

université de BORDEAUX Licence	ANNEE UNIVERSITAIRE 2014-2015 DS DE PRINTEMPS Parcours : Physique + Sciences pour l'ingénieur UE : MI2025 Epreuve : Electronique du quotidien Date : Jeudi 23 avril Heure : 8h30 Durée : 1h30 Sans document Epreuve de M. Marc	Département D L Licence
--	--	--

Les parties 1, 2.1 et 2.2 peuvent être traitées indépendamment.

1 Questions de cours

Réponses courtes attendues (une phrase ou deux). Barème : 3 points environ.

- 1) Donnez la définition d'un *multiplexage*.
- 2) Quels sont les deux principales familles de multiplexage utilisées en électronique ?

2 Affichage matriciel à LEDs

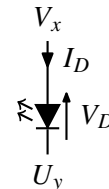
Du point de vue de leur méthode de mise en œuvre, les affichages sur les systèmes électroniques peuvent être classés en 3 catégories principales :

- les affichages à voyants individuels où l'affichage d'une information est commandé par **un** fil (exemple : une LED),
- les affichages à codage simple où il est nécessaire d'utiliser plusieurs fils pour représenter un symbole mais où chaque fil n'a pas de signification propre (par exemple : un afficheur 7 segments où chaque symbole est codé sur 7 fils, permet en théorie d'afficher $2^7 = 128$ symboles différents, mais en pratique, seulement 10 ou 16 symboles sont utilisés).
- les affichages matriciels, plus polyvalents, permettant d'afficher des symboles quelconques, voire des dessins (par exemple : les écrans de télévision, les moniteurs d'ordinateurs et de smartphones)

Les afficheurs matriciels comportent un grand nombre de pixels, ce qui ne permet pas d'utiliser un fil de connexion par pixel. L'objet de ce problème est d'étudier la façon d'utiliser un affichage matriciel à LEDs. On trouve de tels afficheurs dans la plupart des transports en commun, pour indiquer le prochain arrêt. Nous utiliserons ici un petit affichage matriciel à LEDs 8x8 (8 lignes sur 8 colonnes) tel que celui montré figure 1. Chaque ligne, au potentiel U_y , est connectée aux cathodes de 8 LEDs. Chaque colonne, au potentiel V_x , est connectée aux anodes de 8 LEDs. L'afficheur comporte donc 16 broches pour 64 LEDs.

L'intensité lumineuse d'une LED est approximativement proportionnelle au courant I_D qui la traverse. Le courant I_D qui circule dans une diode peut être calculé en première approximation par :

$$\begin{cases} I_D = 0 & \text{si } V_D \leq V_{D0} & \text{la diode est bloquée et éteinte} \\ I_D = \frac{V_D - V_{D0}}{R_D} & \text{si } V_D > V_{D0} & \text{la diode est passante et allumée} \end{cases}$$



où V_{D0} et R_D sont des paramètres caractéristiques de la diode, et $V_D = V_x - U_y$ la tension entre les bornes de la diode. Pour les LED de cette matrice, on prendra $V_{D0} = 2V$ et $R_D = 20\Omega$. **On notera que le courant I_D d'une diode est toujours positif ou nul.**

2.1 Analyse de l'utilisation de la matrice

On étudie ici deux circuits simplifiés décrits figure 2 réalisés pour alimenter une seule diode ou une matrice 2x2. Le raisonnement s'étend facilement à des matrices plus grandes. Les anodes et les cathodes sont

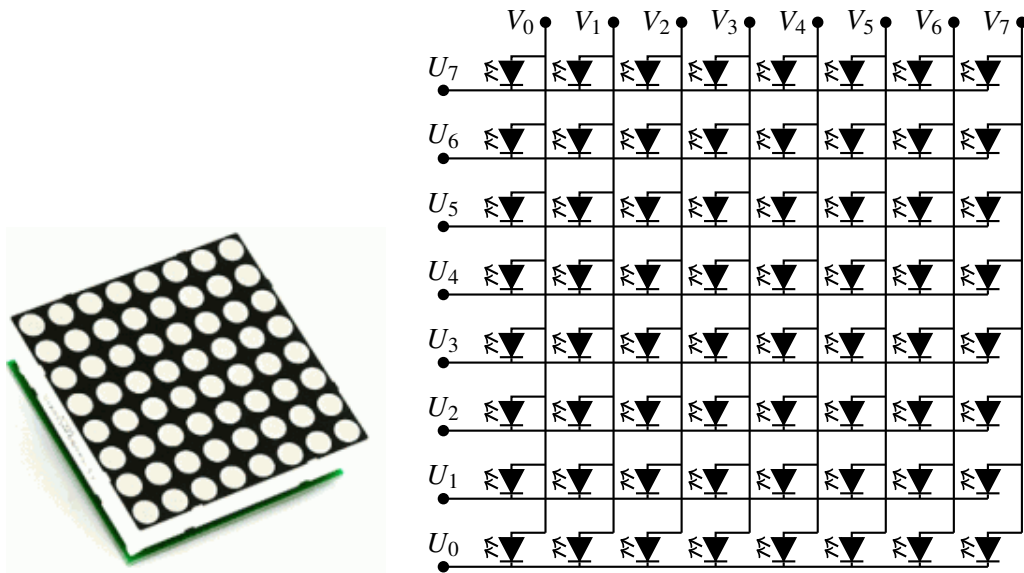


FIGURE 1 – Afficheur matriciel à LEDs 8x8 : photo et schéma interne

Rappel : $\begin{array}{c} | \\ \text{---} \\ | \end{array}$ = pas de contact $\begin{array}{c} | \\ \text{---} \\ | \end{array}$ = contact $\begin{array}{c} \nearrow \\ \text{---} \\ \searrow \end{array}$ = diode électroluminescente (LED)

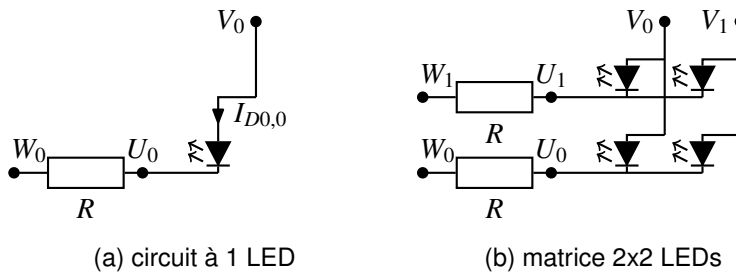


FIGURE 2 – Circuits à afficheur 1 LED et matrice 2x2 LEDs

alimentées par les sorties de portes logiques alimentées en 5 V. Les résistances R servent à limiter le courant. On considérera donc que les potentiels W_y et V_x sont associés à des états logiques L_y et C_x et ne peuvent valoir que 0 V ou 5 V.

On étudie d'abord le schéma à un LED de la figure 2a.

- 1) En supposant que la LED est bloquée, donnez la relation entre U_0 et W_0 . Déduisez en l'inégalité entre V_0 , W_0 et certains des paramètres des composants (parmi R , V_{D0} , R_D) pour que la LED soit éteinte.
- 2) En supposant que la LED est passante, donnez l'expression du courant $I_{D0,0}$ dans la LED en fonction de V_0 , W_0 et des paramètres des composants. Déduisez en l'inégalité entre V_0 , W_0 et de certains des paramètres des composants pour que la LED soit éteinte.

On étudie maintenant la matrice 2x2 de la figure 2b. On note si besoin $I_{Dx,y}$ le courant dans la LED de coordonnées (x, y) .

- 3) En considérant le signe du courant dans les diodes, quelle inégalité simple a-t-on toujours entre U_y et W_y ? (justifier la réponse)
- 4) Quelle inégalité reliant U_y , V_x et V_{D0} doit on avoir pour que la LED de coordonnée (x, y) soit allumée ?
- 5) En déduire une inégalité nécessaire entre W_y , V_x et V_{D0} pour que la LED de coordonnée (x, y)

soit allumée ?

- 6) On suppose que les tensions valent $W_0 = 0V$, $W_1 = 5V$, $V_0 = 0V$ et $V_1 = 5V$. Quelle(s) LED(s) sont allumée(s) ?
- 7) En déduire la condition sur les états logiques L_y et C_x associés respectivement à W_y et V_x , pour que la LED de coordonnée (x, y) soit allumée.
- 8) *Question bonus (hors barème)* Pour éviter sa destruction, le courant I_D dans une LED ne doit jamais dépasser $I_{Dmax} = 40mA$. Quelle doit être la valeur des résistances R ?

2.2 Circuit de commande d'affichage

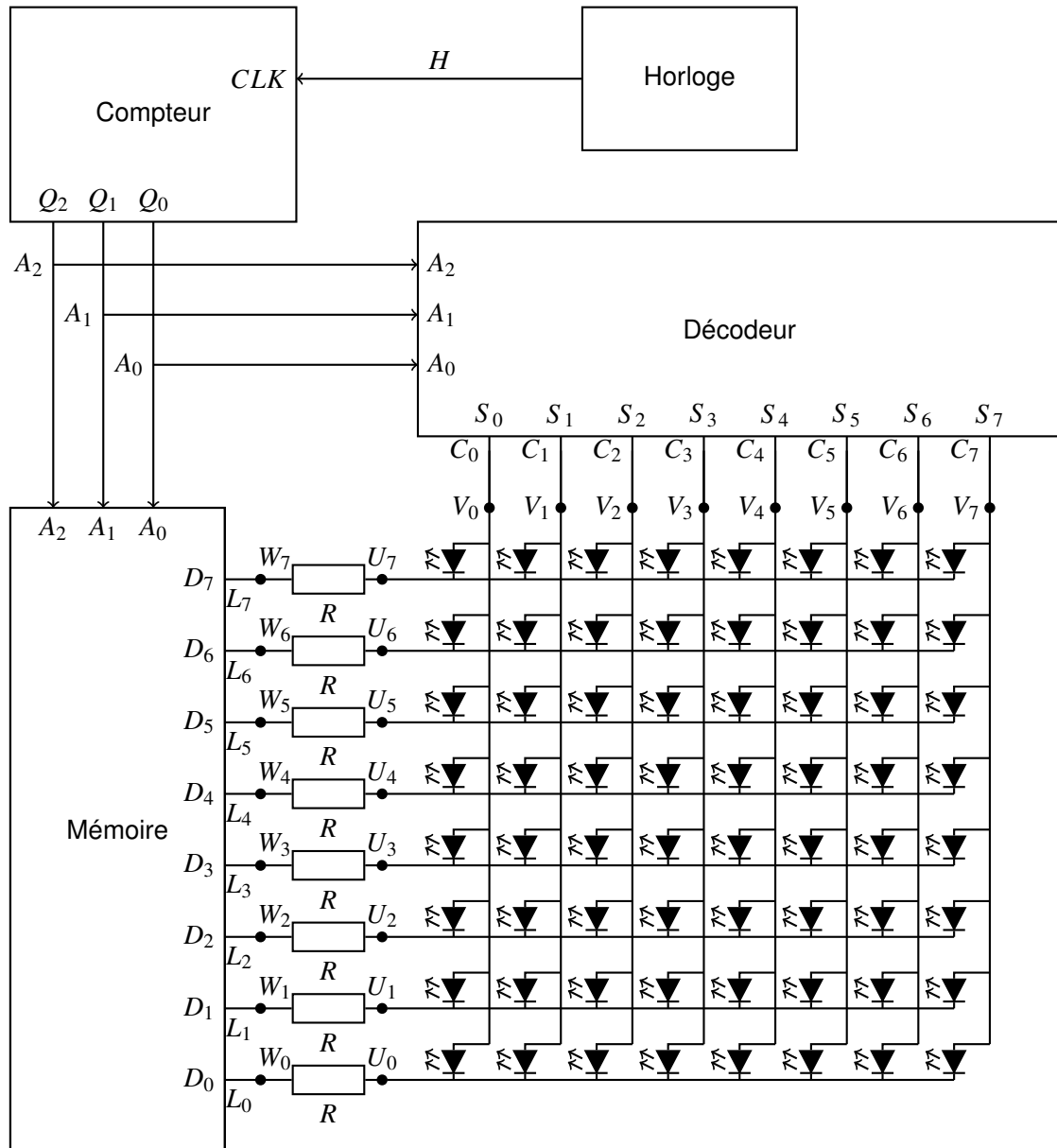


FIGURE 3 – Circuit de commande de l'afficheur matriciel

Le circuit d'affichage que nous étudierons ici ne permet d'afficher qu'une image statique, mais il permet d'illustrer le principe d'utilisation d'un affichage matriciel. Comme tous les systèmes d'affichage matriciels, l'allumage des LED utilise le principe du multiplexage pour sélectionner les LED. Le circuit entourant la matrice joue le rôle d'un démultiplexeur.

On considérera ici que la LED de coordonnées (x, y) est allumée si et seulement si $L_y = 0$ et $C_x = 1$.

Le **Compteur** (à 3 bits) commute sur les fronts montants de son horloge CLK .

Le **Décodeur** est un circuit combinatoire dont la sortie S_i vaut 1 quand i est la valeur donnée par les entrées d'adresse A_{2-0} , et toutes les autres sorties valent 0. Il est équivalent à un démultiplexeur dont l'entrée de donnée est fixée à 1.

Le circuit **Mémoire** sera ici considéré comme une mémoire morte (ROM = Read Only Memory) : c'est un circuit combinatoire qui pour chaque valeur de son entrée d'adresse A donne en sortie une valeur de donnée D fonction de la valeur de A . On peut donc considérer ce circuit comme une table qui à chaque valeur de A associe une valeur de D , choisie par le concepteur. Le contenu de la mémoire est donné par la table 1.

La mémoire contient le dessin qui sera représenté. Dans un circuit réel, on utiliserait plutôt une mémoire vive dans laquelle on peut modifier le contenu.

9) Complétez la table 1.

10) Complétez le chronogramme de la figure 5 en annexe.

11) Sur la figure 4, indiquez les LEDs qui sont allumées quand A_{2-0} vaut 2. N'oubliez pas de compléter la légende.

12) Même question quand A_{2-0} vaut 3.

Pour réaliser une image sur les 64 LEDs, il faut que le signal d'horloge soit suffisamment rapide pour que la persistance rétinienne donne l'impression que chaque LED reste allumée en permanence.

13) Sur la figure 4, indiquez les LED qui paraissent allumées quand le circuit fonctionne.

14) L'œil ne distingue un scintillement que si la fréquence d'allumage des LEDs est inférieure à 20 Hz. Quelle doit être la fréquence de l'horloge pour une bonne qualité d'affichage ?

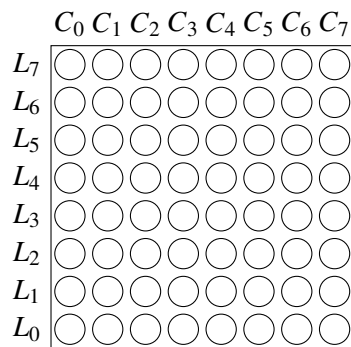
Nom :

Prénom :

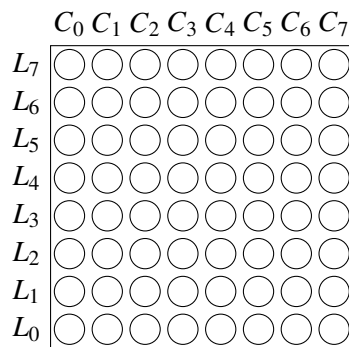
A_{2-0}	D_{7-0}	D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0
0	195								
1	189								
2		0	1	0	1	0	1	1	0
3		0	1	1	1	1	0	1	0
4	122								
5	86								
6	189								
7	195								

TABLE 1 – Contenu de la ROM (en base 10 et en base 2)

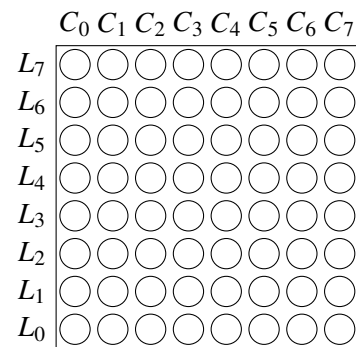
Légende (à compléter) : ☐ : Allumée ☐ : Eteinte



(a) pour $A_{2-0} = 2$



(b) pour $A_{2-0} = 3$



(c) résultat global

FIGURE 4 – Affichage sur la matrice

Nom :

Prénom :

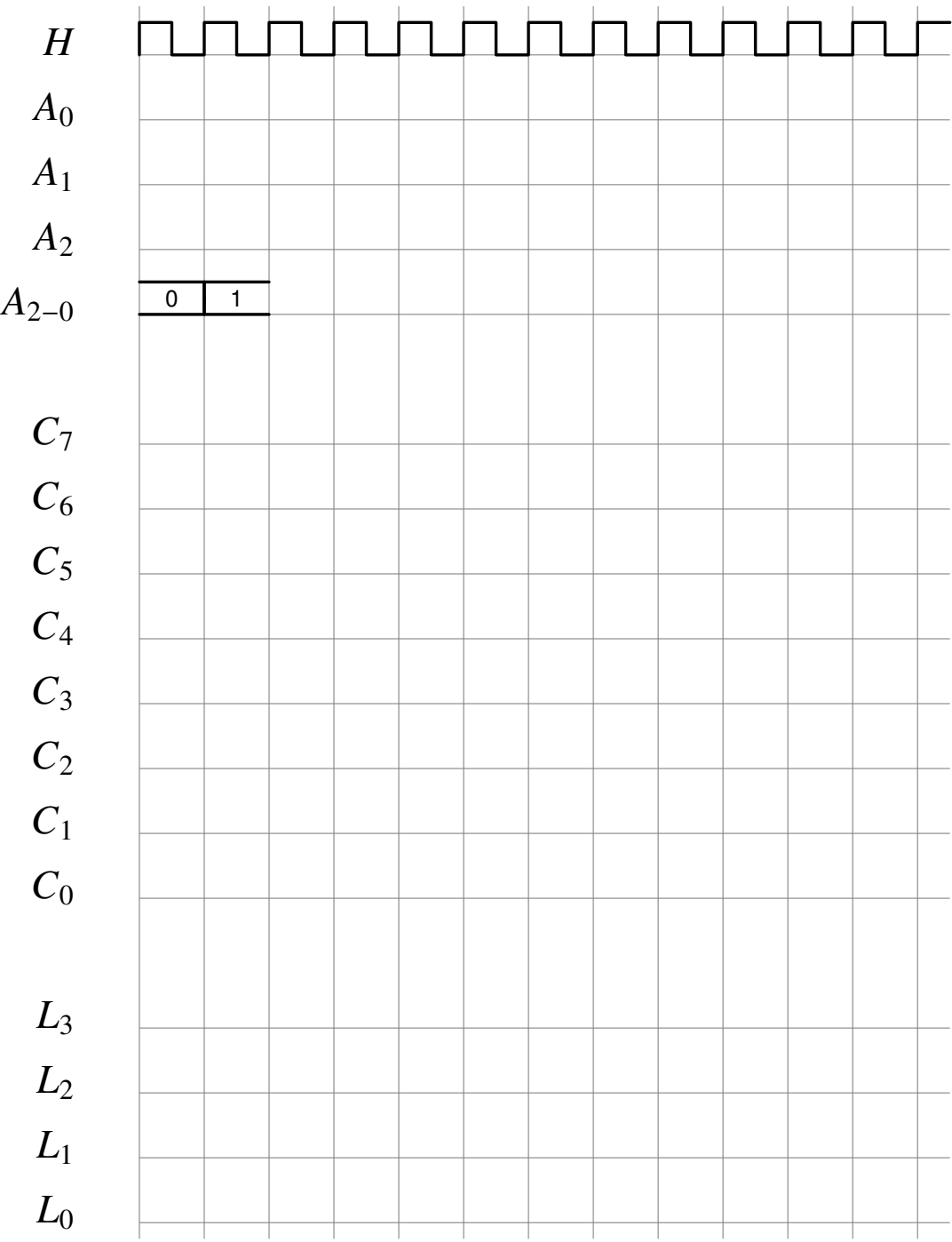


FIGURE 5 – Chronogramme du circuit