

 Licence	ANNEE UNIVERSITAIRE 2014-2015 DS DE PRINTEMPS Mention : Physique + Sciences pour l'ingénieur UE : MI2025 Epreuve : Electronique du quotidien Date : Jeudi 11 juin 2015 Heure : 8h30 Durée : 1h30 Sans document Epreuve de M. Marc	
--	--	---

Les parties 1, 2 et 3 peuvent être traitées indépendamment. Tout les composants qui ont une entrée *CLK* déclenchent sur le front montant de celle-ci.

Radiocommande pour jouet

Avec le développement de l'électronique grand public, les systèmes radiocommandés qui étaient encore limités au modélisme il y a une dizaine d'années, sont maintenant accessibles à des tarifs très abordables dans les jouets pour enfants. Dans ce problème, nous allons étudier le système de radiocommande pour une voiture télécommandée.

Le système étudié est une télécommande « 2 canaux ». Elle comporte 2 manettes. La première manette a 3 positions associées aux actions suivantes : marche avant/stop/marche arrière. La seconde a aussi 3 positions : gauche/tout droit/droite. Chaque manette commande un commutateur à 3 positions.

1 Émetteur

Dans cette partie, nous étudierons le circuit générant le signal à émettre. Ce circuit est décrit figure 1. Les commutateurs constituent l'entrée de ce circuit et sont liés aux manettes. La tension $V_{DD} = 5\text{ V}$ est la tension d'alimentation des circuits logiques. Les résistances R valent $100\text{ k}\Omega$. Les courants d'entrées des circuits logiques seront considérés comme nuls.

Les sorties du circuit sont le signal P qui active l'émission radio et le signal M qui est le signal transmis.

L'oscillateur génère un signal d'horloge périodique de fréquence $f_1 = 9,6\text{ kHz}$.

Le **compteur** est un compteur 3 bits avec entrée d'autorisation (*ENABLE*) et remise à zéro **synchrone** (*RESET*) (c'est à dire qui s'active sur le front montant du signal d'horloge *CLK*).

Le **multiplexeur numérique** est un circuit combinatoire dont la sortie S vaut l'entrée E_i quand i est la valeur donnée par les entrées d'adresse A_{2-0} .

- 1) On suppose que le commutateur du haut est en position haute (en contact avec la borne du signal *AV*). Quelle est la tension en *AV* et quel est l'état logique correspondant ?
- 2) Dans la même position, quelle est la tension en *AR* et l'état logique correspondant ? Justifiez.
- 3) A partir du schéma, complétez le chronogramme de la figure 4. On utilisera les valeurs des entrées indiquées dans le chronogramme.

2 Transmission

La transmission radio de la télécommande (émetteur) à la voiture (récepteur) se fait à une des deux gammes de fréquences autorisées¹ : $f = 40\text{ MHz}$. L'antenne émettrice a un gain isotrope G_e de 3 dB . L'antenne réceptrice a un gain isotrope G_r de 2 dB . La puissance d'émission est $P_e = 50\text{ mW}$.

- 1) Quelle traitement faut il faire pour transmettre le signal M sur une onde radio à 40 MHz ?
- 2) Donnez les valeurs de G_e et G_r en unités standards.
- 3) Quelle est la surface équivalente S_r de l'antenne de réception ?

1. L'autre gamme de fréquence autorisée est autour de 27 MHz .

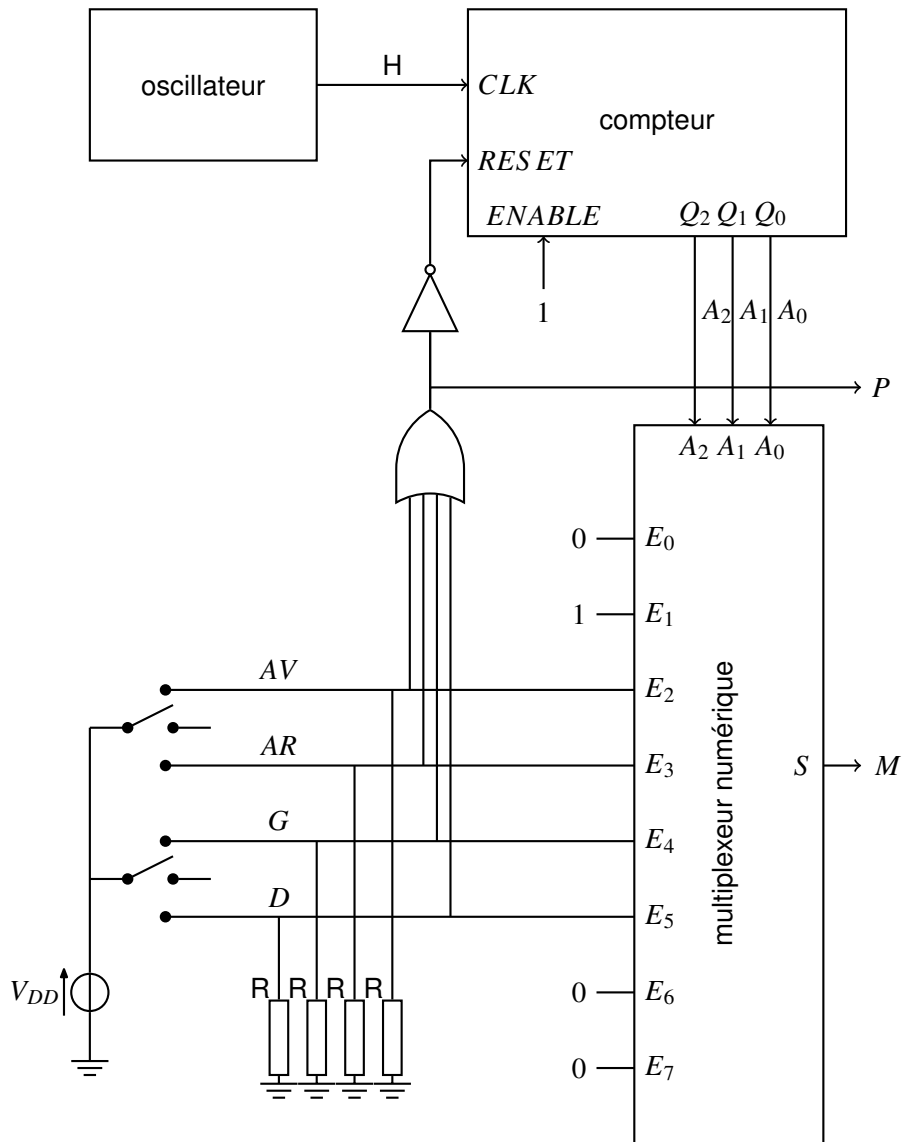


FIGURE 1 – Circuit de commande du signal d'émission

On rappelle que la surface équivalente S d'une antenne (en émission comme en réception) est liée au gain isotrope G par :

$$S = \frac{\lambda^2 G}{4\pi}$$

où λ est la longueur d'onde radio.

- 4) La portée de cette liaison est de 20 m. Quelle est la puissance P_r reçue par le récepteur à cette distance ?

On veut augmenter la portée de la liaison sans augmenter la puissance émise, ni changer l'électronique. On choisit donc d'utiliser une antenne d'émission de gain G'_e supérieur à G_e .

- 5) Pour avoir une portée de 100 m, quel doit être le gain G'_e ?
 6) Quelle est la contrainte pratique (pour l'utilisateur) liée à l'utilisation d'une antenne de gain plus élevé ? Pourquoi ne peut-on pas utiliser aussi une antenne de gain élevé en réception ?

3 Réception

En sortie du récepteur radio, on récupère deux signaux logiques P' et M' qui sont l'image des signaux P et M de l'émetteur. Pour récupérer les signaux AV , AR , G et D , on utilise le circuit de démulti-

plexage de la figure 3. Celui-ci est constitué de deux parties :

- le circuit de synchronisation qui génère des signaux d'horloge synchronisés sur les signaux reçus (la partie supérieure du schéma),
- le circuit de démultiplexage proprement dit (la partie inférieure).

3.1 Circuit de synchronisation

Le circuit de synchronisation utilise un *oscillateur* dont la fréquence est le double de celle du premier circuit ($f_2 = 2f_1 = 19,2kHz$). Le *compteur* est du même type que précédemment mais avec 4 bits de sortie. Des portes logiques complètent le fonctionnement du circuit.

- 1) Pour quelles valeurs (numériques) des sorties C_{3-0} du compteur le signal R vaut-il 1 ? Quel est alors l'effet sur le compteur ?
- 2) Pourquoi le compteur est-il initialement à 0 sur le chronogramme ?
- 3) Pour quelles valeurs de C_{3-0} et M' le signal V vaut-il 0 ? Quel est alors l'effet sur le compteur ?
- 4) En utilisant les réponses précédentes, complétez les lignes C_{3-0} à W du chronogramme de la figure 5.

3.2 Circuit de démultiplexage

Pour le démultiplexage, nous utiliserons deux registres qui déclenchent sur le front montant de leur entrée d'horloge (CLK) respective. Le second *registre* est un registre parallèle (vu en TD). Le premier est un *registre à décalage* (*shift register* en anglais) à entrée série et sortie parallèle. Ce circuit comporte en entrée un signal d'horloge (CLK) et un signal logique de donnée (E). En sortie, il comporte N signaux logiques de données (S_0, S_1, S_{N-1}). A chaque front montant de l'horloge :

- chaque valeur de sortie S_k est décalée sur la sortie S_{k+1} pour $k = 0, 1 \dots N - 2$,
- la valeur de E est enregistrée telle qu'elle est au moment du front d'horloge et apparaît sur S_0 .

Un exemple de chronogramme de registre à décalage est donné figure 2.

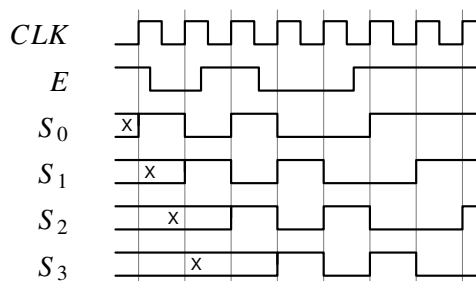


FIGURE 2 – Chronogramme d'un registre à décalage

- 5) Complétez le chronogramme de la figure 4.
- 6) Quel est la position des manettes de l'émetteur (pour ce chronogramme) ?

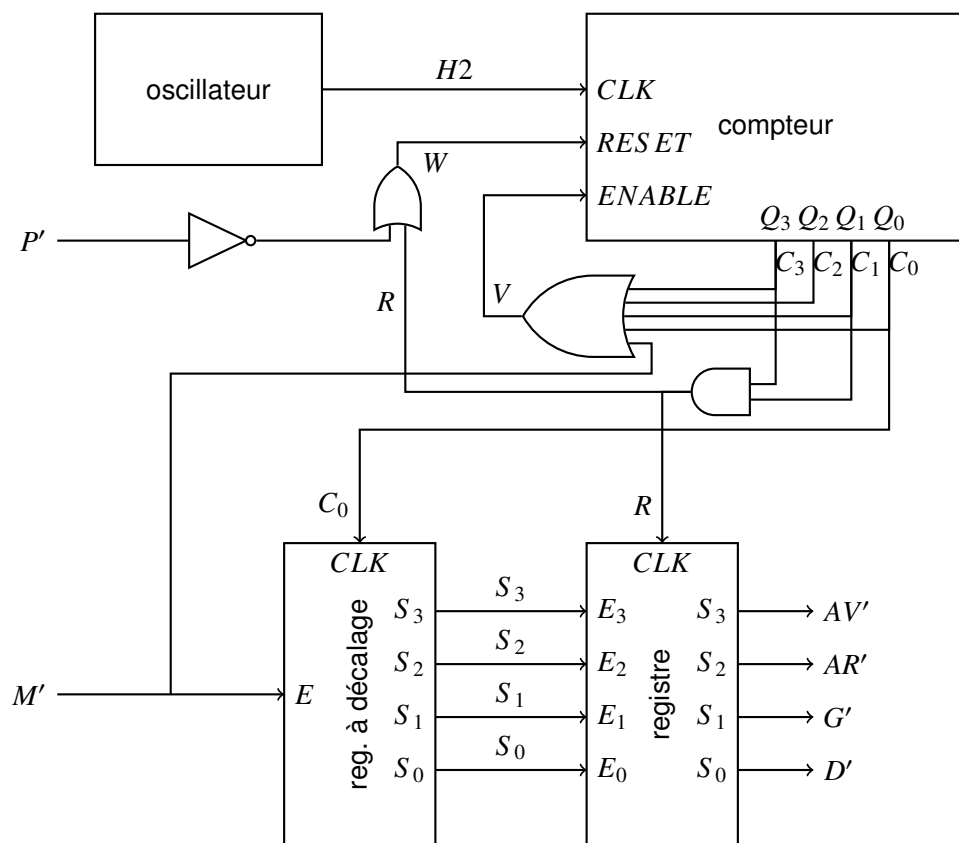


FIGURE 3 – Circuit de décodage du signal reçu

Numéro d'anonymat :

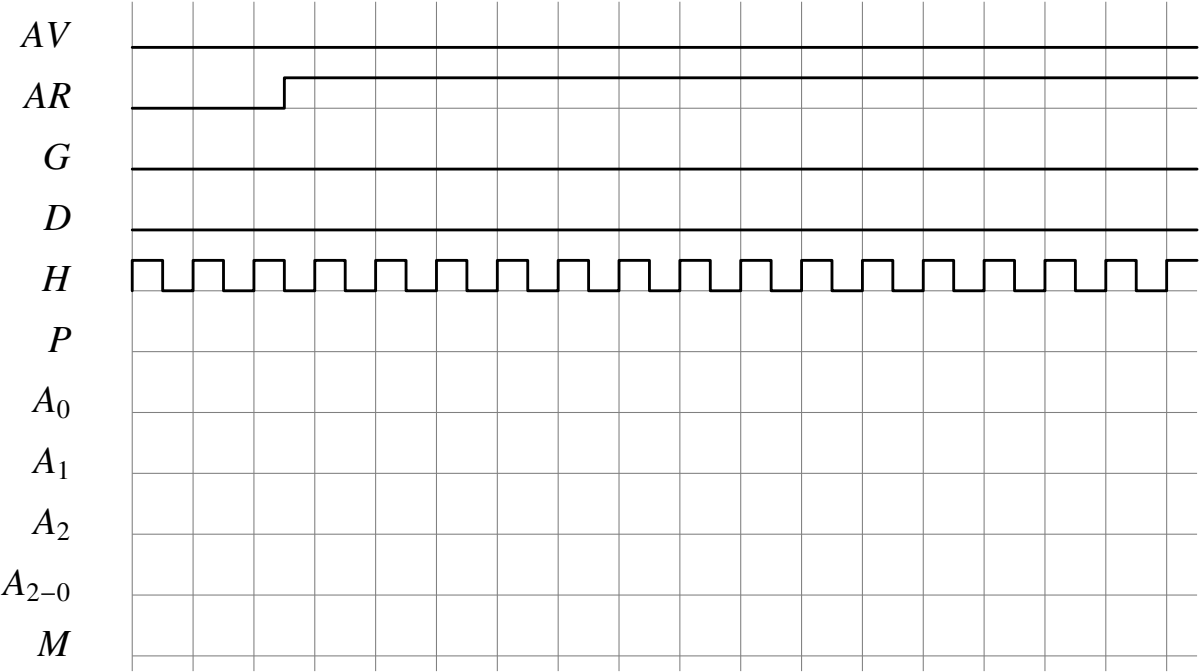


FIGURE 4 – Chronogramme du circuit d'émission

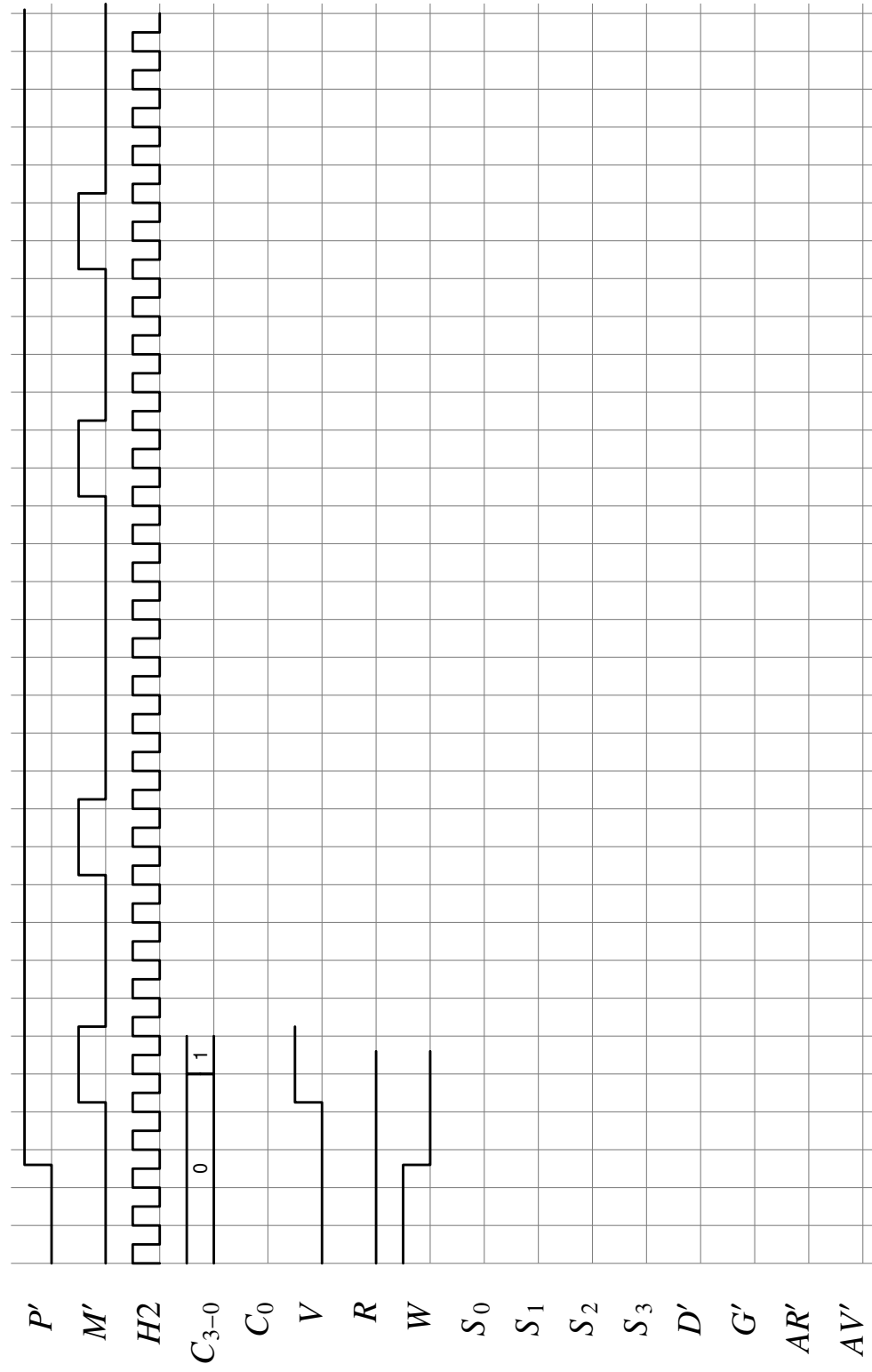


FIGURE 5 – Chronogramme du circuit de réception