

● **Exercice 6:** Pour réaliser un dé électronique, on utilise un compteur qui compte très rapidement de 1 à 6 de manière périodique. Ce compteur démarre dès que le joueur appuie sur un bouton poussoir. Le circuit compte alors tellement rapidement que le joueur est incapable de relâcher le bouton exactement au moment où le compteur est sur un nombre que pourrait souhaiter le joueur. On obtient ainsi un résultat qui semble être le fruit du hasard.

Pour afficher un dé, il faut 7 diodes électroluminescentes disposées selon la figure 11. Ces diodes permettent de former les six configurations de la figure 12. On peut remarquer que les diodes  $d_2$  et  $d_7$  sont toujours allumées ensemble, ainsi que les diodes  $d_4$ ,  $d_5$  et  $d_3$ ,  $d_6$ .

Pour réaliser un dé électronique, on utilisera donc 4 bascules  $D$  synchrones, numérotées de 0 à 3. On notera avec un indice 3 l'entrée  $D$  et la sortie  $Q$  de la bascule la plus à gauche et avec un indice 0 l'entrée  $D$  et la sortie  $Q$  de la bascule la plus à droite. Un niveau logique haut sur  $Q_0$  allumera la diode  $d_1$ , un niveau logique haut sur  $Q_1$  allumera les diodes  $d_2$  et  $d_7$ , un niveau logique haut sur  $Q_2$  allumera les diodes  $d_4$  et  $d_5$  et un niveau logique haut sur  $Q_3$  allumera les diodes  $d_3$  et  $d_6$ .

1. Compléter les quatre premières colonnes du tableau de la figure 13 pour que les sorties des bascules permettent d'obtenir successivement les différentes configurations de la figure 12.
2. En déduire les niveaux logiques qui doivent se trouver aux entrées  $D_i$  de chaque bascule pour obtenir les transitions désirées.
3. Donner enfin une expression logique simple de ces entrées en fonction de  $Q_0, Q_1, Q_2, Q_3$ .

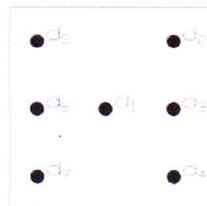


Figure 11: disposition des diodes étudiée dans l'exercice 6.

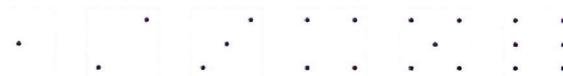


Figure 12: configurations étudiées dans l'exercice 6.

$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$	$D_3$	$D_2$	$D_1$	$D_0$

Figure 13: tableau utilisé dans l'exercice 6.

# Dé électronique

$d_5 \leftarrow Q_2$   
 $d_6 \leftarrow Q_3$   
 $d_7 \leftarrow Q_1$   
 $d_2 \leftarrow Q_1$   
 $d_1 \leftarrow Q_0$   
 $d_3 \leftarrow Q_3$   
 $d_4 \leftarrow Q_2$

comptage cyclique rapide

	$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$	$D_3$	$D_2$	$D_1$	$D_0$
•	0	0	0	1	0	0	1	0
•	0	0	1	0	0	0	1	1
•	0	0	1	1	0	1	1	0
•	0	1	1	0	0	1	1	1
•	0	1	1	1	1	1	1	0
•	1	1	1	0	0	0	0	1

Les 6 cas possibles

X indifférent: on met 0 ou 1 comme cela arrange pour simplifier le plus!

- C est un compteur synchrone modulo 6, avec un code sur 4 bits
- On met dans D la future valeur de Q
- les entres D sont définies dans 6 cas sur 16 possibles  $\rightarrow$  10 indifférents X

$D_3$   $Q_3 Q_2$

$Q_3 Q_2$	00	01	11	10
00	X	0	0	0
01	X	X	1	0
11	X	X	X	0
10	X	X	X	X

$D_3 = Q_2 \cdot Q_0$

$D_2$   $Q_3 Q_2$

$Q_3 Q_2$	00	01	11	10
00	X	0	1	0
01	X	X	1	1
11	X	X	X	0
10	X	X	X	X

$D_2 = \bar{Q}_3 \cdot Q_2 + Q_1 \cdot Q_0$

$D_1$   $Q_3 Q_2$

$Q_3 Q_2$	00	01	11	10
00	X	1	1	1
01	X	X	1	1
11	X	X	X	0
10	X	X	X	X

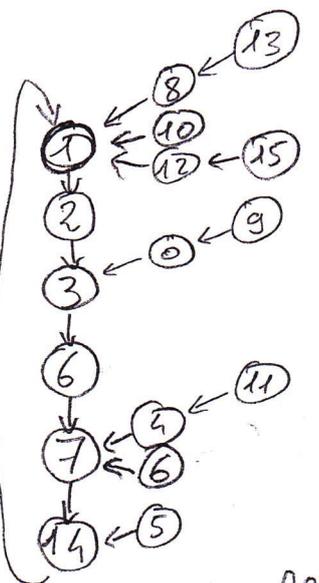
$D_1 = \bar{Q}_3$  *lu TV*

$D_0$   $Q_3 Q_2$

$Q_3 Q_2$	00	01	11	10
00	X	0	0	1
01	X	X	0	1
11	X	X	X	1
10	X	X	X	X

$D_0 = \bar{Q}_0$  *lu TV*

$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$	$D_3 = Q_2 \cdot Q_0$	$D_2 = \bar{Q}_3 \cdot Q_2 + Q_1 \cdot Q_0$	$D_1 = \bar{Q}_3$	$D_0 = \bar{Q}_0$	Q	D
0	0	0	0	0	0	1	1	0	3
0	0	0	1	0	0	1	0	1	2
0	0	1	0	0	0	1	1	2	3
0	0	1	1	0	1	1	0	3	6
0	1	0	0	0	1	1	1	4	7
0	1	0	1	1	1	1	0	5	14
0	1	1	0	0	1	1	1	6	7
0	1	1	1	1	1	1	0	7	14
1	0	0	0	0	0	0	1	8	1
1	0	0	1	0	0	0	0	9	0
1	0	1	0	0	0	0	1	10	1
1	0	1	1	0	1	0	0	11	4
1	1	0	0	0	0	0	1	12	1
1	1	0	1	1	0	0	0	13	8
1	1	1	0	0	0	0	1	14	1
1	1	1	1	1	1	0	0	15	12



le circuit est stable