

 Licence	ANNEE UNIVERSITAIRE 2013-2014 DS DE PRINTEMPS Parcours : Physique et Ingénierie Epreuve : Electronique du quotidien Date : Lundi 28 avril Heure : 8h30 Sans document Epreuve de M. Marc UE : MI2025 Durée : 1h30	
--	--	---

1 Capteurs matriciels de position

Les *smartphones* et les tablettes, ainsi que les *touchpad* des ordinateurs portables sont recouverts d'un champ de capteurs tactiles de type matriciel qui permettent de mesurer directement la position d'un doigt de l'utilisateur ou d'un pointeur. Le principe commun à tous ces capteurs est de détecter la présence du doigt, soit par détection d'une pression locale, soit par la modification d'une capacité entre le doigt et le capteur. Nous étudierons ici le principe du conditionnement d'un capteur constitué d'une matrice de résistances qui varient avec la pression qu'elles subissent.

Le système étudié est représenté figure 1. Sur ce schéma, les résistances constituant la matrice de capteurs sont notées $r_{x,y}$. Chaque résistance relie une piste de ligne et une piste de colonne. On étudiera une matrice 8 lignes par 8 colonnes mais les capteurs réels peuvent comporter plusieurs centaines de lignes et de colonnes. En l'absence de pression exercée, la valeur de la résistance est infinie ($r_{x,y} = \infty$). Lorsque qu'une pression est exercée sur une résistance, sa valeur diminue jusqu'à une valeur minimale $r_{x,y} = r_{min}$.

Le potentiel de chaque ligne est noté U_y . Le potentiel de chaque colonne est noté V_x .

On pose : $0 < E_3 < E_2 < E_1$. En plus des trois générateurs E_1 , E_2 et E_3 et des résistances, le circuit comporte des comparateurs (représentés par des triangles) dont les courants d'entrées sont nuls et dont la sortie est un signal logique.

Enfin, le circuit comporte deux *encodeurs de priorité à 8 entrées*. La fonction d'un encodeur de priorité est d'identifier l'entrée e_i au niveau haut ayant le plus grand numéro i , et de fournir ce numéro sur sa sortie a_{2-0} . La sortie v indique si au moins une entrée est au niveau haut. Dans le cas contraire, $v = 0$ et la sortie a_{2-0} n'est pas significative. A titre d'exemple, la table de vérité d'un encodeur à 4 entrées est donnée figure 2.

Les sorties du circuit complet sont X , Y et P .

1.1 Analyse du circuit au repos

On suppose qu'aucune pression n'est exercée sur les capteurs.

- 1) Dans quelle(s) résistance a-t-on un courant non nul ? En déduire l'expression des tensions U_y et V_x en fonction des paramètres du montage.
- 2) Que valent les signaux logiques L_y et C_x ?
- 3) En déduire l'état des sorties X , Y et P .

1.2 Un seul capteur actif

On suppose qu'on exerce une pression sur **une seule résistance** de coordonnées (1,5). Sa valeur est notée $r_{1,5}$.

- 4) Quels sont les composants dans lesquels circule un courant ?
- 5) Retracer le schéma de la partie analogique du circuit, **en ne représentant que les nœuds et les composants dans lesquels circule un courant**.
- 6) Donnez alors les expressions de U_5 et V_1 en fonction des paramètres du circuit.
- 7) Donnez dans la même situation les valeurs des autres tensions U_y et V_x .

On fixe $E_2 = \frac{3E_1}{4}$ et $E_3 = \frac{E_1}{4}$.

8) Pour quelle condition sur $r_{1,5}$ a-t-on $L_5 = 1$? Même question pour $C_1 = 1$.

On fixe $R_C = R_L = r_{min}$.

9) Que deviennent les conditions précédentes exprimées avec seulement $r_{1,5}$ et r_{min} ?

10) Quel est alors l'état des sorties logiques L_y et C_x (pour tous x et y) quand $r_{1,5} = r_{min}$?

11) Quelles sont alors les valeurs des sorties X , Y et P ?

1.3 Deux capteurs actifs

On veut connaître le comportement du circuit quand on exerce des pressions simultanément sur deux capteurs. **Les paramètres du montage vérifient toujours les relations données à la partie précédente.**

On considère d'abord le cas de pressions aux coordonnées (2,3) et (1,5). Les résistances sont alors $r_{2,3} = r_{1,5} = r_{min}$. Toutes les autres résistances $r_{x,y}$ sont infinies.

12) Dans cette nouvelle configuration, retracez le schéma de la partie analogique du circuit, **en ne représentant que les noeuds et les composants dans lesquels circule un courant.**

13) Quelles sont alors les valeurs de toutes les tensions U_y et V_x ?

14) Quel est alors l'état des sorties logiques L_y et C_x (pour tous x et y) ?

15) Quelles sont alors les valeurs des sorties X , Y et P ?

16) Conclusion ?

2 Circuit dynamique

Pour permettre la détection et l'acquisition de plusieurs points de pression, il faut modifier l'architecture du circuit. Nous allons maintenant étudier le circuit de la figure 3. Ce circuit utilise la même matrice de résistances mais les circuits logiques sont différents.

Le *multiplexeur analogique* est équivalent à un commutateur qui relie la borne E à la borne F_i où i est la valeur donnée par le mot d'adresse A_{2-0} .

Le *multiplexeur numérique* assure la même fonction mais pour des signaux logiques, et il est unidirectionnel de E_i vers S : S est égal à l'entrée E_i où i est la valeur donnée par A_{2-0} .

On pose $R_L = 2r_{min}$ et $E_4 = E_1/2$

2.1 Partie analogique

On considère maintenant le cas de pressions simultanées aux coordonnées (2,3) et (1,5) ($r_{2,3} = r_{1,5} = r_{min}$), et seulement à ces coordonnées. On notera X le nombre représenté par (X_2, X_1, X_0) .

1) Si $X = 0$, quels sont les composants dans lesquels circule un courant ? Donnez alors les valeurs des tensions U_y et les états de signaux L_y .

2) Si $X = 2$, quels sont les composants dans lesquels circule un courant ? Représentez le circuit en incluant uniquement ces composants.

3) Donnez alors (pour $X = 2$) les valeurs des tensions U_y et les états des signaux L_y .

2.2 Circuit complet

On considère toujours le cas de pressions simultanées aux coordonnées (2,3) et (1,5).

4) Complétez le chronogramme de la figure 4. (question à 4 points)

5) Quelles sont les sorties de ce circuit ? Expliquez brièvement (sans justification) comment on peut connaître les coordonnées des capteurs sur lesquels une pression est exercée, à partir des signaux de ces sorties. Précisez où sont codées les coordonnées dans le chronogramme.

6) Combien de pressions simultanées sur des capteurs peut-on identifier avec ce circuit ?

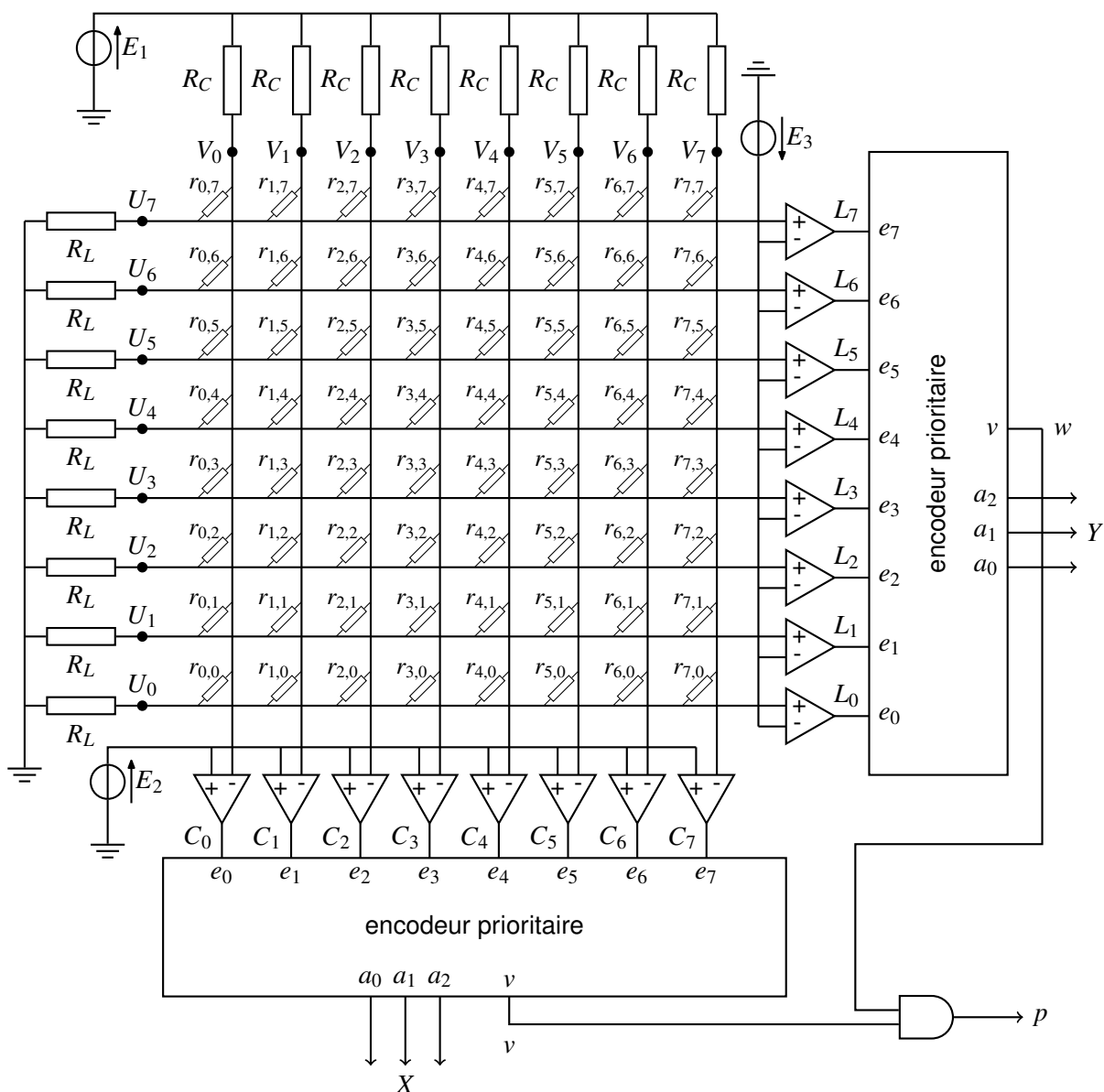


FIGURE 1 – Circuit statique de conditionnement du capteur matriciel de position.

Rappel : $\begin{array}{c} | \\ \hline | \end{array}$ = pas de contact $\begin{array}{c} | \\ \hline | \end{array}$ = contact

e_0	e_1	e_2	e_3	a_1	a_0	v
0	0	0	0	X	X	0
1	0	0	0	0	0	1
X	1	0	0	0	1	1
X	X	1	0	1	0	1
X	X	X	1	1	1	1

FIGURE 2 – Table de vérité d'un encodeur de priorité à 4 entrées. X désigne un état indéterminé.

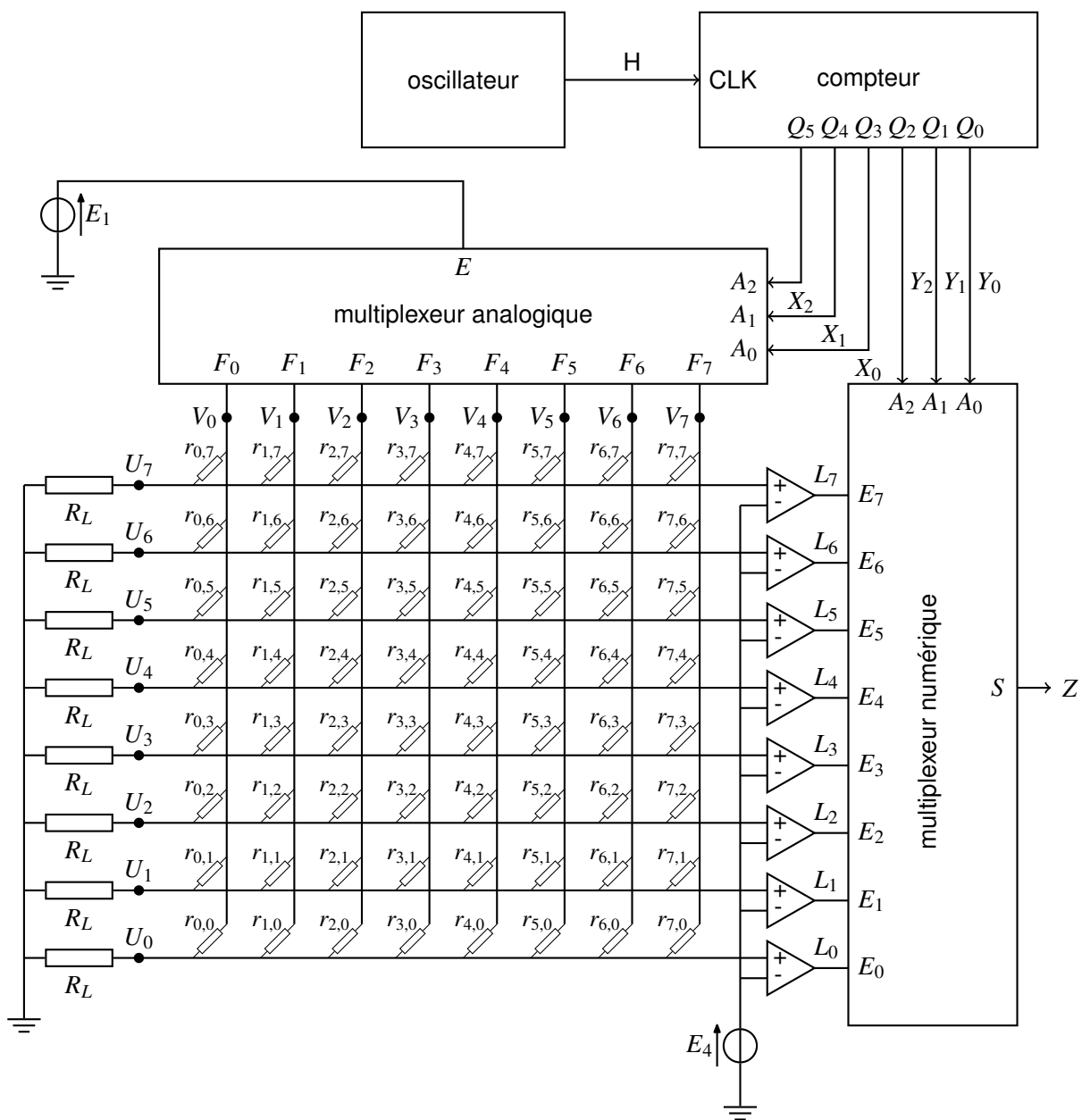


FIGURE 3 – Circuit dynamique de conditionnement du capteur matriciel de position

Nom :

Prénom :

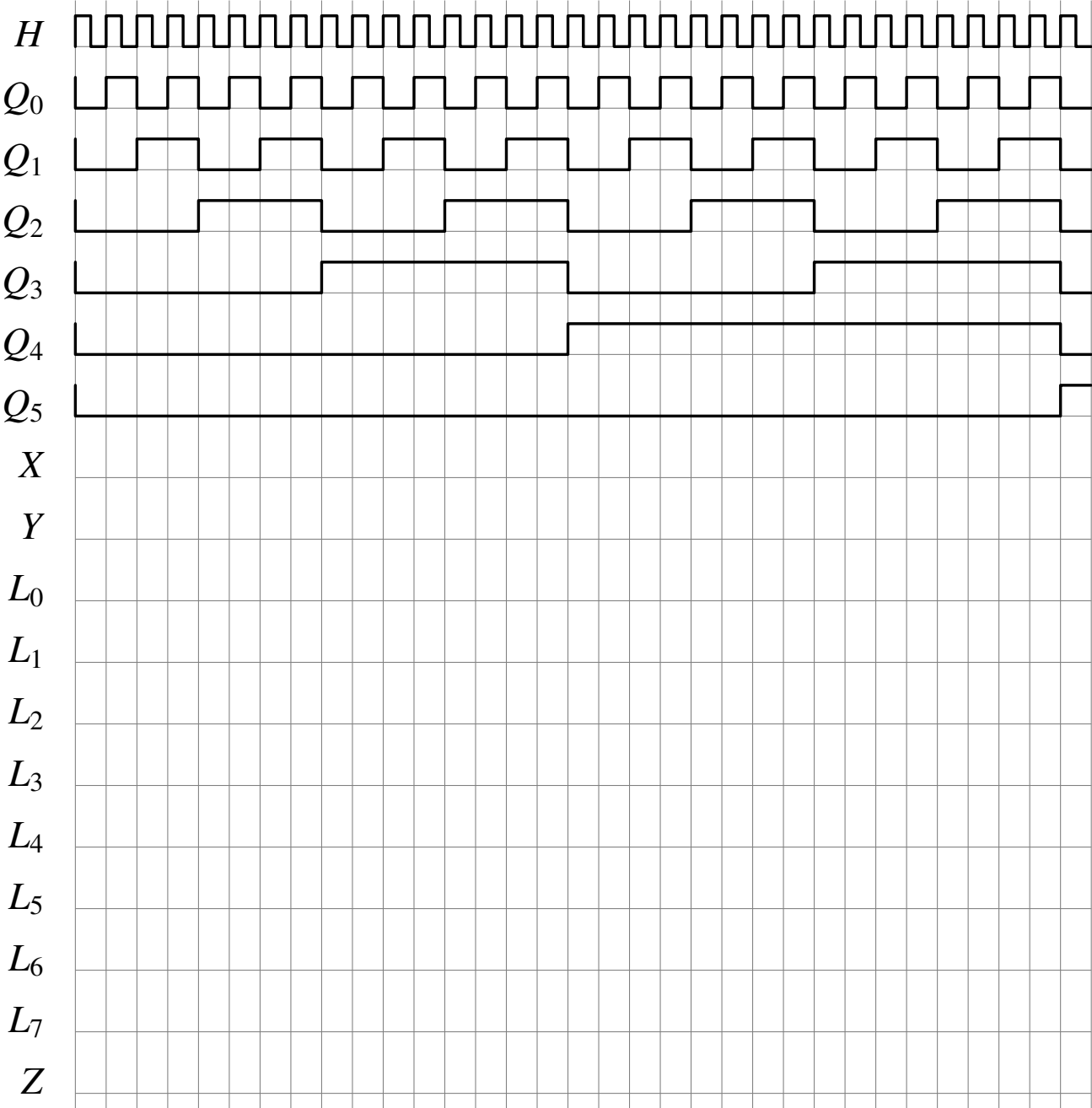


FIGURE 4 – Chronogramme du circuit dynamique