

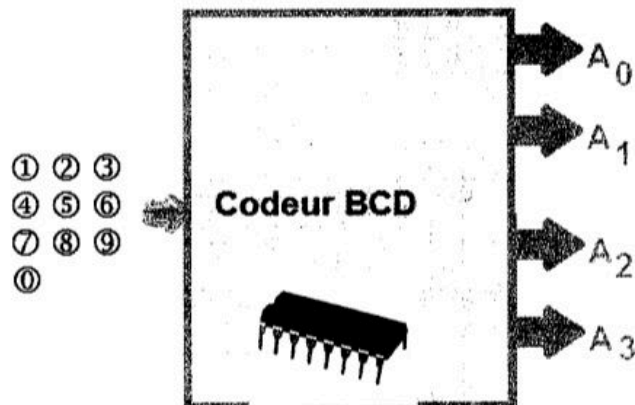
Leçon A2-2 : LES CIRCUITS COMBINATOIRES

1 Résumé du cours

1) Codeur décimal- binaire « codeur BCD »

1) Définition

Un codeur décimal- binaire encore appelé « codeur BCD » est un circuit combinatoire. Il fait convertir un nombre décimal appliqué à l'entrée en un nombre binaire équivalent obtenu en sortie codé dans un quartet (quatre bits).

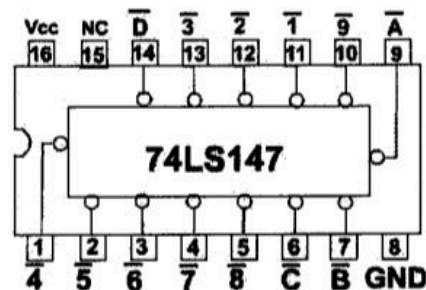
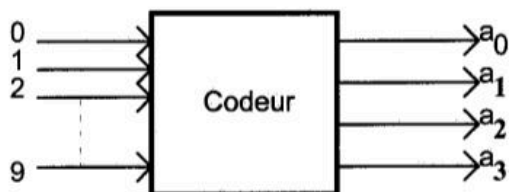


Exercices résolus

Exercice 1

Soit un codeur BCD dont les entrées sont les chiffres du système décimal de 0 à 9 et les sorties sont codées sur un format de 4 bits désignés par a_0 ; a_1 ; a_2 et a_3

- Etablir la table de vérité. Déterminer les équations logiques des variables de sorties du codeur
- Construire le logigramme en utilisant des fonctions logiques de base.
- Tracer le schéma du circuit à base du circuit intégré 74147



Solution

a) Table de vérité :

Entrées	Sorties			
	a ₃	a ₂	a ₁	a ₀
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

Equations logiques des sorties :

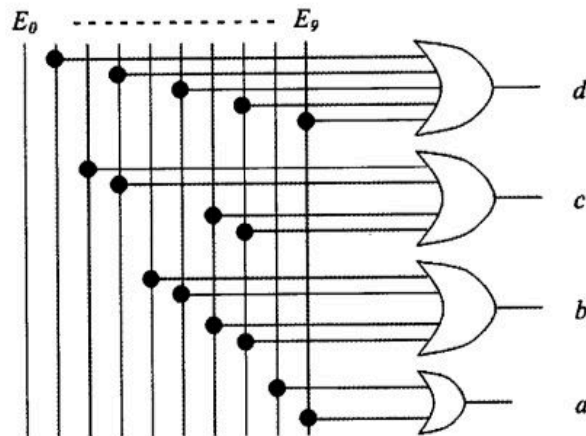
$$a_0 = 1+3+5+7+9$$

$$a_1 = 2+3+6+7$$

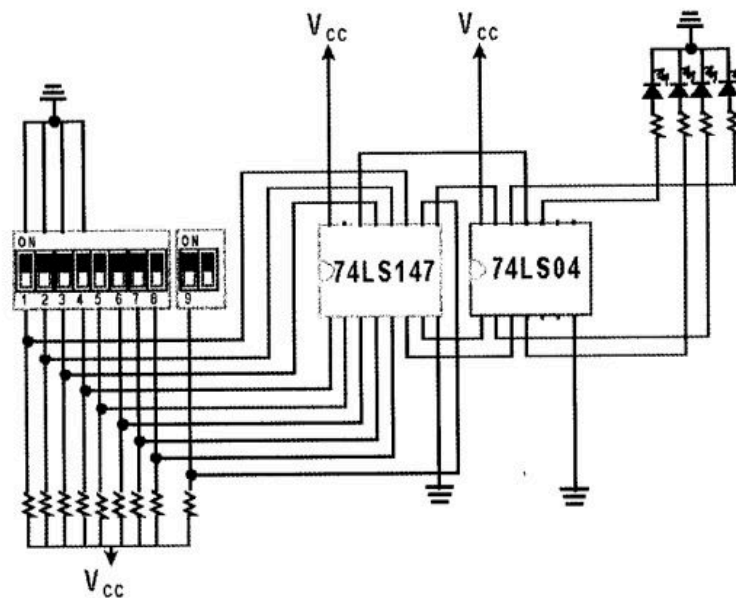
$$a_2 = 4+5+6+7$$

$$a_3 = 8+9$$

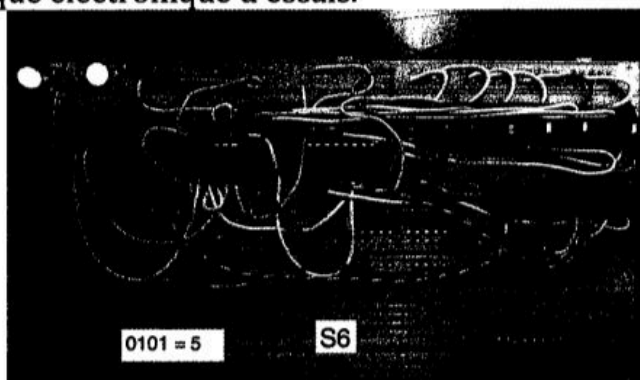
b) Logigramme



c) Schéma de câblage à base du circuit intégré 74147



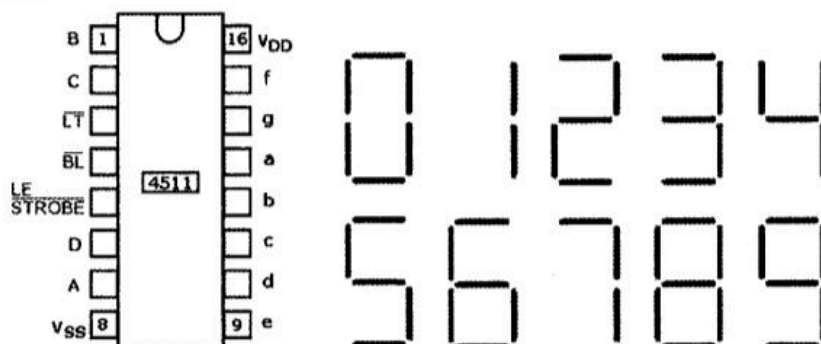
Vérification sur une plaque électronique d'essais.



2) Décodeur BCD-Décimal

Exemple :

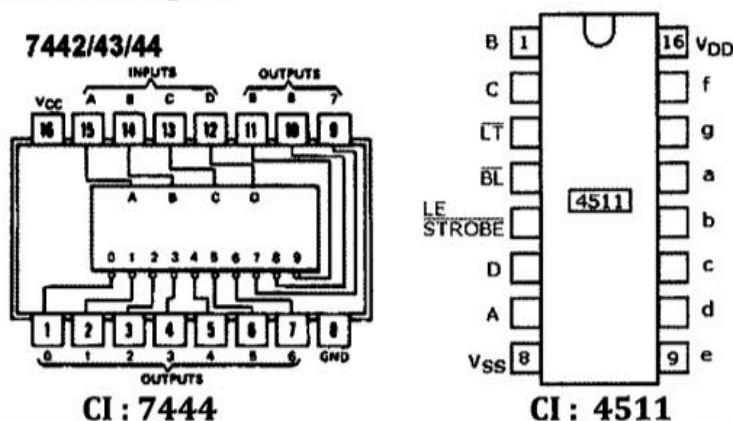
Le circuit intégré 4511 délivre des signaux sur les sorties de (a à g) permettant d'alimenter un afficheur à 7 segments afin d'obtenir l'équivalent décimal des nombres binaires appliqués sur les entrées A,B,C et D.



a) Définition

Un décodeur BCD- décimal est un circuit combinatoire permettant de convertir un nombre binaire d'entrée dans un format de 4 bits en un nombre décimal équivalent délivrée en sortie.

b) documents techniques



CI : 7444

CI : 4511

Table de vérité du 7442

Table de vérité du 7442														
Entrée (équivalent décimal)	Entrée 4 bits				Sortie									
	D	C	B	A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H
1	L	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H
2	L	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H
3	L	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H

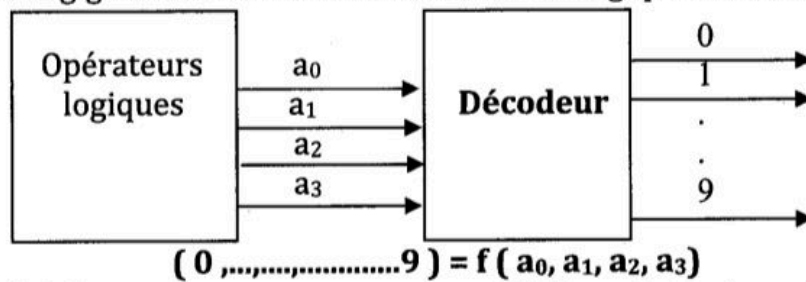
4	L	H	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H	H
5	L	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H
6	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H
7	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H
8	H	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	L	H
9	H	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

N.B : les sorties sont inversées ; les entrées de 10 à 15 sont invalides ; H=1 ; L=0.

Exercice 2

Soit un décodeur BCD- décimal : les entrées sont binaires données dans un format de 4 bits désignées par a_0 ; a_1 ; a_2 et a_3 ; les sorties décimales sont désignées par les chiffres 0 ; 1 ; ... ; 9.

- Etablir la table de vérité. Déterminer les équations logiques des variables de sorties du décodeur.
- Construire le logigramme en utilisant des fonctions logiques de base.



c) Table de vérité

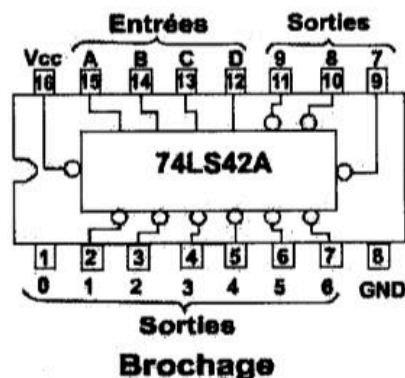
Entrées				Sorties
a_3	a_2	a_1	a_0	
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9

d) Equations de sorties :

$$\begin{aligned}
 0 &= \overline{a_3} \cdot \overline{a_2} \cdot \overline{a_1} \cdot \overline{a_0} \\
 1 &= \overline{a_3} \cdot \overline{a_2} \cdot \overline{a_1} \cdot a_0 \\
 2 &= \overline{a_3} \cdot \overline{a_2} \cdot a_1 \cdot \overline{a_0} \\
 3 &= \overline{a_3} \cdot \overline{a_2} \cdot a_1 \cdot a_0 \\
 4 &= \overline{a_3} \cdot a_2 \cdot \overline{a_1} \cdot \overline{a_0} \\
 5 &= \overline{a_3} \cdot a_2 \cdot \overline{a_1} \cdot a_0 \\
 6 &= \overline{a_3} \cdot a_2 \cdot a_1 \cdot \overline{a_0} \\
 7 &= \overline{a_3} \cdot a_2 \cdot a_1 \cdot a_0 \\
 8 &= a_3 \cdot \overline{a_2} \cdot \overline{a_1} \cdot \overline{a_0} \\
 9 &= a_3 \cdot \overline{a_2} \cdot \overline{a_1} \cdot a_0
 \end{aligned}$$

e) Exemple de réalisation industrielle :

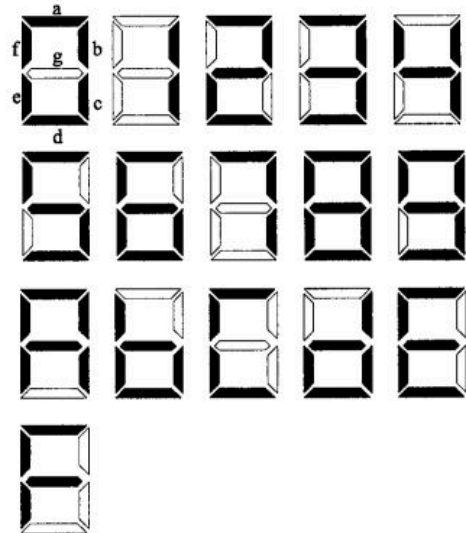
- Le circuit SFC 44 ZE est un décodeur BCD



- Le circuit 74 LS 42 A est un décodeur BCD.
- Le circuit 4511 est un décodeur BCD 7 segments.

Donner la table de vérité des segments en fonction du mot $(a_3 a_2 a_1 a_0)_2$ et de la valeur décimale.

Valeur	Entrées				Sorties						
	a_3	a_2	a_1	a_0	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1							
2	0	0	1	0							
3	0	0	1	1							
4	0	1	0	0							
5	0	1	0	1							
6	0	1	1	0							
7	0	1	1	1							
8	1	0	0	0							
9	1	0	0	1							
10	1	0	1	0							
11	1	0	1	1							
12	1	1	0	0							
13	1	1	0	1							
14	1	1	1	0							
15	1	1	1	1							



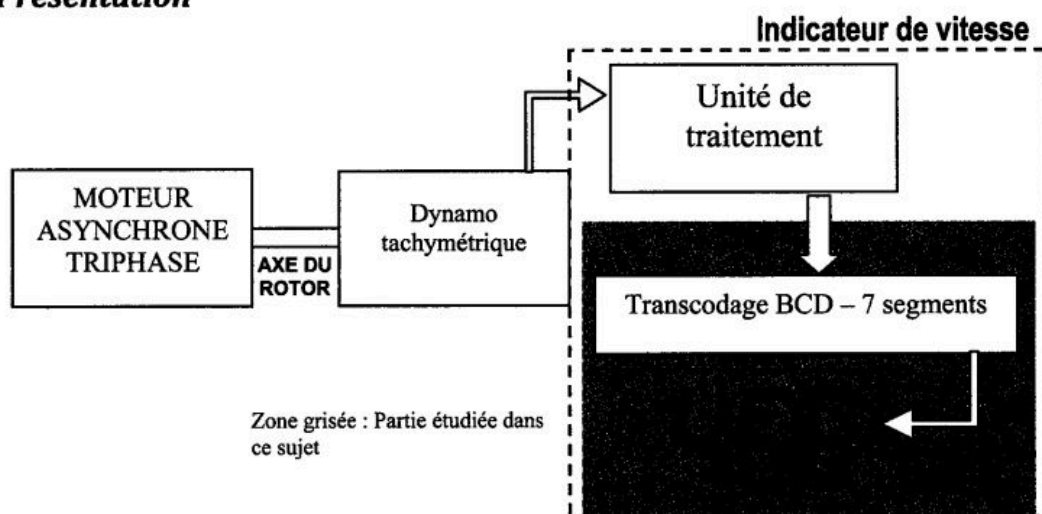
Exercices de synthèse

Exercice 1 :

Indicateur électronique de vitesse

Le schéma ci-dessous est un schéma structurel d'un indicateur électronique de vitesse d'une machine tournante. Ce schéma est à base d'un transcodeur BCD - 7 segments.

I. Présentation

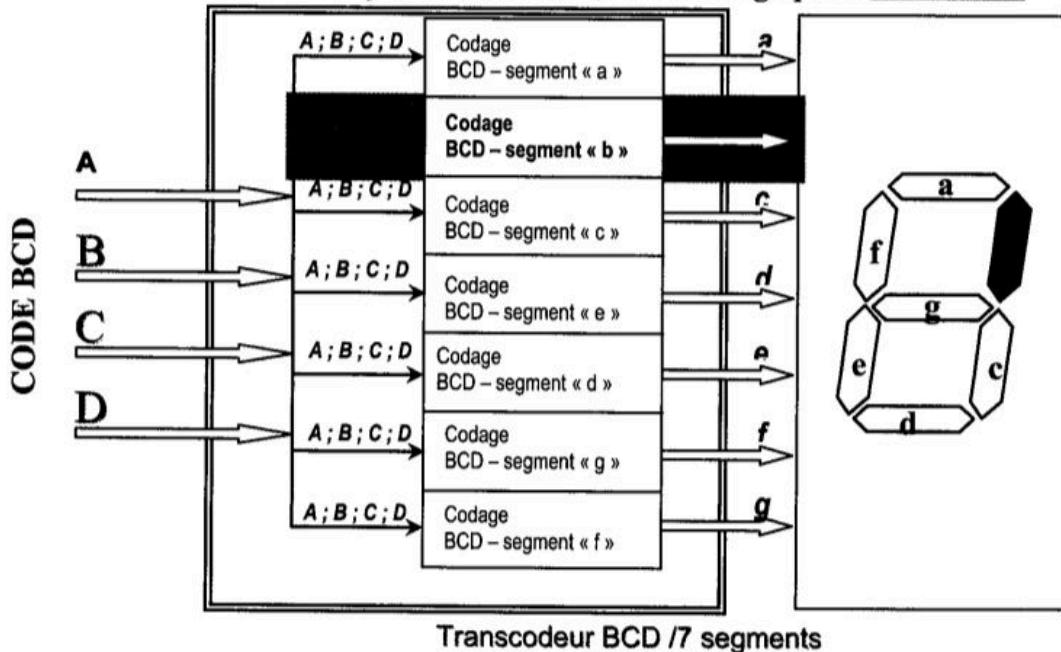


II. Principe de fonctionnement :

La vitesse de rotation est captée par une dynamo tachymétrique qui envoie une information analogique vers une unité de traitement de l'indicateur de vitesse. Cette information est convertie en code BCD. Ce code BCD est ensuite codé en 7 segments. Après transcodage,

l'information « vitesse » correspond aux segments à éclairer (voir sur le schéma fonctionnel n°1).

schéma fonctionnel n°2 : transcodage pour 1 afficheur

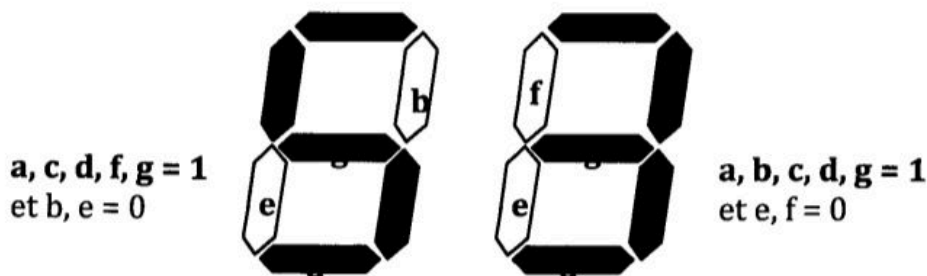


Chaque segment de l'afficheur dépend des quatre variables A, B, C et D.

Principe du codage :

- Le codage BCD (Binaire Codé Décimal) permet de coder en binaire les nombres décimaux. Chaque chiffre (de 0 à 9) est codé en binaire sur 4 bits (A, B, C et D). Pour un nombre à 2 chiffres (ex : 53), on aura 4 valeurs binaires pour les dizaines et 4 valeurs binaires pour les unités.
- Chaque codeur, en fonction de ses entrées, fournit 7 variables binaires qui seront soit 0, soit 1. Les sorties ainsi mises à 1 doivent correspondre aux segments des afficheurs à éclairer pour visualiser le chiffre à afficher.

Exemple : Pour visualiser le nombre 53, nous aurons en sortie :



III. Travail demandé

III.1. Affichage 7 segments en hexadécimal

N.B : L'afficheur 7 segments peut afficher les nombres de 0 , ... , 9, A, B, C, D, E, F (hexadécimal).

II.1.a. Compléter la table de vérité de l'afficheur des unités avec la colonne relative à l'affichage des segments, les colonnes variables d'entrée (A, B, C et D), et les colonnes variables de sorties (a, b, c, d, e, f et g).

Variables d'entrée :				Affichage segments	Variables de sortie : segments						
D	C	B	A		a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0							
				1							
				2							
				6							
				7							
					1	1	1	1	0	1	1
1	0	1	0	A							
1	0	1	1	b							
1	1	0	0	c							
1	1	0	1	d							
1	1	1	0	E							
1	1	1	1	F							

III.1.b. Compléter les tableaux de Karnaugh des variables de sorties (a à g), puis donner les équations réduites de ces variables.

a ₃ a ₂	a ₁ a ₀			
	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

a

a ₃ a ₂	a ₁ a ₀			
	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

b

a ₃ a ₂	a ₁ a ₀			
	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

c

a ₃ a ₂	a ₁ a ₀			
	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

d

a ₃ a ₂	a ₁ a ₀			
	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

e

a ₃ a ₂	a ₁ a ₀			
	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

f

$a_3 a_2$		$a_1 a_0$			
a_3	a_2	00	01	11	10
00	00				
00	01				
00	11				
00	10				

9

II.2. Affichage 7 segments en base 10

II.2.a. Compléter la table de vérité de l'afficheur des unités.

N.B : limiter l'étude aux chiffres de 0 à 9.

Variables d'entrée :				Affichage segments	Variables de sortie : segments						
D	C	B	A		a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0							
				1							
				2							
				5							
				7							
					1	1	1	1	0	1	1
1	0	1	0	X	X	X	X	X	X	X	X
1	0	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X
1	1	0	0	X	X	X	X	X	X	X	X
1	1	0	1	X	X	X	X	X	X	X	X
1	1	1	0	X	X	X	X	X	X	X	X
1	1	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X

II.2.b. Déterminer les équations simplifiées des variables (a), (b), ..., (g).

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$	00	01	11	10
00					
01					
11					
10					

a

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$	00	01	11	10
00					
01					
11					
10					

b

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$	00	01	11	10
00					
01					
11					
10					

c

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$	00	01	11	10
00					
01					
11					
10					

d

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$	00	01	11	10
00					
01					
11					
10					

e

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$	00	01	11	10
00					
01					
11					
10					

f

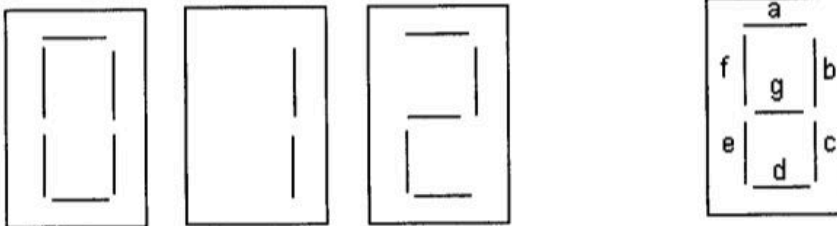
$a_3 a_2$	$a_1 a_0$	00	01	11	10
00					
01					
11					
10					

g

II.1.e. Traduire directement les équations de « a » et « g » en logigramme, puis en langage à contacts.

Problème :

Un afficheur 7 segments est commandé par deux interrupteurs T1 et T2. En fonction des états de T1 et T2, cet afficheur indique soit 0 soit 1 soit 2:



Les deux interrupteurs T1 et T2 sont utilisés comme ci-dessous :

T2	T1	a	b	c	d	e	f	g	Afficheur
0	0								
0	1								
1	0								

Déterminer les équations de a, b, c, d, e, f, g en fonction de T1 et T2