) 18} \dots 1 \\ 2 \overline{) 9} \dots 0 \\ 2 \overline{) 4} \dots 1 \\ 2 \overline{) 2} \dots 0 \\ 2 \overline{) 1} \dots 0 \\ 0 \dots 1 \end{array}$$

Ans. $(10010110)_2$

(4) $(253)_{10}$

$$\begin{array}{r} 2 \overline{) 253} \\ 2 \overline{) 126} \dots 1 \\ 2 \overline{) 63} \dots 0 \\ 2 \overline{) 31} \dots 1 \\ 2 \overline{) 15} \dots 1 \\ 2 \overline{) 7} \dots 1 \\ 2 \overline{) 3} \dots 1 \\ 2 \overline{) 1} \dots 1 \\ 0 \dots 1 \end{array}$$

Ans. $(11111101)_2$

(1) $(A3)_{16}$

$$\begin{array}{l} \downarrow \downarrow \\ 3 = 0011 \\ A = 1010 \end{array}$$

Ans. $(10100011)_2$

(2) $(D9)_{16}$

$$\begin{array}{l} \downarrow \downarrow \\ 3 = 1001 \\ D = 1101 \end{array}$$

Ans. $(11011001)_2$

(3) $(EF)_{16}$

$$\begin{array}{l} \downarrow \downarrow \\ F = 1111 \\ E = 1110 \end{array}$$

Ans. $(11101111)_2$

(4) $(F7)_{16}$

$$\begin{array}{l} \downarrow \downarrow \\ 7 = 0111 \\ F = 1111 \end{array}$$

Ans. $(11110111)_2$

R03 問14

問14 2進数, 10進数, 16進数に関する記述として, 誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 16進数の $(6)_{16}$ を16倍すると $(60)_{16}$ になる。
- (2) 2進数の $(1010101)_2$ と16進数の $(57)_{16}$ を比較すると $(57)_{16}$ の方が大きい。
- (3) 2進数の $(1011)_2$ を10進数に変換すると $(11)_{10}$ になる。
- (4) 10進数の $(12)_{10}$ を16進数に変換すると $(C)_{16}$ になる。
- (5) 16進数の $(3D)_{16}$ を2進数に変換すると $(111011)_2$ になる。

導出のポイント

(1) 16進数の $(6)_{16}$ を16倍すると $(60)_{16}$ になる。

$$6 \times 16 = 6 \times 16^1 + 0 \times 16^0 = (60)_{16}$$

(2) 2進数の $(1010101)_2$ と16進数の $(57)_{16}$ を比較すると $(57)_{16}$ の方が大きい。

$$\begin{array}{l} (1010101)_2 \\ \underline{1010101} \end{array} \quad \begin{array}{l} (0101)_2 = (5)_{16} \\ (101)_2 = (5)_{16} \end{array} \quad (1010101)_2 = (55)_{16}$$

(3) 2進数の $(1011)_2$ を10進数に変換すると $(11)_{10}$ になる。

$$\begin{array}{l} (1011)_2 \\ \quad 8 \quad 2 \quad 1 \end{array} \quad 8 + 2 + 1 = 11 = (11)_{10}$$

(4) 10進数の $(12)_{10}$ を16進数に変換すると $(C)_{16}$ になる。

$$(12)_{10} = (C)_{16}$$

10進数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
16進数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10

(5) 16進数の $(3D)_{16}$ を2進数に変換すると $(111011)_2$ になる。

$$\begin{array}{l} (3)_{16} = (11)_2 \\ (D)_{16} = (1101)_2 \end{array} \quad (3D)_{16} = (111101)_2$$

R03 問14

問14 2進数, 10進数, 16進数に関する記述として, 誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 16進数の $(6)_{16}$ を16倍すると $(60)_{16}$ になる。
- (2) 2進数の $(1010101)_2$ と16進数の $(57)_{16}$ を比較すると $(57)_{16}$ の方が大きい。
- (3) 2進数の $(1011)_2$ を10進数に変換すると $(11)_{10}$ になる。
- (4) 10進数の $(12)_{10}$ を16進数に変換すると $(C)_{16}$ になる。
- (5)** 16進数の $(3D)_{16}$ を2進数に変換すると $(111011)_2$ になる。

2進数の計算

足算、引算

$$\begin{aligned} A &= (0010)_2 \\ B &= (0111)_2 \\ A + B &= (1001)_2 \end{aligned}$$

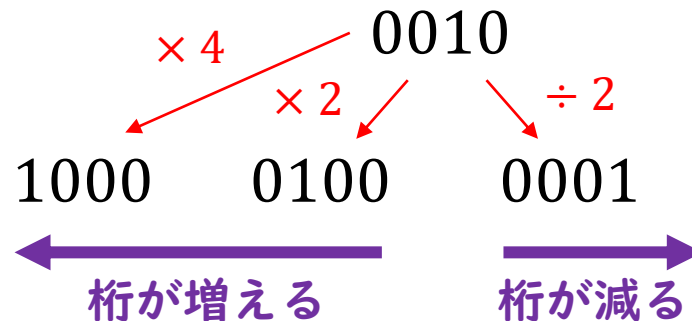
$$\begin{array}{r} \text{11 繰り上げ} \\ 0010 \\ + 0111 \\ \hline 1001 \end{array}$$

$$\begin{aligned} A &= (1000)_2 \\ B &= (0001)_2 \\ A - B &= (0111)_2 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} \text{112 繰り下げ} \\ \cancel{1}000 \\ - 0001 \\ \hline 0111 \end{array}$$

掛算、割算

$$\begin{aligned} A &= (0010)_2 \\ B &= (2)_{10} = (10)_2 \\ A \times B &= (0100)_2 \\ A \div B &= (0001)_2 \end{aligned}$$



※16進数の場合は16倍で一桁増える

$$\begin{aligned} A &= (05)_{16} \\ B &= (16)_{10} = (10)_{16} \\ A \times B &= (50)_{16} \end{aligned}$$

RO1 問14

問14 2進数 A と B がある。それらの和が $A+B=(101010)_2$ ，差が $A-B=(1100)_2$ であるとき， B の値として，正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) $(1110)_2$ (2) $(1111)_2$ (3) $(10011)_2$ (4) $(10101)_2$ (5) $(11110)_2$

導出のポイント

問 14 2進数 A と B がある。それらの和が $A+B=(101010)_2$ 、差が $A-B=(1100)_2$ であるとき、 B の値として、正しいものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

- (1) $(1110)_2$ (2) $(1111)_2$ (3) $(10011)_2$ (4) $(10101)_2$ (5) $(11110)_2$

$$A + B = (101010)_2, A - B = (1100)_2$$

$$(A + B) - (A - B) = (101010)_2 - (1100)_2 = 2B$$

$$\begin{array}{r} 101010 \\ - 001100 \\ \hline 011110 \end{array}$$

$$2B = (11110)_2$$

$$B = 2B \div 2 = \underline{(11110)}_2 \div 2 = (1111)_2$$

一桁小さくなる

論理演算

プログラミングで用いられるビット（0と1の二進数）のための演算

論理和 (OR)

$$X = A + B$$

A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

論理積 (AND)

$$X = A \cdot B$$

A	B	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

NOT

$$X = \bar{A}$$

A	X
0	1
1	0

NOR

$$X = \overline{A + B}$$

A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

NAND

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

A	B	X
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

排他的論理和 (XOR)

$$X = A \oplus B$$

A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

H29 問14

問14 二つのビットパターン 1011 と 0101 のビットごとの論理演算を行う。排他的論理和 (ExOR) は , 否定論理和 (NOR) は であり, と との論理和 (OR) は である。0101 と との排他的論理和 (ExOR) の結果を 2 進数と考え, その数値を 16 進数で表すと である。

上記の記述中の空白箇所(ア), (イ), (ウ)及び(エ)に当てはまる組合せとして, 正しいものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	1010	0010	1010	9
(2)	1110	0000	1111	B
(3)	1110	0000	1110	9
(4)	1010	0100	1111	9
(5)	1110	0000	1110	B

導出のポイント

問 14 二つのビットパターン 1011 と 0101 のビットごとの論理演算を行う。排他的論理和 (ExOR) は , 否定論理和 (NOR) は であり, と との論理和 (OR) は である。0101 と との排他的論理和 (ExOR) の結果を 2 進数と考え, その数値を 16 進数で表すと である。

上記の記述中の空白箇所(ア), (イ), (ウ)及び(エ)に当てはまる組合せとして, 正しいものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

$$A = (1011)_2 \quad B = (0101)_2$$

$$C = A \oplus B \text{ (XOR)}$$

論理式	ビットパターン
A	1011
B	0101
$A \oplus B$	1110

(ア)

$$D = \overline{A + B} \text{ (NOR)}$$

論理式	ビットパターン
A	1011
B	0101
$A + B$	1111
$\overline{A + B}$	0000

(イ)

$$E = C + D \text{ (OR)}$$

論理式	ビットパターン
C	1110
D	0000
$C + D$	1110

(ウ)

$$F = B \oplus E \text{ (XOR)}$$

論理式	ビットパターン
B	0101
E	1110
$B \oplus E$	1011

$$F = (1011)_2 = (B)_{16} \text{ (エ)}$$

H29 問14

問14 二つのビットパターン 1011 と 0101 のビットごとの論理演算を行う。排他的論理和 (ExOR) は , 否定論理和 (NOR) は であり, と との論理和 (OR) は である。0101 と との排他的論理和 (ExOR) の結果を 2 進数と考え, その数値を 16 進数で表すと である。

上記の記述中の空白箇所(ア), (イ), (ウ)及び(エ)に当てはまる組合せとして, 正しいものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	1010	0010	1010	9
(2)	1110	0000	1111	B
(3)	1110	0000	1110	9
(4)	1010	0100	1111	9
(5)	1110	0000	1110	B

H21 問14

問14 2進数 A, B が, $A = (1100\ 0011)_2$, $B = (1010\ 0101)_2$ であるとき, A と B のビットごとの論理演算を考える。 A と B の論理積 (AND) を 16 進数で表すと , A と B の論理和 (OR) を 16 進数で表すと , A と B の排他的論理和 (EX-OR) を 16 進数で表すと , A と B の否定的論理積 (NAND) を 16 進数で表すと となる。

上記の記述中の空白箇所 (ア), (イ), (ウ) 及び (エ) に当てはまる数値として, 正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	$(81)_{16}$	$(E7)_{16}$	$(66)_{16}$	$(18)_{16}$
(2)	$(81)_{16}$	$(E7)_{16}$	$(66)_{16}$	$(7E)_{16}$
(3)	$(81)_{16}$	$(E7)_{16}$	$(99)_{16}$	$(18)_{16}$
(4)	$(E7)_{16}$	$(81)_{16}$	$(66)_{16}$	$(7E)_{16}$
(5)	$(E7)_{16}$	$(81)_{16}$	$(99)_{16}$	$(18)_{16}$

導出のポイント

問14 2進数 A, B が, $A = (1100\ 0011)_2, B = (1010\ 0101)_2$ であるとき, A と B のビットごとの論理演算を考える。 A と B の論理積 (AND) を 16 進数で表すと (ア), A と B の論理和 (OR) を 16 進数で表すと (イ), A と B の排他的論理和 (EX-OR) を 16 進数で表すと (ウ), A と B の否定的論理積 (NAND) を 16 進数で表すと (エ) となる。

上記の記述中の空白箇所(ア), (イ), (ウ)及び(エ)に当てはまる数値として, 正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。

$$A = (1100\ 0011)_2 \quad B = (1010\ 0101)_2$$

論理式	ビットパターン
A	1100 0011
B	1010 0101
$A \cdot B$	1000 0001

$$A \cdot B = (81)_{16} \quad (\text{ア})$$

論理式	ビットパターン
A	1100 0011
B	1010 0101
$A + B$	1110 0111

$$A + B = (E7)_{16} \quad (\text{イ})$$

論理式	ビットパターン
A	1100 0011
B	1010 0101
$A \oplus B$	0110 0110

$$A \oplus B = (66)_{16} \quad (\text{ウ})$$

論理式	ビットパターン
A	1100 0011
B	1010 0101
$A \cdot B$	1000 0001
$\overline{A \cdot B}$	0111 1110

$$\overline{A \cdot B} = (7E)_{16} \quad (\text{エ})$$

導出のポイント

問14 2進数 A, B が, $A = (1100\ 0011)_2$, $B = (1010\ 0101)_2$ であるとき, A と B のビットごとの論理演算を考える。 A と B の論理積 (AND) を 16 進数で表すと , A と B の論理和 (OR) を 16 進数で表すと , A と B の排他的論理和 (EX-OR) を 16 進数で表すと , A と B の否定的論理積 (NAND) を 16 進数で表すと となる。

上記の記述中の空白箇所(ア), (イ), (ウ)及び(エ)に当てはまる数値として, 正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	$(81)_{16}$	$(E7)_{16}$	$(66)_{16}$	$(18)_{16}$
(2)	$(81)_{16}$	$(E7)_{16}$	$(66)_{16}$	$(7E)_{16}$
(3)	$(81)_{16}$	$(E7)_{16}$	$(99)_{16}$	$(18)_{16}$
(4)	$(E7)_{16}$	$(81)_{16}$	$(66)_{16}$	$(7E)_{16}$
(5)	$(E7)_{16}$	$(81)_{16}$	$(99)_{16}$	$(18)_{16}$

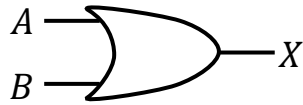
論理回路

論理演算を実現するための回路

論理和 (OR)

$$X = A + B$$

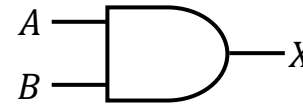
A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



論理積 (AND)

$$X = A \cdot B$$

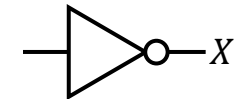
A	B	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



NOT

$$X = \bar{A}$$

A	X
0	1
1	0



NOR

$$X = \overline{A + B}$$

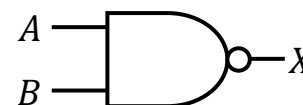
A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



NAND

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

A	B	X
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



排他的論理和 (XOR)

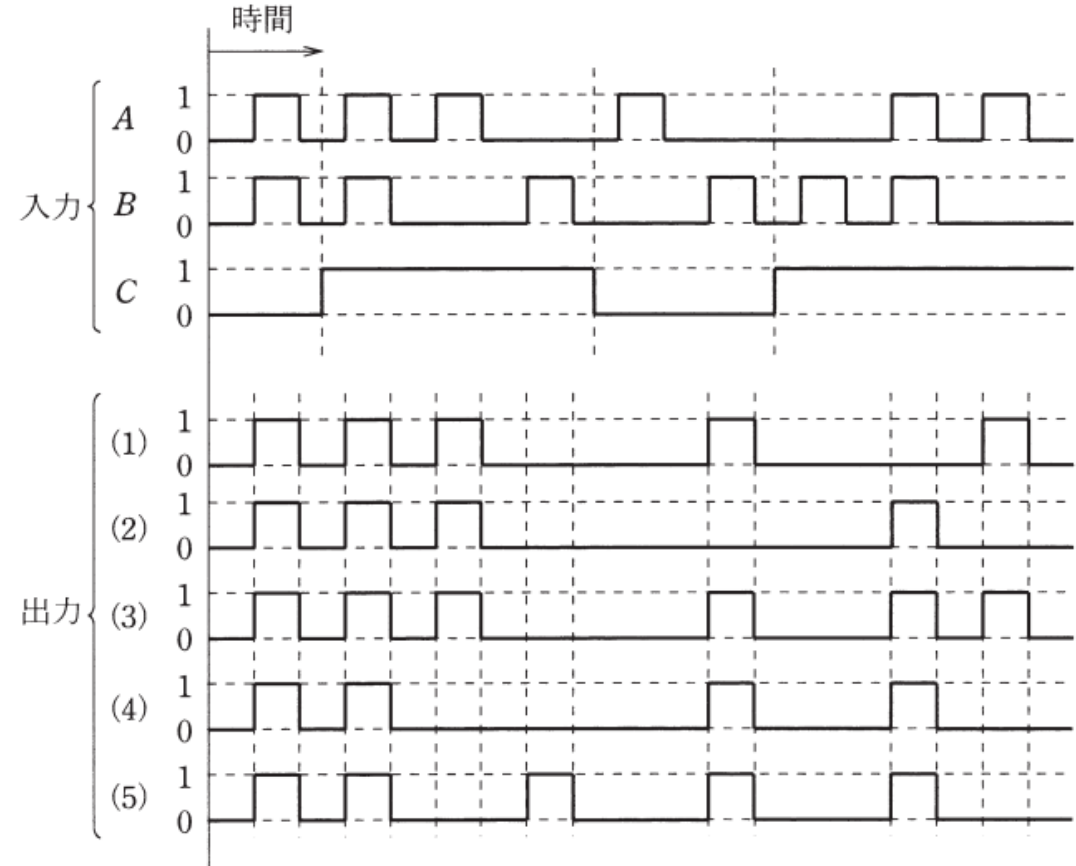
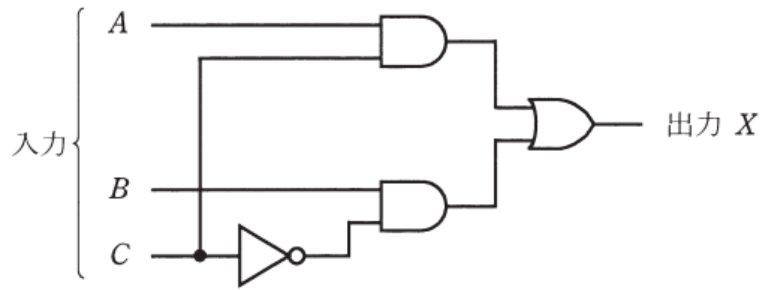
$$X = A \oplus B$$

A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

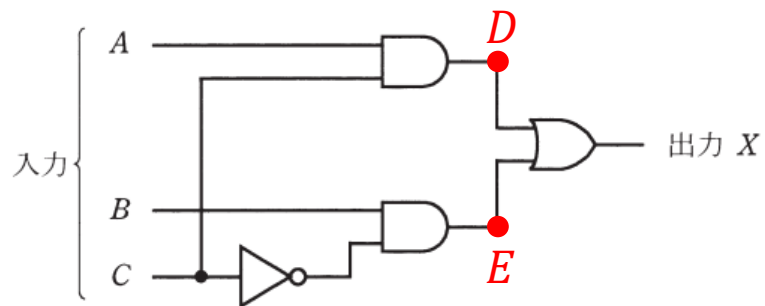


H25 問14

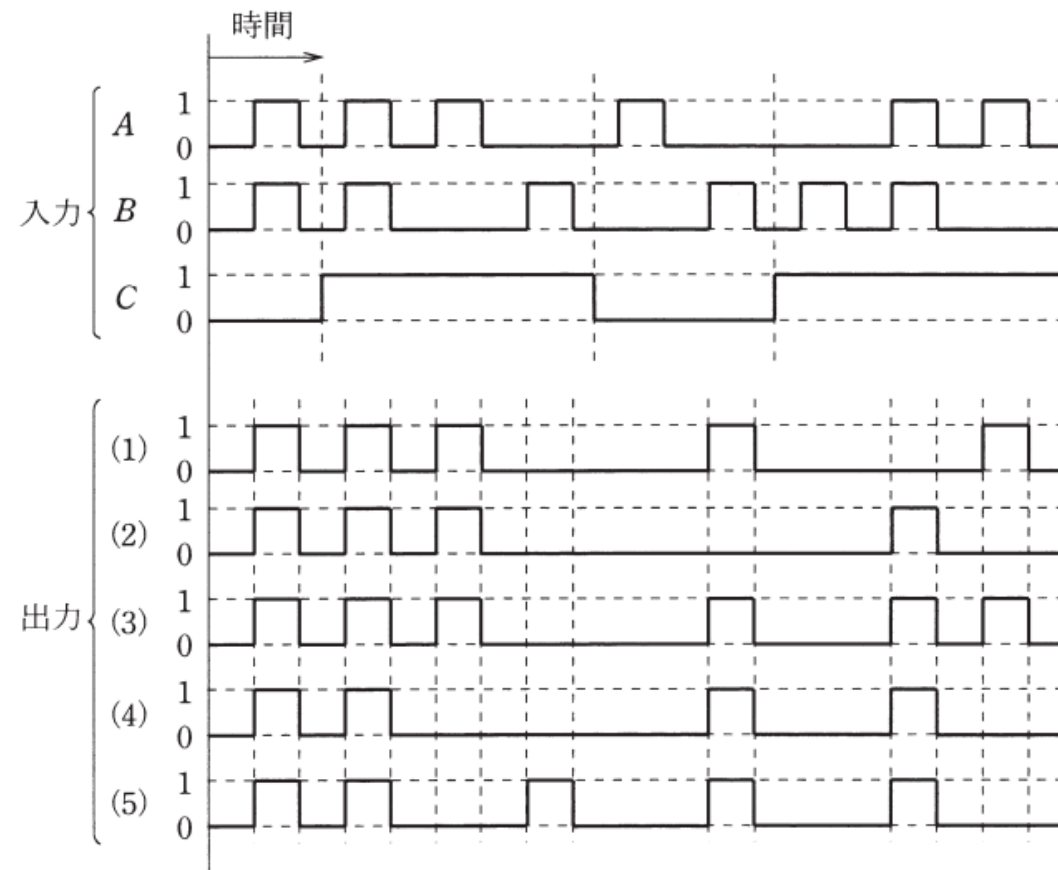
問14 図の論理回路に、図に示す入力 A , B 及び C を加えたとき、出力 X として正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



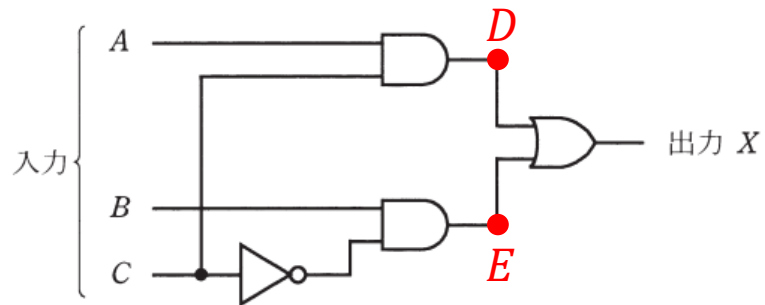
導出のポイント



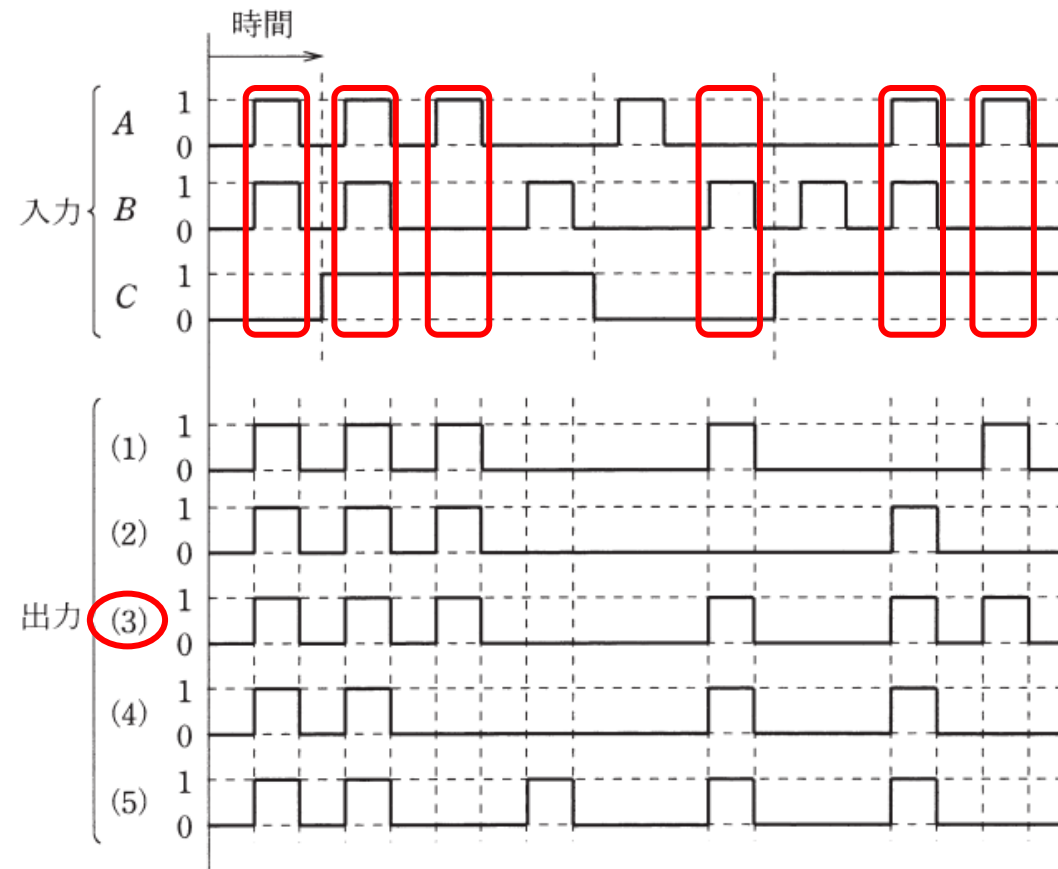
入力信号			出力信号		
A	B	C	D	E	X
0	0	0			
0	0	1			
0	1	0			
0	1	1			
1	0	0			
1	0	1			
1	1	0			
1	1	1			



導出のポイント



入力信号			出力信号		
A	B	C	D	E	X
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	1	1
0	1	1	0	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	1
1	1	0	0	1	1
1	1	1	1	0	1



ご聴講ありがとうございました!!