

LES SYSTEMES LOGIQUES COMBINATOIRES

1- Les signaux logiques

Dans un système logique, l'information traitée est de type binaire. Elle est représentée par des signaux électriques à 2 états. Ces signaux diffèrent suivant la logique employée.

2- Logique à contact

- Etat technologique d'un contact électrique :

a=0, le contact est au **repos**



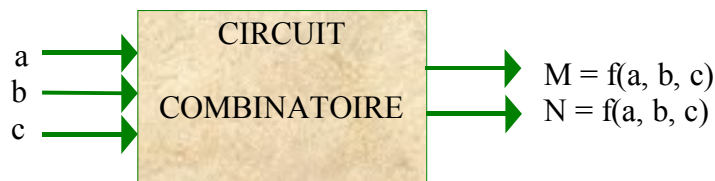
a=1, le contact est au **travail**



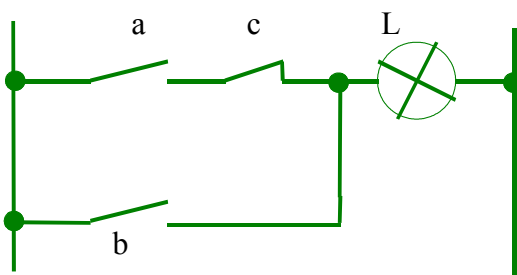
- Variables d'entrée :
Ce sont tous des organes de commande (bouton poussoir, capteur, interrupteur, etc...) connus au départ et dont les changements d'états permettront d'obtenir le fonctionnement désiré.
- Variables de sortie :
La logique de sortie caractérise le fonctionnement ou le non fonctionnement du récepteur à commander (lampe, moteur, etc...). Par convention elle prendra :
 - ☞ **la valeur 0** si le **récepteur** est au **repos**.
 - ☞ **la valeur 1** si le **récepteur** est au **travail**.

3- La logique combinatoire

Les problèmes de logique combinatoire conduisent à l'établissement de pures combinaisons dans lesquelles la notion de temps n'intervient pas. Les états des variables d'entrée sont seuls à considérer.



Circuit combinatoire : exemple



$$L = (a \cdot \bar{c}) + b$$

La lampe s'allume si ...

4- Equations logiques

$$\begin{array}{cccc}
 \mathbf{a + a = a} & \mathbf{a + 1 = 1} & \mathbf{a + 0 = a} & \mathbf{a + \bar{a} = 1} \\
 \mathbf{a . a = a} & \mathbf{a . 1 = a} & \mathbf{a . 0 = 0} & \mathbf{a . \bar{a} = 0}
 \end{array}$$

5- Propriétés des équations

Commutativité :	$\mathbf{a + b = b + a}$ $\mathbf{a . b = b . a}$
Associativité :	$\mathbf{a + b . (c . d) = a + (b . c) . d}$
Distributivité de ./+ :	$\mathbf{a . (b + c) = (a . b) + (a . c)}$
Distributivité de +/. :	$\mathbf{a + (b . c) = (a + b) . (a + c)}$
Simplification par absorption :	$\mathbf{a + (a . b) = a}$
Simplification par développement :	$\mathbf{(a . b) + \bar{b} = a + b}$

Applications :

$L = a . b . (\bar{b} + c + a)$	
$L = a . (\bar{b} + b . c . \bar{a} + c . (a + \bar{c}) . \bar{a})$	
$L = a . ((\bar{b} . \bar{c} . \bar{d}) + a . \bar{d} . (\bar{c} + \bar{d}))$	

6- Théorème de De Morgan

- Le complément d'une somme est égal au produit des compléments de chaque facteur :

$$\overline{a + b} = \bar{a} \cdot \bar{b}$$


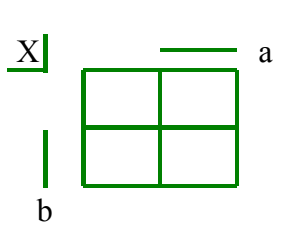
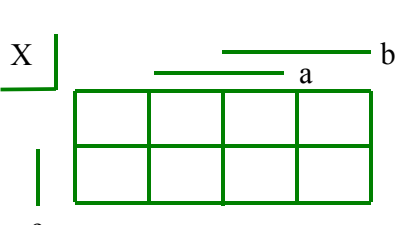
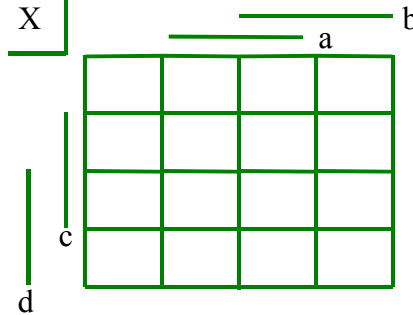
- Le complément d'un produit est égal à la somme des compléments de chaque facteur :

$$\overline{a \cdot b} = \bar{a} + \bar{b}$$

- Remarque : Si on complémente deux fois S, on retrouve S.
- Applications :

$X = a \cdot b \cdot \overline{(a + b \cdot c)}$	$X =$
$Y = \overline{a \cdot \bar{b}} + \overline{(\bar{c} + d)} \cdot (a + b)$	$Y =$

7- Représentation des équations à partir du tableau de Karnaugh

	<p>Où : - a est la variable d'entrée (0 ou 1) - Φ1 et Φ2 sont les états de la variable de sortie X (0 ou 1).</p>	
		

- [Simplification](#) d'une équation à partir du tableau de Karnaugh (cf. annexe pour les différents exemples).
- [Représentation](#) des équations à partir du tableau de Karnaugh (cf. annexe pour les exemples).
- Exercices :

📖 En sortie d'un système, on désire obtenir la majorité de 3 variables. **Etablir** la table de vérité de ce système et en **extraire** l'équation simplifiée.

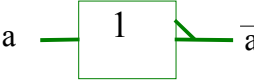
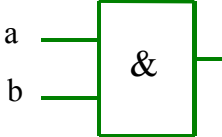
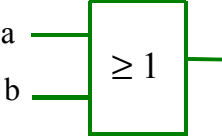
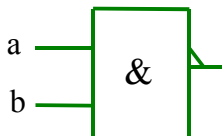
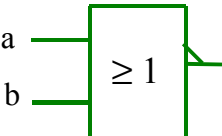
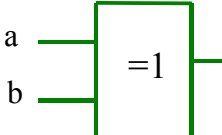
📖 On désire comparer 2 nombres de 2 bits chacun (ba et dc). Si le résultat de la comparaison est :

- égalité $\implies X = 1$
- $ba < dc \implies Y = 1$
- $ba > dc \implies Z = 1$

👉 **Etablir** les équations des sorties X, Y, Z en fonction des 4 variables d'entrée a, b, c, d.

8- Les opérateurs logiques

Représentation symbolique et tables de vérité

Fonction	Représentation	Table de vérité															
NON	 $S = \bar{a}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>a</th> <th>S</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	a	S	0	1	1	0									
a	S																
0	1																
1	0																
ET	 $S = a \cdot b$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>b</th> <th>a</th> <th>S</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	b	a	S	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1
b	a	S															
0	0	0															
0	1	0															
1	0	0															
1	1	1															
OU	 $S = a + b$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>b</th> <th>a</th> <th>S</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	b	a	S	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
b	a	S															
0	0	0															
0	1	1															
1	0	1															
1	1	1															
NON-ET (NAND)	 $S = \overline{a \cdot b}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>b</th> <th>a</th> <th>S</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	b	a	S	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0
b	a	S															
0	0	1															
0	1	1															
1	0	1															
1	1	0															
NON-OU (NOR)	 $S = \overline{a + b}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>b</th> <th>a</th> <th>S</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	b	a	S	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0
b	a	S															
0	0	1															
0	1	0															
1	0	0															
1	1	0															
OU EXCLUSIF	 $S = a \oplus b = \bar{a} \cdot b + a \cdot \bar{b}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>b</th> <th>a</th> <th>S</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	b	a	S	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0
b	a	S															
0	0	0															
0	1	1															
1	0	1															
1	1	0															

☞ **Etablir** ci-dessous les schémas logiques des deux solutions des exercices de la page n°4.

ANNEXE (Simplifications)

▪ Réunion de doublets :

<p>X</p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr><td colspan="4" style="text-align: center;">_____ a _____ b</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td><td style="border: 1px solid black;">0</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td></tr> </table> <p style="margin-left: 10px;"> c</p>	_____ a _____ b				0	1	1	0	0	0	0	0	$X = a\bar{c}$	<p>X</p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr><td colspan="4" style="text-align: center;">_____ a _____ b</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td></tr> </table> <p style="margin-left: 10px;"> c</p>	_____ a _____ b				1	0	0	1	0	0	0	0	$X = \bar{a}\bar{c}$								
_____ a _____ b																																			
0	1	1	0																																
0	0	0	0																																
_____ a _____ b																																			
1	0	0	1																																
0	0	0	0																																
<p>X</p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr><td colspan="4" style="text-align: center;">_____ a _____ b</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td></tr> </table> <p style="margin-left: 10px;"> c</p>	_____ a _____ b				0	1	0	0	0	1	0	0	$X = a\bar{b}$	<p>X</p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr><td colspan="4" style="text-align: center;">_____ a _____ b</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td></tr> </table> <p style="margin-left: 10px;"> c d</p>	_____ a _____ b				0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	$X = b\bar{c}\bar{d} + \bar{a}\bar{c}.d$
_____ a _____ b																																			
0	1	0	0																																
0	1	0	0																																
_____ a _____ b																																			
0	0	1	1																																
0	0	0	0																																
0	0	0	0																																
1	0	0	1																																

▪ Réunion de quartets :

<p>X</p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr><td colspan="4" style="text-align: center;">_____ a _____ b</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td></tr> </table> <p style="margin-left: 10px;"> c</p>	_____ a _____ b				1	1	1	1	0	0	0	0	$X = \bar{c}$	<p>X</p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr><td colspan="4" style="text-align: center;">_____ a _____ b</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td></tr> </table> <p style="margin-left: 10px;"> c d</p>	_____ a _____ b				0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	$X = \bar{a}.d$												
_____ a _____ b																																															
1	1	1	1																																												
0	0	0	0																																												
_____ a _____ b																																															
0	0	0	0																																												
0	0	0	0																																												
1	0	0	1																																												
1	0	0	1																																												
<p>X</p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr><td colspan="4" style="text-align: center;">_____ a _____ b</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td><td style="border: 1px solid black;">0</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td><td style="border: 1px solid black;">0</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td></tr> </table> <p style="margin-left: 10px;"> c d</p>	_____ a _____ b				0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	$X = a.c$	<p>X</p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr><td colspan="4" style="text-align: center;">_____ a _____ b</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td></tr> </table> <p style="margin-left: 10px;"> c d</p>	_____ a _____ b				1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	$X = \bar{a}\bar{c}$
_____ a _____ b																																															
0	0	0	0																																												
0	1	1	0																																												
0	1	1	0																																												
0	0	0	0																																												
_____ a _____ b																																															
1	0	0	1																																												
0	0	0	0																																												
0	0	0	0																																												
0	0	0	0																																												
1	0	0	1																																												

▪ Réunion d'octets :

<p>X</p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr><td colspan="4" style="text-align: center;">_____ a _____ b</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td></tr> </table> <p style="margin-left: 10px;"> c d</p>	_____ a _____ b				0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	<p>X</p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr><td colspan="4" style="text-align: center;">_____ a _____ b</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td></tr> </table> <p style="margin-left: 10px;"> c d</p>	_____ a _____ b				1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	<p>X</p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr><td colspan="4" style="text-align: center;">_____ a _____ b</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td><td style="border: 1px solid black;">0</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td><td style="border: 1px solid black; border-color: red;">1</td></tr> </table> <p style="margin-left: 10px;"> c d</p>	_____ a _____ b				1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
_____ a _____ b																																																																		
0	0	0	0																																																															
1	1	1	1																																																															
1	1	1	1																																																															
0	0	0	0																																																															
_____ a _____ b																																																																		
1	0	0	1																																																															
1	0	0	1																																																															
1	0	0	1																																																															
1	0	0	1																																																															
_____ a _____ b																																																																		
1	1	1	1																																																															
0	0	0	0																																																															
0	0	0	0																																																															
0	0	0	0																																																															
1	1	1	1																																																															
$X = c$	$X = \bar{a}$	$X = \bar{c}$																																																																

ANNEXE (Représentation)

<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr><th>b</th><th>a</th><th>X</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	b	a	X	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	$X = \bar{a}\bar{b} + ab$	<p>X</p> <table style="margin: auto;"> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">_____ a</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</td></tr> </table> <p style="margin-left: 10px;"> b</p>	_____ a		1	0	0	1	$X = \bar{a}\bar{b} + ab$																																																																																								
b	a	X																																																																																																														
0	0	1																																																																																																														
0	1	0																																																																																																														
1	0	0																																																																																																														
1	1	1																																																																																																														
_____ a																																																																																																																
1	0																																																																																																															
0	1																																																																																																															
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr><th>c</th><th>b</th><th>a</th><th>X</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	c	b	a	X	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	$X = \bar{a}\bar{b}\bar{c} + a\bar{b}.c$ $+ \bar{a}.b.\bar{c} + \bar{a}.b.c$	<p>X</p> <table style="margin: auto;"> <tr><td colspan="4" style="text-align: center;">_____ a</td></tr> <tr><td colspan="4" style="text-align: center;">_____ b</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</td></tr> </table> <p style="margin-left: 10px;"> c</p>	_____ a				_____ b				1	1	0	1	0	0	0	1	$X = \bar{b}\bar{c} + \bar{a}.b$																																																									
c	b	a	X																																																																																																													
0	0	0	1																																																																																																													
0	0	1	1																																																																																																													
0	1	0	1																																																																																																													
0	1	1	0																																																																																																													
1	0	0	0																																																																																																													
1	0	1	0																																																																																																													
1	1	0	1																																																																																																													
1	1	1	0																																																																																																													
_____ a																																																																																																																
_____ b																																																																																																																
1	1	0	1																																																																																																													
0	0	0	1																																																																																																													
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr><th>d</th><th>c</th><th>b</th><th>a</th><th>X</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	d	c	b	a	X	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	$X = a\bar{b}\bar{c}\bar{d} + a\bar{b}.c.\bar{d}$ $+ a\bar{b}.c.d + a.b.c.d$	<p>X</p> <table style="margin: auto;"> <tr><td colspan="4" style="text-align: center;">_____ a</td></tr> <tr><td colspan="4" style="text-align: center;">_____ b</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</td></tr> </table> <p style="margin-left: 10px;"> c d</p>	_____ a				_____ b				0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	$X = a\bar{b}\bar{d} + a.c.d$
d	c	b	a	X																																																																																																												
0	0	0	0	0																																																																																																												
0	0	0	1	1																																																																																																												
0	0	1	0	0																																																																																																												
0	0	1	1	0																																																																																																												
0	1	0	0	0																																																																																																												
0	1	0	1	1																																																																																																												
0	1	1	0	0																																																																																																												
0	1	1	1	0																																																																																																												
1	0	0	0	0																																																																																																												
1	0	0	1	0																																																																																																												
1	0	1	0	0																																																																																																												
1	0	1	1	0																																																																																																												
1	1	0	0	0																																																																																																												
1	1	0	1	1																																																																																																												
1	1	1	0	0																																																																																																												
1	1	1	1	1																																																																																																												
_____ a																																																																																																																
_____ b																																																																																																																
0	1	0	0																																																																																																													
0	1	0	0																																																																																																													
0	1	1	0																																																																																																													
0	0	0	0																																																																																																													