Correction du 1er contrôle info instrum 1

2012/2013, F. Auger, 22 mai 2013

exo 1

- le rouge est codé sur 3 chiffres binaires, ce qui permet de former des nombres allant de 0 à 7. Il y a donc 8 niveaux de rouge
  $(000)_2$ $(111)_2$
- le vert est aussi codé sur 3 bits, il y a donc aussi 8 niveaux de vert
- le bleu est codé sur 2 chiffres binaires, ce qui permet de former des nombres allant de $(00)_2 = 0$ à $(11)_2 = (3)_{10}$.
  Il y a donc 4 niveaux de bleu.

Il y a donc en tout $8 \times 8 \times 4 = 64 \times 4 = 256$ couleurs différentes

exo 2

N est codé sur 7 bits

a) la plus petite valeur de N est $(0000000)_2 = 0$. Elle correspond à $f = 440 \times 2^{(0-69)/12} = 440 \times 2^{-69/12} = 8{,}18$ Hz
(do, octave -2 !)

b) la plus grande valeur de N est $(1111111)_2 = 127$. Elle correspond à $f = 440 \times 2^{(127-69)/12} = 440 \times 2^{58/12} = 12544$ Hz
(sol, octave 8 !)

c) Une fréquence de 392 Hz est codée par $N = 69 + lb\left(\frac{392}{440}\right) \times 12 = 67$
$67 = 64 + 2 + 1 = (1000011)_2$

$127 - 69 = 58$

Une fréquence de 880 Hz est codée par $N = 69 + lb\left(\frac{880}{440}\right) \times 12$
$= 69 + 12\,lb(2) = 81 = 64 + 16 + 1 = (1010001)_2$

exo 3

En virgule flotante, les nombres réels sont exprimés sous la forme $x=(-1)^s.(1+f).2^e$ avec $0 \leq f < 1$

donc $1 \leq 1+f < 2$

soit $2^e \leq (1+f)\,2^e < 2^{e+1}$

$2^e \leq |x| < 2^{e+1}$

$$\boxed{\begin{array}{l} |x| = (1+f)\,2^e \\ \text{donc } m = 1+f = \dfrac{|x|}{2^e} \\ \qquad f = \dfrac{|x|}{2^e} - 1 \end{array}}$$

Pour $x = 2 = 2^1$, on a donc $e=1$, $f = \frac{|x|}{2^e} - 1 = 0$, et $s=0$

23 zéros dans la partie fractionnaire

$E = 127 + e = 128$

s	E	f
0	1000 0000	0 . . . 0

1

Pour $x = 8 = 2^3$, on a donc $e=3$, $f = \frac{|x|}{2^e} - 1 = 0$ et $s=0$

$E = 130 = 128 + 2$

s	E	f
0	1000 0010	0 . . . 0

Pour $x = 0{,}5 = \frac{1}{2} = 2^{-1}$, on a donc $e=-1$, $f = \frac{|x|}{2^e} - 1 = 0$ et $s=0$

$E = 127 + e = 127 - 1$

0	0111 1110	0 . . . 0

De façon générale $x = 2^k$ est codé par $e=k$, $f=0$ et $s=0$

$E = 127 + k$

0	(127+k)	0 . . . 0

exo 4

Pour chaque valeur de $a = (a_2 a_1 a_0)_2$, c'est s_a qui est au niveau logique bas, les 7 autres sorties sont au niveau logique haut (lorsque $e=1$)

e	a	a_2	a_1	a_0	s_0	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7
0	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	2	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
1	3	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
1	4	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
1	5	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
1	6	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1
1	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

$\overline{s_0}$ est à 1 si $e=1$ $a_2=0$ $a_1=0$ et $a_0=0$

donc $\overline{s_0} = e \cdot \overline{a_2} \cdot \overline{a_1} \cdot \overline{a_0} \Rightarrow s_0 = \overline{e \cdot \overline{a_2} \cdot \overline{a_1} \cdot \overline{a_0}}$

$$\boxed{s_0 = \overline{e} + a_2 + a_1 + a_0}$$

De même

$\overline{s_1} = e \cdot \overline{a_2} \cdot \overline{a_1} \cdot a_0 \Rightarrow s_1 = \overline{e} + a_2 + a_1 + \overline{a_0}$

$\overline{s_2} = e \cdot \overline{a_2} \cdot a_1 \cdot \overline{a_0} \Rightarrow s_2 = \overline{e} + a_2 + \overline{a_1} + a_0$

$\overline{s_3} = e \cdot \overline{a_2} \cdot a_1 \cdot a_0 \Rightarrow s_3 = \overline{e} + a_2 + \overline{a_1} + \overline{a_0}$

$\overline{s_4} = e \cdot a_2 \cdot \overline{a_1} \cdot \overline{a_0} \Rightarrow s_4 = \overline{e} + \overline{a_2} + a_1 + a_0$

$\overline{s_5} = e \cdot a_2 \cdot \overline{a_1} \cdot a_0 \Rightarrow s_5 = \overline{e} + \overline{a_2} + a_1 + \overline{a_0}$

$\overline{s_6} = e \cdot a_2 \cdot a_1 \cdot \overline{a_0} \Rightarrow s_6 = \overline{e} + \overline{a_2} + \overline{a_1} + a_0$

$\overline{s_7} = e \cdot a_2 \cdot a_1 \cdot a_0 \Rightarrow s_7 = \overline{e} + \overline{a_2} + \overline{a_1} + \overline{a_0}$

S_0 vaut 0 dans 1 cas, 1 dans les 15 autres cas. Donc $\overline{s_0}$ vaut 1 dans un seul cas sur 16. Il vaut donc mieux décrire $\overline{s_0}$ comme une somme canonique, donc S_0 comme un produit canonique. De même pour les autres variables

Exo 6

a) Ce circuit n'est pas synchrone, car la bascule JK qui est au milieu n'est pas activée par le même signal H que les bascules de gauche et de droite

b)

J	K	Q
0	0	Q_{pred}
0	1	0
1	0	1
1	1	$\overline{Q_{pred}}$

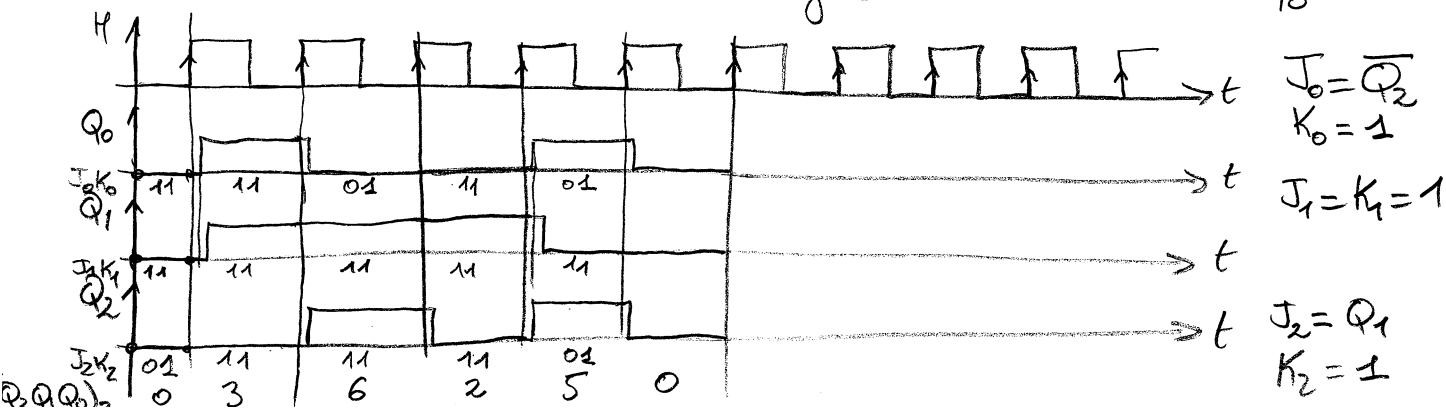
Pour les bascules 0 et 2, $K=1$.

Donc si $J=0$ Q est mis à zéro

si $J=1$ Q change de niveau logique

Pour la bascule 1, $J=K=1$

Donc Q_1 change de niveau à chaque front montant de son signal d'activation Q_0



explication du chronogramme

- Au début $Q_2 = Q_1 = Q_0 = 0$

Donc $J_0 = \overline{Q_2} = 1$ et $K_0 = 1 \Rightarrow Q_0$ changera d'état au front montant du signal d'horloge

$J_2 = Q_1 = 0$ et $K_2 = 1 \Rightarrow Q_2$ sera mis à zéro au front montant du signal d'horloge

- Donc au 1er front montant du signal d'horloge Q_0 passe à 1 et Q_2 reste à zéro
- Q_0 est le signal d'activation de la bascule 1
  Le passage de 0 à 1 (front montant) fait donc évoluer cette bascule dont les entrées J et K sont toutes les deux à 1. Donc Q_1 passe à 1
- Donc $Q_2 = 0$ $Q_1 = 1$ $Q_0 = 1$

Donc $J_0 = \overline{Q_2} = 1$, $K_0 = 1 \Rightarrow Q_0$ changera d'état

$J_2 = Q_1 = 1$, $K_2 = 1 \Rightarrow Q_2$ changera d'état

- Donc au prochain front montant Q_0 passe à 0 et Q_2 passe à 1
  La bascule 1 ne voit pas de front montant sur son signal d'activation, elle reste à 1
- Donc $Q_2 = 1$, $Q_1 = 1$, $Q_0 = 0$
- Donc $J_0 = \overline{Q_2} = 0$, $K_0 = 1 \Rightarrow Q_0$ sera mis à 0

$J_2 = Q_1 = 1$, $K_2 = 1 \Rightarrow Q_2$ change d'état

- Donc au 3ème front montant, Q_0 reste à 0 et Q_2 passe à 0
  Pas de front montant sur Q_0, donc Q_1 n'évolue pas.
- Donc $Q_0 = 0$, $Q_1 = 1$, $Q_2 = 0$

$J_0 = \overline{Q_2} = 1$, $K_0 = 1 \Rightarrow Q_0$ passera à 1 au prochain front montant

$J_2 = Q_1 = 1$, $K_2 = 1 \Rightarrow Q_2$ passera à 1 au prochain front montant

Le passage de 0 à 1 de Q_0 active la bascule 1 dont la sortie repasse donc à 0

- Donc $Q_2 = 1$, $Q_1 = 0$, $Q_0 = 1$

Donc $J_0 = \overline{Q_2} = 0$ $K_0 = 1 \Rightarrow Q_0$ passera à 0 au prochain front montant

$J_2 = Q_1 = 0$ $K_2 = 1 \Rightarrow Q_2$ passera à 0 au prochain front montant

Donc $Q_2 = 0$, $Q_1 = 0$, $Q_0 = 0$, retour au début

```
1   library IEEE;
2   use IEEE.STD_LOGIC_1164.ALL;
3
4   entity DsEonNum2013_1 is
5    Port ( e : in  std_logic                    ;
6           A : in  std_logic_vector(2 downto 0) ;
7           S : out std_logic_vector(7 downto 0));
8   end DsEonNum2013_1;
9
10  architecture Arch_DsEonNum2013_1 of DsEonNum2013_1 is
11
12  signal Selecteur : std_logic_vector(3 downto 0);
13
14  begin
15   Selecteur <= e & A ;            // concatenation de e et de A
16
17   with Selecteur select           // affectation conditionnelle
18    S <= "11111110" when "1000",   // suivant les valeurs de Selecteur
19         "11111101" when "1001",
20         "11111011" when "1010",
21         "11110111" when "1011",
22         "11101111" when "1100",
23         "11011111" when "1101",
24         "10111111" when "1110",
25         "01111111" when "1111",
26         "11111111" when others ;
27
28  end Arch_DsEonNum2013_1 ;
29
30
```

Université de Nantes - IUT de Saint-Nazaire

Département Mesures Physiques

Devoir surveillé d'informatique d'instrumentation I

Semestre 2, 2012/2013. Durée : 1 **heure 45**.

Les six exercices sont indépendants. Si vous joignez cet énoncé à votre copie, indiquez ci-dessous votre nom, prénom et groupe.	
nom, prénom	groupe

1. **(3 points)** Le circuit[1] de la figure 1 permet de générer les tensions v_r, v_v et u_b nécessaires pour piloter un écran video couleur de type VGA à l'aide d'un circuit numérique. Les trois variables logiques r_2, r_1, r_0 sont utilisées pour générer la tension v_r indiquant le niveau de rouge d'un point de l'écran, les trois variables logiques v_2, v_1, v_0 sont utilisées pour générer la tension v_v indiquant le niveau de vert et les deux variables logiques b_1, b_0 sont utilisées pour générer la tension v_b indiquant le niveau de bleu. Combien y a t-il de niveaux différents de rouge, de vert et de bleu ? Combien y a t-il de couleurs différentes ?

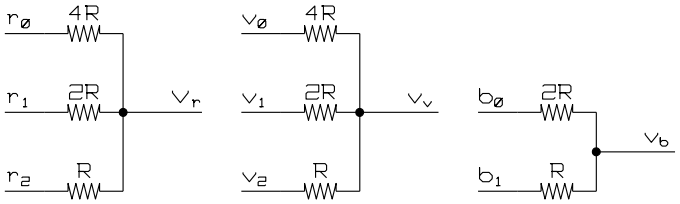


Figure 1: circuit étudié dans l'exercice 1.

2. **(3 points)** La norme MIDI (*Musical Instrument Digital Interface*) est un protocole de communication et de commande permettant l'échange de données entre instruments de musique électronique[2]. Au sein de cette norme, le système MTS (MIDI tuning standard) code la hauteur (ou fréquence) f de chaque note par le nombre entier naturel N codé en représentation binaire naturelle sur 7 bits. Ce nombre est obtenu par la relation[3]

$$f = 440 \times 2^{(N-69)/12} \quad \text{soit} \quad N = 69 + 12\,\mathrm{lb}(f/440)$$

où $\mathrm{lb}(x) = \log_2(x) = \ln(x)/\ln(2)$ est la fonction logarithme de base 2.

   (a) Quelle est la plus petite valeur de N, et à quelle fréquence correspond-elle ?

   (b) Quelle est la plus grande valeur de N, et à quelle fréquence correspond-elle ?

   (c) Quel est le code binaire des notes de fréquence 392 et 880 Hz ?

3. **(3 points)** Quelles sont les représentations au format IEEE 754 simple précision des nombres 2.0, 8.0 et 0.5 ? En déduire la structure générale de la représentation dans ce format des nombres de la forme 2^k.

4. **(3 points)** Un *décodeur* 3 *vers* 8 est un circuit[4] ayant 4 entrées e, a_2, a_1, a_0 et 8 sorties s_0, s_1, s_2, s_3, s_4, s_5, s_6, s_7. Toutes ces sorties sont presque toujours au niveau logique haut. Pour que la sortie s_a soit au niveau logique bas, il faut que e soit égal à 1 et que $(a_2\,a_1\,a_0)_2$ soit la représentation binaire du nombre a.

   (a) Compléter le tableau de vérité de la figure 2.

[1] Voir *Digilent Basys Board Reference Manual*, `http://www.digilentint.com/basys`

[2] Voir `http://fr.wikipedia.org/wiki/Musical_Instrument_Digital_Interface` et `http://en.wikipedia.org/wiki/MIDI_Tuning_Standard`

[3] Cette relation est basée sur la gamme tempérée, dans laquelle chaque demi-ton chromatique vaut $\sqrt[12]{2}$.

[4] Le circuit décrit ici est une version légèrement simplifiée du circuit `CD54/74HC138` de *Texas Instruments*.

(b) Donner une expression logique simplifiée de chaque sortie en fonction des 4 entrées. Pour obtenir ces expressions logiques, est-il préférable d'utiliser une somme canonique ou un produit canonique ?

e	a_2	a_1	a_0	s_0	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7
0	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0								
1	0	0	1								
1	0	1	0								
1	0	1	1								
1	1	0	0								
1	1	0	1								
1	1	1	0								
1	1	1	1								

Figure 2: tableau utilisé dans l'exercice 4. Le symbole X désigne un niveau logique indifférent (0 ou 1).

5. **(3 points)** Écrire le couple entité-architecture VHDL permettant d'implanter le circuit de l'exercice 4 page 1 dans un composant programmable.

6. **(5 points)** Le circuit[5] de la figure 4 est constitué de 3 bascules JK, numérotées de 0 à 2 de gauche à droite. Le signal H est un signal périodique de période T_h et de rapport cyclique égal à 50 %.

   (a) Ce circuit est-il synchrone ? Justifiez votre réponse.

   (b) Rappeler d'abord le tableau de comportement d'une bascule JK. Comment se comportent les bascules 0 et 2 ? Comment évoluent leurs sorties quand leurs entrées J sont égales à 0 ou à 1 ? Comment se comporte la bascule 1 ? Comment évolue sa sortie lorsque son entrée d'activation évolue ?

   (c) Faire un chronogramme représentant l'évolution de H, Q_0, Q_1 et Q_2 sur au moins 7 périodes du signal H, en complétant la figure 4. On considérera qu'à l'instant initial, les sorties des trois bascules sont au niveau logique bas et que ces 3 bascules ont le même retard de propagation. Quelle est la période du signal Q_1 ? Quel est son rapport cyclique ? Quelles sont les valeurs successives de $(Q_2\,Q_1\,Q_0)_2$?

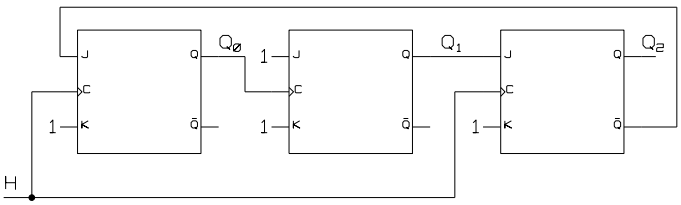


Figure 3: circuit étudié dans l'exercice 6.

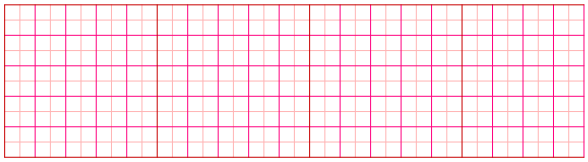


Figure 4: Papier millimétré permettant de tracer le chronogramme des variables logiques H, Q_0, Q_1, et Q_2 étudiées dans l'exercice 6.

[5] Voir G. Becke, E. Haseloff, *"TTL Applications : the complete guide"*, Texas Instruments, 1998, p 4-52.