

 Licence	ANNEE UNIVERSITAIRE 2013-2014 DS DE PRINTEMPS Parcours : Physique et Ingénierie Epreuve : DST Electronique du quotidien Date : 12 juin 2014 Heure : 8h30 Sans document Epreuve de M. Marc UE : MI2025 Durée : 1h30	
--	--	---

1 Relais téléphonique GSM

Une antenne relais GSM grande portée (hors des villes) pour téléphones portables est placée au sommet d'un pylône. Son gain isotrope pour la fréquence $f = 1,8\text{GHz}$ est $G_A = 10\text{dB}$ et sa sensibilité (puissance minimale pour une réception correcte) est $P_{A,\min} = 40\text{fW}$.

Un téléphone portable a une puissance d'émission maximale de $P_{T,\max} = 2\text{W}$ et une antenne de gain isotrope $G_T = 3\text{dB}$.

- 1) Donnez les valeurs de G_A et G_T en valeurs linéaire.
- 2) Calculez la surface équivalente S_A de l'antenne relais pour cette fréquence.
- 3) Donnez l'expression de la puissance reçue par l'antenne relais à une distance D du téléphone.
- 4) Que vaut cette puissance reçue pour $D = 1\text{ km}$ pour une puissance d'émission égale à $P_{T,\max}$?
- 5) Quelle est la distance maximale en réception pour ce type d'antenne relais en espace ouvert (sans obstacle) ?
- 6) En réalité, le terrain et les obstacles empêchent une liaison directe entre le téléphone et l'antenne relais et entraînent une atténuation de 25 dB. Quelle est la distance maximale dans ces conditions ?

Rappel : Pour une antenne de gain isotrope G pour des ondes radio à la longueur d'onde λ , la surface équivalente S de l'antenne est donnée par :

$$S = \frac{G\lambda^2}{4\pi} \quad (1)$$

Rappel : $1\text{fW} = 1\text{ femtowatt} = 10^{-15}\text{W}$

2 Mesure de la circulation automobile

Un système de mesure de la circulation automobile utilise deux tubes en caoutchouc posés perpendiculairement à la chaussée et séparé d'une distance $D = 20\text{cm}$. Chaque tube est fermé à une extrémité, et connecté à un capteur de pression à l'autre extrémité. Lors du passage d'une roue d'un véhicule, le poids du véhicule engendre une surpression dans le tube qui est mesurée par le capteur. Celui ci génère une tension proportionnelle à la pression.

A partir du signal issu des deux capteurs, on veut extraire 3 informations :

- le nombre de véhicules qui passent,
- la vitesse de chaque véhicule,
- une estimation du poids du véhicule (pour chaque essieu).

Le circuit associé aux capteurs est décrit figure 2. Chaque capteur délivre une tension variable décrivant la pression dans le tube correspondant.

Le circuit comporte aussi deux générateurs de tensions et 3 comparateurs (représentés par des triangles) dont les courants d'entrées sont nuls et dont la sortie est un signal logique.

Le reste du circuit se divise en deux parties décrites dans la suite du sujet.

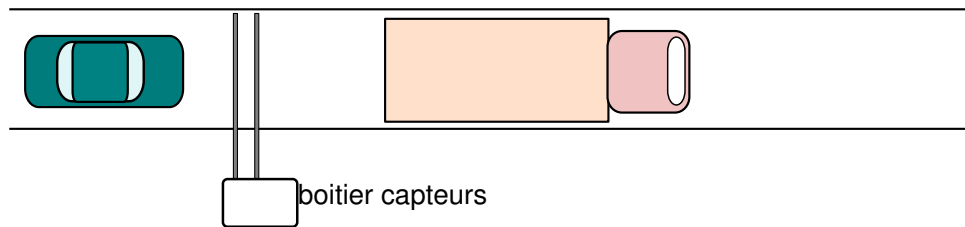


FIGURE 1 – Capteur de mesure de la circulation

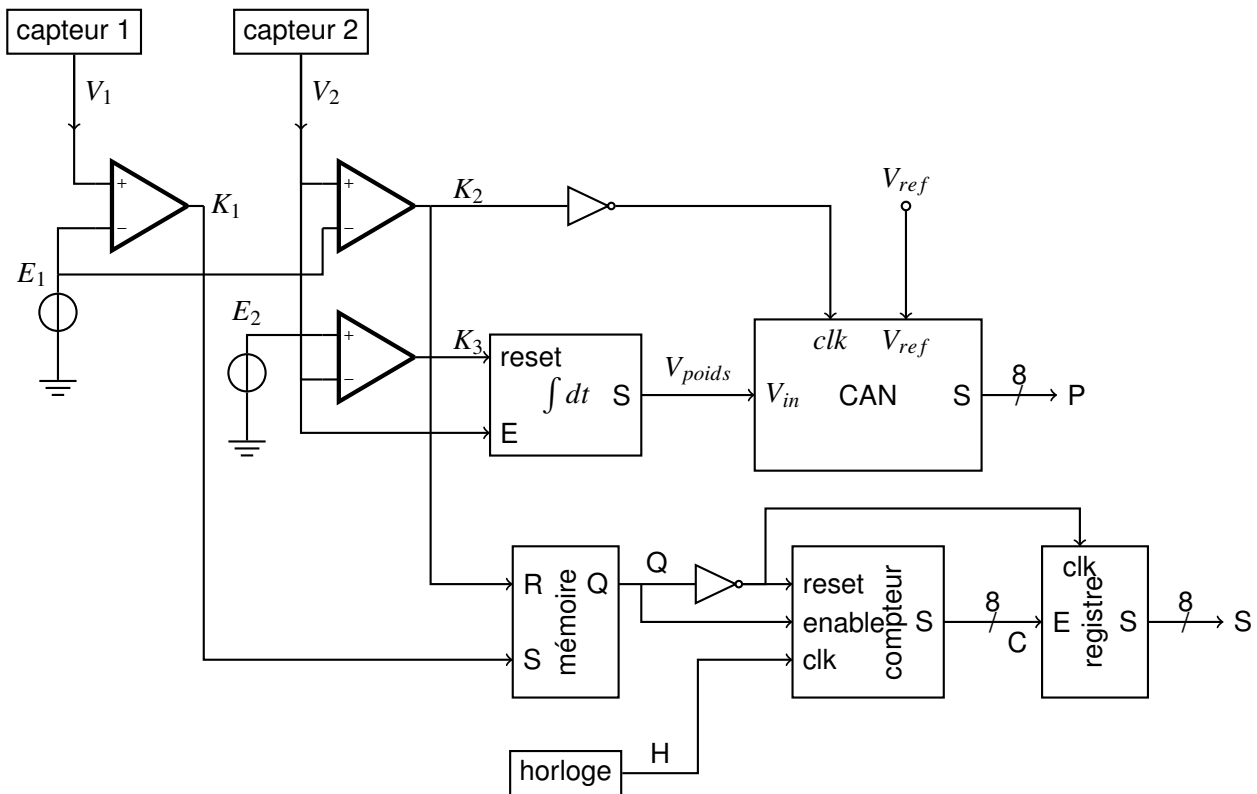


FIGURE 2 – Circuit de mesure de la circulation

2.1 Mesure de la vitesse

La mesure de la vitesse utilise trois circuits : une mémoire RS, un compteur 8 bits et un registre 8 bits.

La mémoire RS est une mémoire **asynchrone** : elle n'a pas d'horloge et réagit immédiatement à un changement d'état d'une de ses entrées R (=Reset) ou S (=Set). Si R=1, alors la sortie Q vaut 0. Si S=1, alors la sortie Q vaut 1. Si R=S=0, la sortie Q ne change pas d'état (mémorisation de l'état antérieur). Les entrées R et S ne doivent pas être à 1 simultanément (comportement non défini). La table de vérité est résumé figure 3.

Les sorties du compteur donnent en binaire le nombre de cycles d'horloges comptées sur son entrée *clk*. Le compteur incrémente quand le signal *clk* passe de 0 à 1. L'entrée *reset* remet le compteur à 0. L'entrée *reset* est **synchrone** : elle n'est déclenchée que sur le front montant de l'horloge. Le compteur ne peut compter que quand l'entrée *enable* vaut 1.

Le registre (synchrone, 8 bits, de type Flip-Flop) enregistre et donne en sortie *S* les valeurs de ses entrées *E* dans l'état où il les voit quand son entrée *clk* passe de 0 à 1 (déclenchement sur le front montant). Pour un même signal de déclenchement sur le registre et le compteur, le registre a le temps de lire la sortie du compteur avant qu'elle ne soit modifiée.

- 1) D'après les courbes $V_1(t)$ et $V_2(t)$ du chronogramme de la figure 4, calculez la vitesse du véhicule qui est passé, en m/s puis en km/h.

R	S	Q	opération
0	0	Q	Mémorisation
0	1	1	Set
1	0	0	Reset
1	1	X	(interdit)

FIGURE 3 – Table de vérité d'une mémoire RS. X désigne un état indéterminé.

- 2) Sur le chronogramme représentez **avec précision** les signaux K_1 , K_2 et K_3 .
- 3) Sur le chronogramme, représentez les valeurs de la sortie du compteur C_{7-0} . Les instants des changements d'états seront indiqués avec précision. Les nombres seront donnés en base 10.
- 4) Faites de même avec les valeurs de la sortie du registre S_{7-0} .
- 5) La période du signal d'horloge est $T = 0,9ms$. Quelle est la valeur de la vitesse du véhicule qui sera calculée à partir de la mesure donnée à partir de ce circuit ?
- 6) Le dispositif étant en agglomération, ce véhicule est-il en excès de vitesse ?

2.2 Mesure du poids

Pour estimer le poids du véhicule, il est nécessaire de connaître simultanément la vitesse du véhicule et la pression qu'il exerce sur chacun des tubes. A partir de ces données, un calculateur peut évaluer très grossièrement le poids du véhicule à partir de tables empiriques. L'estimation du poids utilise deux circuits : un intégrateur et un convertisseur analogique numérique.

L'intégrateur (noté $\int dt$) a une entrée logique de remise à zéro *reset* active quand elle vaut 1. Quand *reset* vaut 0, le circuit intègre sa tension d'entrée selon la relation :

$$V_{poids}(t) = V_{poids}(t_0) + \frac{+1}{\tau} \int_{t_0}^t V_2(t') dt' \quad (2)$$

où t_0 et t sont des instants quelconques. On prendra $\tau = 1ms$.

Le convertisseur analogique numérique 8 bits déclenche sur le front montant de son entrée *clk*. On prendra $V_{ref} = 10V$.

- 7) La tension mesurée par le CAN est $V_{poids} = 3,164V$. Quelle est alors l'état des 8 bits de sortie P_7 à P_0 ?
- 8) Quels sont les instants exacts où
 - l'intégrateur commence à intégrer (t_1)
 - la sortie de l'intégrateur revient à 0 (t_2)
 - la mesure de la sortie est effectuée par le CAN (t_3).
 Indiquez ces instants sur le chronogramme, et donnez leurs valeurs numériques.
- 9) Coloriez (en délimitant avec précision¹) sur le chronogramme la surface de la courbe de la tension de sortie du capteur dont la valeur correspond à la grandeur mesurée par le CAN.
- 10) Question bonus : Sur le chronogramme, donnez l'allure de V_{poids} (en respectant les points de départ et d'arrivée de la phase d'intégration)².

1. Un coloriage imprécis sera considéré comme faux.

2. La forme exacte de la courbe n'est pas demandée entre ces deux points.

Numero d'anonymat :

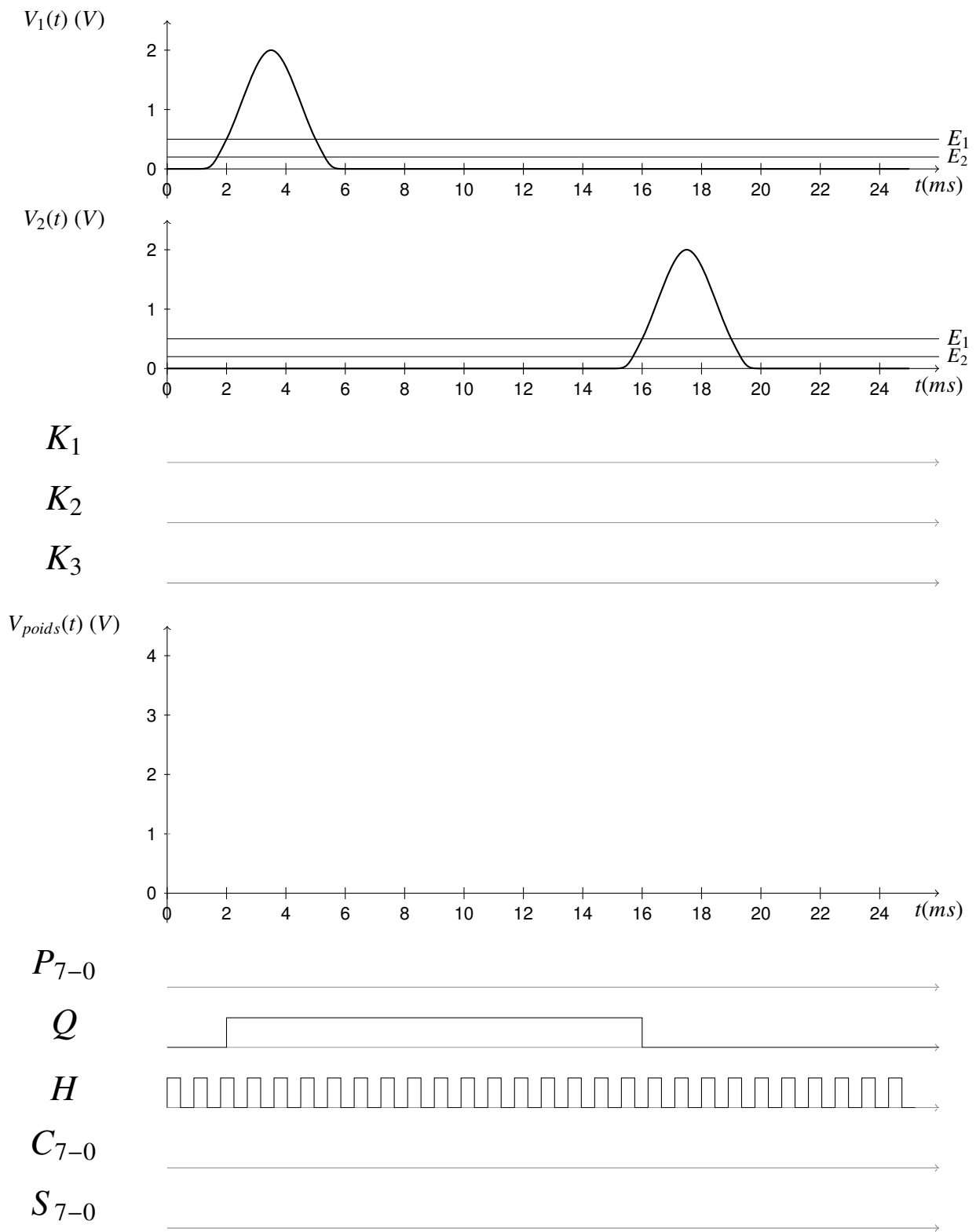


FIGURE 4 – Chronogramme du circuit de mesure de la circulation