

## **Circuits combinatoires : Afficheur 7 Segments**

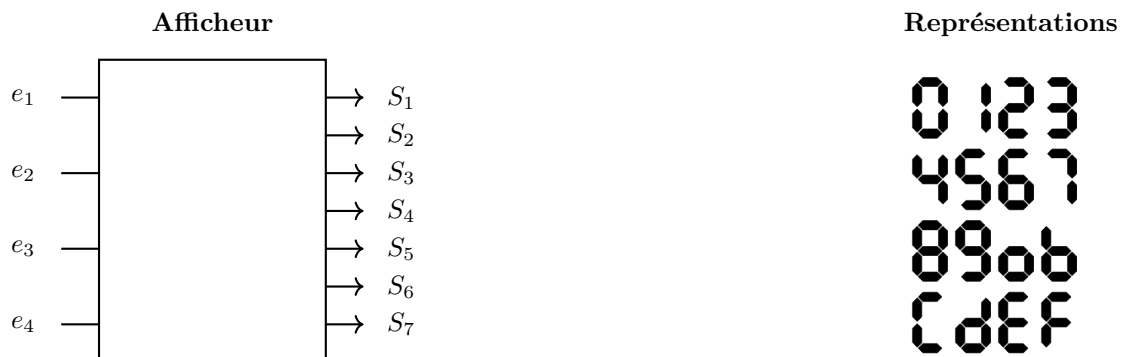
**GHODBANE Rachid**

Licence 2 Informatique - Université Jean Monnet 2024/2025

matricule n°19000721u

# 1 Introduction

Ce document fait l'objet d'une proposition de solution simple pour l'implémentation du circuit électronique d'un afficheur 7 segments (à quatres entrées). Nous n'utiliserons dans le cadre de ce travail que les connecteurs logiques OR, NOT et AND. Nous implémenterons ensuite une version de notre afficheur sur tableur<sup>1</sup>.



## 2 Représentation et implémentation binaire des entrées / sorties

Hexadécimal	Binaire (4 bits)	$e_1$	$e_2$	$e_3$	$e_4$	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$	$S_6$	$S_7$
0	0000	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	0001	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
2	0010	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
3	0011	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
4	0100	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
5	0101	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
6	0110	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
7	0111	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
8	1000	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
9	1001	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1
A	1010	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1
B	1011	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1
C	1100	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0
D	1101	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1
E	1110	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1
F	1111	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1

<sup>1</sup>Les solutions proposés dans ce document sont prévues pour fonctionner sur le logiciel libreOffice Calc.

### 3 Tableaux de Karnaugh

$S_1$	$\bar{e}_1\bar{e}_2$	$\bar{e}_1e_2$	$e_1e_2$	$e_1\bar{e}_2$
$\bar{e}_3\bar{e}_4$	1	0	1	1
$\bar{e}_3e_4$	0	1	0	1
$e_3e_4$	1	1	1	0
$e_3\bar{e}_4$	1	1	1	0

$S_2$	$\bar{e}_1\bar{e}_2$	$\bar{e}_1e_2$	$e_1e_2$	$e_1\bar{e}_2$
$\bar{e}_3\bar{e}_4$	1	1	0	1
$\bar{e}_3e_4$	1	0	1	1
$e_3e_4$	1	1	0	0
$e_3\bar{e}_4$	1	0	0	0

$S_3$	$\bar{e}_1\bar{e}_2$	$\bar{e}_1e_2$	$e_1e_2$	$e_1\bar{e}_2$
$\bar{e}_3\bar{e}_4$	1	1	0	1
$\bar{e}_3e_4$	1	1	1	1
$e_3e_4$	1	1	0	1
$e_3\bar{e}_4$	0	1	0	1

$S_4$	$\bar{e}_1\bar{e}_2$	$\bar{e}_1e_2$	$e_1e_2$	$e_1\bar{e}_2$
$\bar{e}_3\bar{e}_4$	1	0	1	1
$\bar{e}_3e_4$	0	1	1	1
$e_3e_4$	1	0	0	1
$e_3\bar{e}_4$	1	1	1	1

$S_5$	$\bar{e}_1\bar{e}_2$	$\bar{e}_1e_2$	$e_1e_2$	$e_1\bar{e}_2$
$\bar{e}_3\bar{e}_4$	1	0	1	1
$\bar{e}_3e_4$	0	0	1	0
$e_3e_4$	0	0	1	1
$e_3\bar{e}_4$	1	1	1	1

$S_6$	$\bar{e}_1\bar{e}_2$	$\bar{e}_1e_2$	$e_1e_2$	$e_1\bar{e}_2$
$\bar{e}_3\bar{e}_4$	1	1	1	1
$\bar{e}_3e_4$	0	1	0	1
$e_3e_4$	0	0	1	1
$e_3\bar{e}_4$	0	1	1	0

$S_7$	$\bar{e}_1\bar{e}_2$	$\bar{e}_1e_2$	$e_1e_2$	$e_1\bar{e}_2$
$\bar{e}_3\bar{e}_4$	0	1	0	1
$\bar{e}_3e_4$	1	1	1	1
$e_3e_4$	1	1	0	1
$e_3\bar{e}_4$	0	1	0	1

### 4 Équations booléennes des segments d'affichage

$$S_1 = e_3\bar{e}_1 + \bar{e}_1\bar{e}_2\bar{e}_4 + \bar{e}_1e_2e_4 + e_3e_4e_2 + e_1e_2\bar{e}_4 + e_1\bar{e}_2\bar{e}_3$$

$$S_2 = \bar{e}_1\bar{e}_2 + \bar{e}_1\bar{e}_3\bar{e}_4 + \bar{e}_1e_3e_4 + e_1\bar{e}_3e_4 + e_1\bar{e}_2\bar{e}_3$$

$$S_3 = \bar{e}_1\bar{e}_3 + e_1\bar{e}_2 + e_1\bar{e}_3e_4 + \bar{e}_1e_3e_4 + \bar{e}_1e_2e_3$$

$$S_4 = e_1\bar{e}_3 + e_3\bar{e}_4 + \bar{e}_1\bar{e}_2\bar{e}_4 + e_2\bar{e}_3e_4 + \bar{e}_2e_3e_4 + e_1\bar{e}_2e_3$$

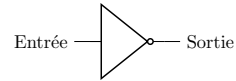
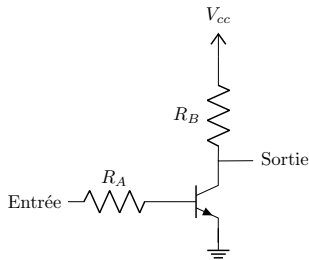
$$S_5 = e_1e_3 + e_3\bar{e}_4 + e_1e_2\bar{e}_3 + \bar{e}_2\bar{e}_3\bar{e}_4$$

$$S_6 = e_2\bar{e}_4 + \bar{e}_3\bar{e}_4 + \bar{e}_1e_2\bar{e}_3 + e_1\bar{e}_2\bar{e}_3 + e_1e_3e_4$$

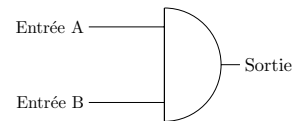
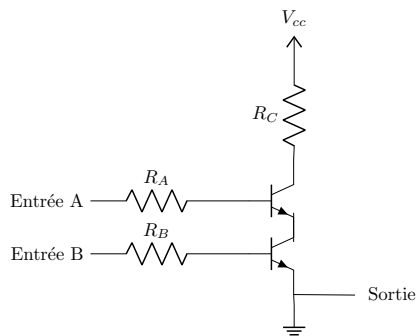
$$S_7 = e_1e_4 + e_3\bar{e}_4 + \bar{e}_1\bar{e}_2e_3 + \bar{e}_1e_2\bar{e}_3 + e_1\bar{e}_2\bar{e}_3$$

## 5 Représentation des connecteurs logiques : NOT, OR et AND

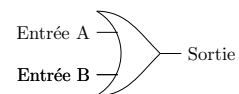
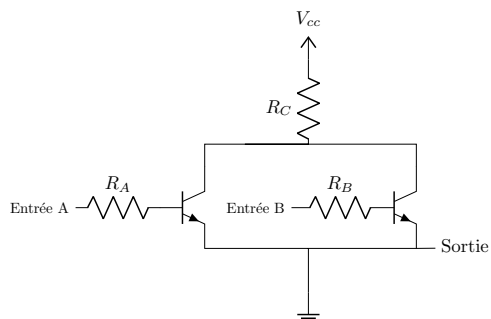
### 5.1 Porte NOT



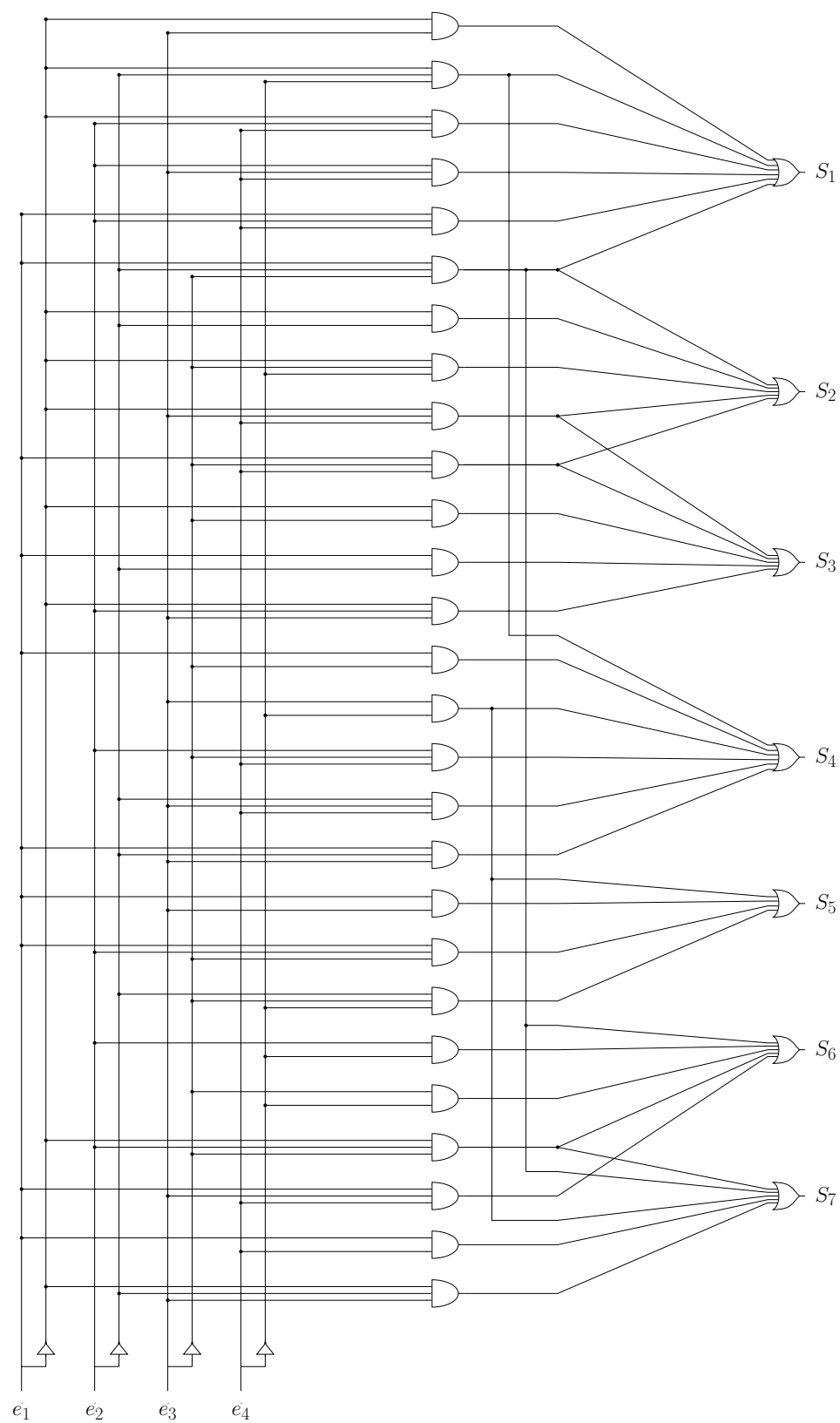
### 5.2 Porte AND



### 5.3 Porte OR



## 6 Circuit de l'afficheur sept segments



## 7 Implémentation de l’afficheur sur tableur

### 7.1 Gestion des entrées (binaires)

Afin de déterminer les valeurs de nos bits d’entrées, nous devons d’abord convertir la valeur hexadecimal à afficher au format binaire. Sur LibreOffice Calc nous utiliserons simplement la fonction : *HEX2BIN()*

Nous devons ensuite isoler chaque bit de la représentation, qui constitueront individuellement les entrées de notre circuit.<sup>2</sup> Soit  $X$  la representation binaire (sur 4 bits) de la valeur à afficher :  $X = e_1e_2e_3e_4$

$$e_1 = \frac{X}{1000} \quad e_2 = \left( \frac{X \bmod 1000}{100} \right) \quad e_3 = \left( \frac{X \bmod 100}{10} \right) \quad e_4 = X \bmod 10$$

En utilisant les fonctions LibreOffice Calc, nous obtenons les formules suivantes<sup>3</sup> :

$e_1$  : *QUOTIENT(HEX2BIN(C3);1000)*  
 $e_2$  : *QUOTIENT(MOD(HEX2BIN(C3);1000);100)*  
 $e_3$  : *QUOTIENT(MOD(HEX2BIN(C3);100);10)*  
 $e_4$  : *MOD(HEX2BIN(C3);10)*

### 7.2 Gestion des segments d’affichage

À partir des tableaux de Karnaugh, de nos équations définies précédemment<sup>4</sup>, et en utilisant les connecteurs logiques (NOT, OR et AND) nous obtenons les formules suivantes :

$S_1$  :  $((C7)AND(NOT(A7))) OR (NOT(A7)AND(NOT(B7))AND(NOT(D7))) OR ((NOT(A7))AND(B7)AND(D7))$   
 $OR ((C7)AND(D7)AND(B7)) OR ((A7)AND(B7)AND(NOT(D7))) OR ((A7)AND(NOT(B7))AND(NOT(C7)))$   
 $S_2$  :  $((NOT(A7))AND(NOT(B7))) OR ((NOT(A7))AND(NOT(C7))AND(NOT(D7))) OR ((NOT(A7))AND(C7)AND(D7))$   
 $OR ((A7)AND(NOT(C7))AND(D7)) OR ((A7)AND(NOT(B7))AND(NOT(C7)))$   
 $S_3$  :  $((NOT(A7))AND(NOT(C7)) OR ((A7)AND(NOT(B7))) OR ((A7)AND(D7)AND(NOT(C7))) OR ((NOT(A7))AND(C7)AND(D7))$   
 $OR ((NOT(A7))AND(B7)AND(C7)))$   
 $S_4$  :  $((A7)AND(NOT(C7))) OR ((C7)AND(NOT(D7))) OR ((NOT(A7))AND(NOT(B7))AND(NOT(D7))) OR ((B7)AND(NOT(C7))AND(D7))$   
 $OR ((C7)AND(NOT(B7))AND(D7)) OR ((A7)AND(NOT(B7))AND(C7))$   
 $S_5$  :  $((A7)AND(C7)) OR ((C7)AND(NOT(D7))) OR ((A7)AND(B7)AND(NOT(C7))) OR ((NOT(B7))AND(NOT(C7))AND(NOT(D7)))$   
 $S_6$  :  $((B7)AND(NOT(D7))) OR ((NOT(C7))AND(NOT(D7))) OR ((NOT(A7))AND(B7)AND(NOT(C7))) OR ((A7)AND(NOT(C7))AND(NOT(B7)))$   
 $OR ((A7)AND(C7)AND(D7))$   
 $S_7$  :  $((A7)AND(D7)) OR ((C7)AND(NOT(D7))) OR ((NOT(A7))AND(B7)AND(C7)) OR ((B7)AND(NOT(A7))AND(NOT(C7)))$   
 $OR ((A7)AND(NOT(C7))AND(NOT(B7)))$

<sup>2</sup>Les divisions effectuées dans le but de déterminer les valeurs des entrées seront exclusivement des division entières

<sup>3</sup>Sur Notre Feuille la valeur à afficher se trouve dans la case *C3* et les valeurs  $e_1$  à  $e_4$  dans les cases *A7* à *D7*

<sup>4</sup>Tableaux et équations en page 3 de ce document,

### 7.3 Version finale de l’afficheur sur tableur

Notre afficheur est désormais fonctionnel, il ne restera plus qu’à colorer les cases<sup>5</sup> correspondantes aux segments de valeur 1. Voici à quoi pourrait ressembler notre afficheur 7 segments implémenté sur tableur.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	AFFICHEUR 7 SEGMENTS										
2											
3	Valeur à afficher :		6								
4											
5											
6	e1	e2	e3	e4							
7		0	1	1	0						
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											
32											
33											
34											
35											

<sup>5</sup>La coloration conditionnelle des cases se fait dans le menu Format du logiciel