

# CORRECTION

Section : <b>Technicien Supérieur Electronique</b>		Discipline : <b>Génie Electronique</b>	
<b>Devoir d'électronique</b>			
Domaine d'application : <b>Etude d'un système technique</b>	Type de document : <b>Evaluation</b>	Classe : <b>Première année</b>	Date :

## Conditions de travail

S'agissant d'une étude de système, il est conseillé de répondre aux parties **II** à **IV** dans l'ordre du sujet. La partie **V** [partie synthèse] est indépendante des 3 autres, bien qu'elle soit relative au même système technique. Toutes les réponses, sont à rédiger sur une copie, **et devront être numérotées très clairement**, en utilisant la numérotation des questions du sujet et **leurs notations exactes** à l'exception de toute autre.

Les tableaux à compléter, ne sont présentés sur le sujet qu'à titre indicatif : il s'agit d'une suggestion de présentation et non de documents réponse. **Le texte du sujet ne sera pas ramassé en fin de séance.**

Aucun document (sur support papier ou sur support électronique) autre que le texte du sujet n'est autorisé. L'usage des calculatrices est autorisé et celui des téléphones portables est interdit (même pour consulter l'heure, même pour « jouer »...) : aucun téléphone portable ne doit être visible sur les tables. Si l'une de ces conditions n'était pas respectée, le candidat est conscient que sa note serait alors de zéro, et ce sans aucune discussion possible ni possibilité de rattrapage.

## Barème sur 20 points

Question	II - 1	II - 2	II - 3	III - 1	III - 2	IV - 1	IV - 2	IV - 3	V - 1	V - 2	V - 3
Valeur en point	2	1	1	2	1	2	2	2	2	1	4

## Travail demandé

### I - Présentation du système étudié

Le système étudié est une perceuse à commandes numériques, dont le schéma fonctionnel de premier degré est donné à la figure 2. La partie électronique que nous allons étudier a pour rôle d'effectuer un affichage numérique de la vitesse de la perceuse.

La fonction FP1 permet de sélectionner une vitesse parmi 4, grâce à un interrupteur rotatif à 4 positions (la vitesse n°0 correspondant à l'arrêt du moteur de la perceuse). La fonction FP6 devra afficher sur un afficheur de type 7 segments un chiffre entre 0 et 3, représentant la vitesse de rotation réelle mesurée sur le moteur de la perceuse :

<b>Vitesse V du moteur</b>	0 tr.min <sup>-1</sup>	1000 tr.min <sup>-1</sup>	2000 tr.min <sup>-1</sup>	3000 tr.min <sup>-1</sup>
<b>Chiffre affiché par FP6</b>	0	1	2	3

Figure 1 : Affichage de la vitesse de rotation de la perceuse

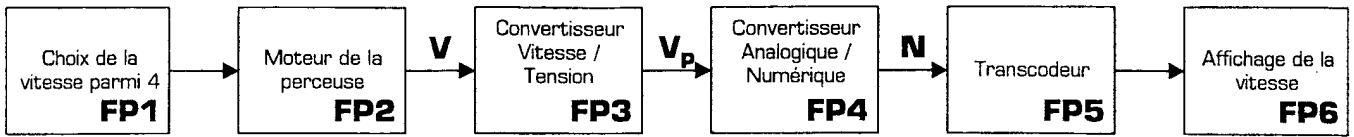
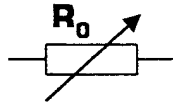


Figure 2 : Schéma fonctionnel du système

## II - Etude de FP3

Pour mesurer la vitesse du moteur, on utilise un capteur de vitesse, qui sera ici réduit à un dipôle résistif, de résistance  $R_0$  proportionnelle à la vitesse du moteur.

Symbole du capteur de vitesse :



Caractéristique du capteur utilisé :  $R_0 = k.V + r$ , où :

- \*  $R_0$  est la résistance du capteur pour une vitesse  $V$ , en  $\Omega$  [ohm]
- \*  $r$  est la résistance du capteur à la vitesse nulle :  $r = 1\text{ k}\Omega$
- \*  $V$  est la vitesse de rotation mesurée sur le moteur, en  $\text{tr.mn}^{-1}$  [tours par minute]
- \*  $K$  est une constante qui vaut  $1 \text{ }\Omega.\text{mn}.\text{tr}^{-1}$  [ohm minute par tour]

Le capteur de vitesse  $R_0$  est branché dans la structure électronique ci-dessous, représentant la fonction FP3, qui génère une tension  $V_p$  image de la vitesse de la perceuse :

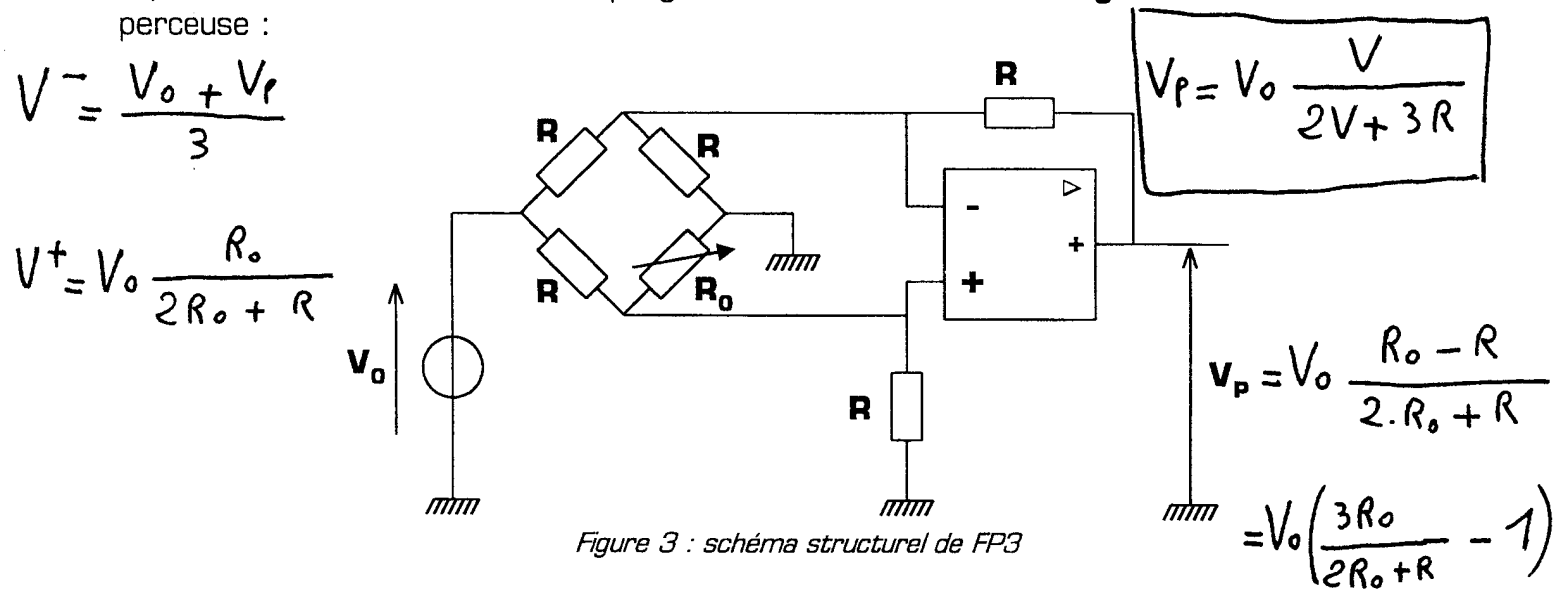


Figure 3 : schéma structurel de FP3

2 II - 1 - Donnez, en la démontrant, la relation entre la tension  $V_p$ , image de la vitesse, et la tension  $V_0$ . *il faut au moins V^- ou V^+ de juste pour avoir 0,5 points*

1 II - 2 - En déduire l'expression de  $V_p$  en fonction de la vitesse réelle  $V$  du moteur de la perceuse.

1 II - 3 - Reproduisez puis complétez le tableau de la figure 4, donnant la valeur de la tension  $V_p$  pour chacune des 4 vitesses  $V$  du moteur de la perceuse. On précise que  $R = 1\text{ k}\Omega$  et  $V_0 = 10\text{ V}$  sur la figure 3.

$V$	0	1000	2000	3000
$V_p$	0V	2V	2,8V	3,3V

$R_0 : 1\text{ k}\Omega \quad 2\text{ k}\Omega \quad 3\text{ k}\Omega \quad 4\text{ k}\Omega$

<b>V</b>	0 tr.min <sup>-1</sup>	1000 tr.min <sup>-1</sup>	2000 tr.min <sup>-1</sup>	3000 tr.min <sup>-1</sup>
<b>V<sub>P</sub></b>	0V	2V	2,8V	3,3V

Figure 4 : Tableau de correspondance entre la vitesse  $V$  et la tension  $V_P$

### III - Etude de FP4

La fonction FP3 nous a fournis une tension  $V_P$  différente pour chacune des 4 vitesses de la perceuse. La rôle de la fonction FP4 va être de convertir ces 4 tensions en 4 valeurs binaires différentes, dans le but d'obtenir une représentation numérique de la vitesse du moteur :



Figure 5 : Schéma fonctionnel de FP4

On retrouve en entrée de FP4 la tension  $V_P$  image de la vitesse de la perceuse, et en sortie de FP4 un mot binaire  $N$ , codé sur 3 bits  $B_0 B_1$  et  $B_2$  en binaire naturel ( $B_0$  étant le LSB), qui prendra 4 valeurs différentes en fonction de la vitesse du moteur. La figure 6 présente le schéma structurel de FP4 :

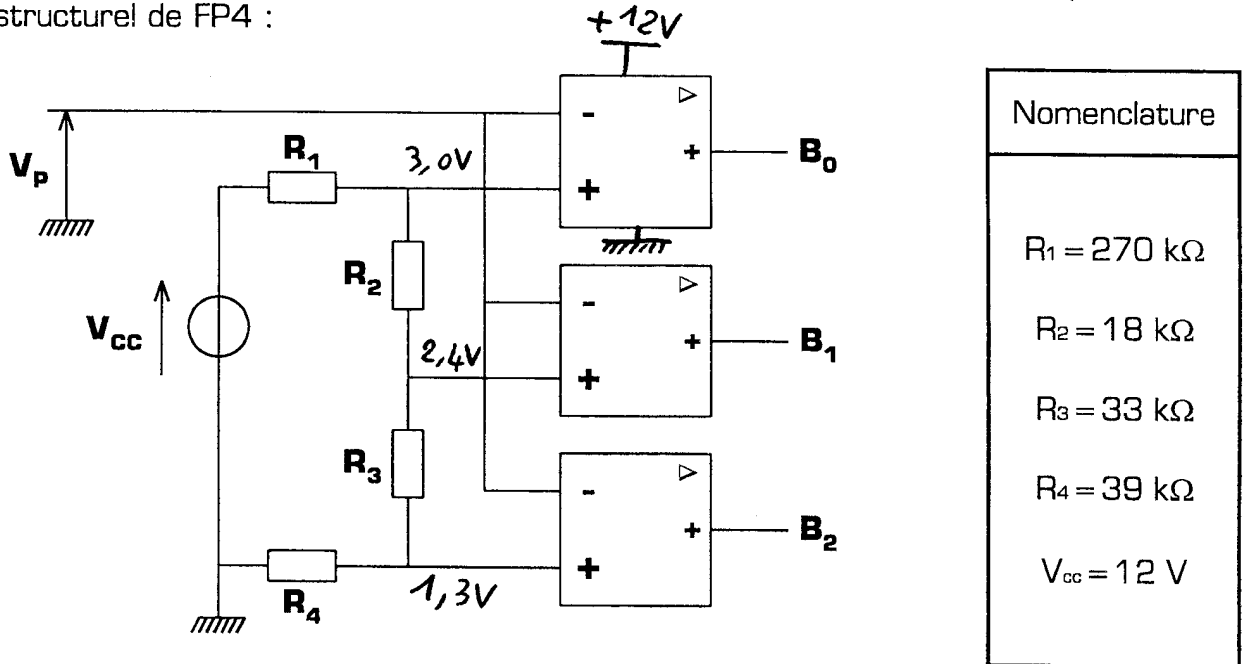


Figure 6 : Schéma structurel de FP4

$R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 360\text{ k}\Omega$

- 2 III - 1 - Expliquez brièvement le fonctionnement de cette structure, et calculez ses valeurs caractéristiques. → *Composants 3 seuils, 4 interneilles. Chaque interneille correspond à une vitesse.*
- 1 III - 2 - Reproduisez puis complétez le tableau de la figure 7, donnant la valeur [exprimée en décimal] du nombre  $N$  pour chacune des 4 vitesses  $V$  du moteur de la perceuse.

	$B_2 B_1 B_0$	1 1 1	0 1 1	0 0 1	0 0 0
<b>V</b>		0 tr.min <sup>-1</sup>	1000 tr.min <sup>-1</sup>	2000 tr.min <sup>-1</sup>	3000 tr.min <sup>-1</sup>
<b>N</b>		7	3	1	0

*1 si juste une  
0 si autres nombres*

Figure 7 : Tableau de correspondance entre la vitesse  $V$  et le nombre  $N$

*0,5 si N dans le gdr 0 1 3 7 0 si autres nombres.*

Remarque : il n'est pas nécessaire d'avoir obtenue les valeurs numériques de la partie II pour répondre aux questions de la partie III.

*ou des: IV trois codeurs III composés*

## IV - Etude de FP5

La fonction FP4 nous a fournis un nombre binaire N prenant une valeur différente pour chacune des 4 vitesses de la perceuse. La rôle de la fonction FP5 va être de transcoder ce nombre dans un code permettant d'afficher sur un afficheur 7 segments les chiffres de 0 à 3, **en fonction de la vitesse du moteur**, comme indiqué à la figure 1. La figure 8 rappelle la représentation des chiffres ainsi que le nom des différents segments d'un afficheur.

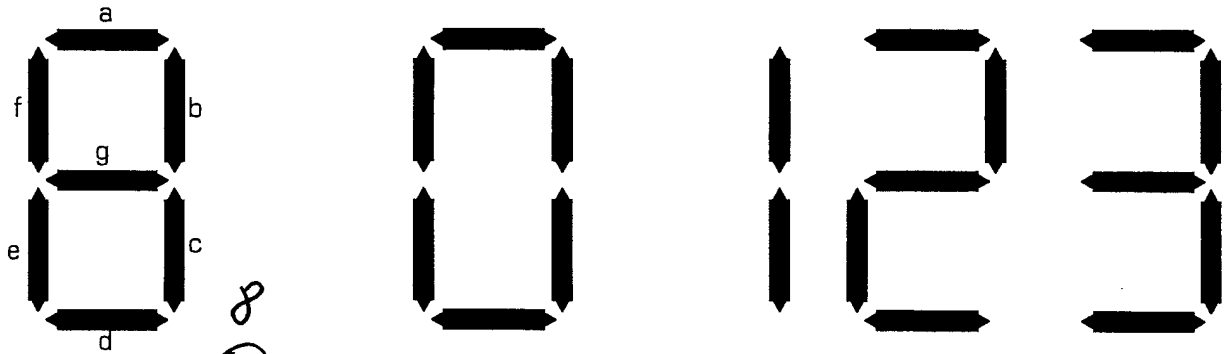


Figure 9 : Représentation des chiffres de 0 à 3 sur un afficheur 7 segments

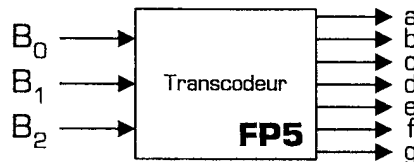


Figure 10 : Schéma fonctionnel de FP5

2 **IV - 1** - Proposez une table de vérité **complète** pour la fonction FP5. *1,5 si table 0137 avec des croix ou table 7310 avec des zéros. 0 si transcodeur bornier de 0 à 7*

2 **IV - 2** - Donnez l'équation logique et représentez le logigramme des 3 sorties **a, b, et e** du transcodeur. *1 si équation simplifiée et correspondante à le TDV. 0,5 si équations non simplifiées.*

2 **IV - 3** - Les sorties des circuits logiques de la fonction FP5 (qui ne peuvent pas délivrer plus d'1 mA) ne permettent pas d'alimenter directement les segments de l'afficheur, qui ont besoin d'un courant de 15 mA pour s'allumer correctement. Proposez une structure simple permettant de réaliser l'interfaçage entre une sortie de FP5 et le segment qui lui est associé, en précisant les valeurs ou les caractéristiques principales des composants que vous avez choisis d'utiliser. On précise que l'afficheur utilisé est à cathode commune. *1 si schéma simple (transistor en commutation) 1 si valeurs précisées (R<sub>B</sub>, R<sub>L</sub> et β)*

## V - Amélioration de la précision du système

On désire construire une seconde génération de ce type de perceuse, où la vitesse serait alors programmable entre 1000 tr.min<sup>-1</sup> et 3900 tr.min<sup>-1</sup>, **réglable à 100 tr.min<sup>-1</sup> près**.

La structure actuelle de FP1 ne permet pas une telle précision. L'interrupteur rotatif de FP1 est remplacé par un clavier numérique à 10 touches, numérotées de 0 à 9. Pour choisir une vitesse parmi les 40 possibles, l'utilisateur devra saisir sur le clavier les 2 chiffres correspondant à la vitesse désirée. Exemple : touche 1 puis touche 7 pour programmer la vitesse de 1700 tr.min<sup>-1</sup>. Comme le montre la figure 11, le clavier utilisé est un clavier matriciel, associé à un multiplexeur MX et à un démultiplexeur DMX.

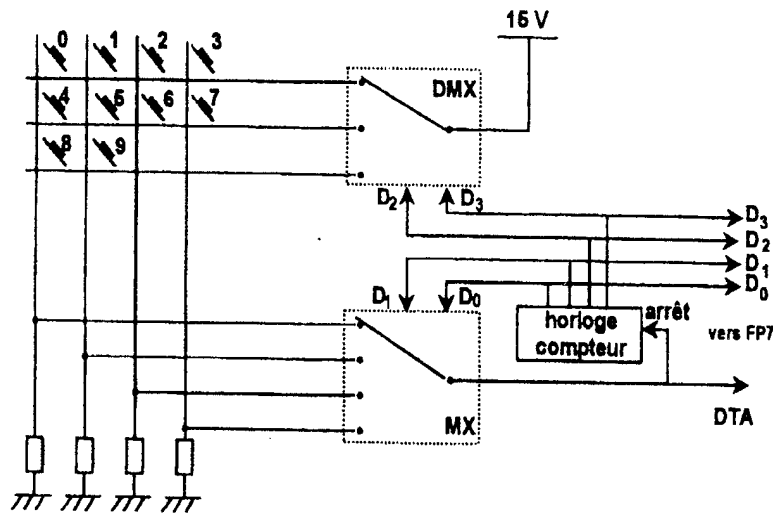


Figure 11 : Nouvelle structure de FP1 pour saisir la vitesse de la perceuse

Remarque : Sur la figure 11, le MX et le DMX sont représentés dans la position correspondant à la mise à zéro de toutes leurs entrées d'adresse.

2 *→ parler du compteur et de son arrêt.*  
**V - 1** - Expliquez brièvement le fonctionnement de cette structure, et donnez le rapport existant entre le numéro de la touche appuyée et le nombre binaire présent sur le bus de sortie D<sub>0</sub> à D<sub>3</sub> [nombre qui est ensuite traité par un microcontrôleur, non étudié ici].

1 **V - 2** - Préciser le rôle des résistances reliant les colonnes du clavier à la masse. Comment appelle-t-on de telles résistances ? Dans quel cas interviennent-elles ?  
*Maintien au niveau BAS les entrées du MX lorsqu'aucune touche n'est enfoncée.*

4 **V - 3** - La scrutation du clavier, doit être effectuée environ 100 fois par seconde. Proposez un schéma structurel réalisant le bloc « Horloge Compteur » de la figure 11, en mettant en œuvre les composants 4093 et 4029 dont la documentation constructeur est fournie pages 6 et 7. Tous les composants annexes devront être dimensionnés, en choisissant les résistances dans la série E24, et les condensateurs dans la série E3. On précise que la tension d'alimentation de FP1 est de 15V.

*1 point si est tel le dessin correctement*

Valeurs de la série normalisée **E24** :

110	120	130	150	160	180	200	220	240	270	300	330
360	390	430	470	510	560	620	680	750	820	910	1000

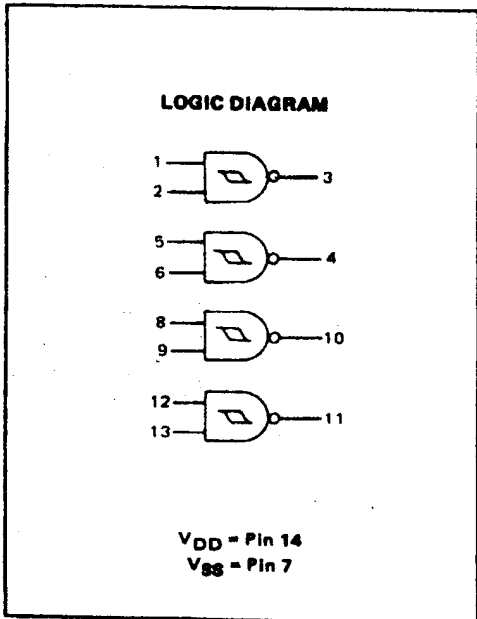
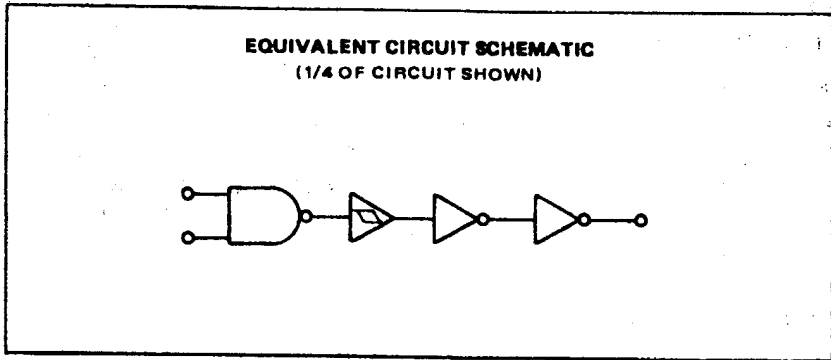
Valeurs de la série normalisée **E3** :

220	470	1000
-----	-----	------

On rappelle ci-dessous l'expression du temps de charge **t** d'un condensateur **C** à travers une résistance **R** :

$$t = R \cdot C \cdot \ln \frac{V_{\text{asymp}} - V_{\text{init}}}{V_{\text{asymp}} - V_{\text{final}}}$$

Documentation technique du circuit 4093 [4 portes Trigger ET-NON à 2 entrées] :



This device contains protection circuitry to guard against damage due to high static voltages or electric fields. However, precautions must be taken to avoid applications of any voltage higher than maximum rated voltages to this high-impedance circuit. For proper operation,  $V_{in}$  and  $V_{out}$  should be constrained to the range  $V_{SS} \leq (V_{in} \text{ or } V_{out}) \leq V_{DD}$ . Unused inputs must always be tied to an appropriate logic voltage level (e.g., either  $V_{SS}$  or  $V_{DD}$ ). Unused outputs must be left open.

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** (Voltages Referenced to  $V_{SS}$ )

Characteristic	Symbol	$V_{DD}$ Vdc	-55°C		25°C			125°C		Unit
			Min	Max	Min	Typ #	Max	Min	Max	
Output Voltage $V_{in} = V_{DD}$ or 0	"0" Level VOL	5.0	—	0.05	—	0	0.05	—	0.05	Vdc
		10	—	0.05	—	0	0.05	—	0.05	
$V_{in} = 0$ or $V_{DD}$	"1" Level VOH	5.0	4.95	—	4.95	5.0	—	4.95	—	Vdc
		10	9.95	—	9.95	10	—	9.95	—	
Output Drive Current ( $V_{OH} = 2.5$ Vdc) ( $V_{OH} = 4.8$ Vdc) ( $V_{OH} = 9.5$ Vdc) ( $V_{OH} = 13.5$ Vdc)  ( $V_{OL} = 0.4$ Vdc) ( $V_{OL} = 0.5$ Vdc) ( $V_{OL} = 1.5$ Vdc)	Source IOH	5.0	-3.0	—	-2.4	-4.2	—	-1.7	—	mAdc
		10	-0.64	—	-0.51	-0.88	—	-0.36	—	
		15	-1.6	—	-1.3	-2.25	—	-0.9	—	
	Sink IOL	5.0	0.64	—	0.51	0.88	—	0.36	—	mAdc
		10	1.6	—	1.3	2.25	—	0.9	—	
		15	4.2	—	3.4	8.8	—	2.4	—	
Input Current	$I_{in}$	15	—	$\pm 0.1$	—	$\pm 0.00001$	$\pm 0.1$	—	$\pm 1.0$	$\mu\text{Adc}$
Input Capacitance ( $V_{in} = 0$ )	$C_{in}$	—	—	—	—	5.0	7.5	—	—	pF
Quiescent Current (Per Package)	$I_{DD}$	5.0	—	0.25	—	0.0005	0.25	—	7.5	$\mu\text{Adc}$
		10	—	0.5	—	0.0010	0.5	—	15	
		15	—	1.0	—	0.0015	1.0	—	30	
Total Supply Current**f (Dynamic plus Quiescent, Per Package) ( $C_L = 50$ pF on all outputs, all buffers switching)	$I_T$	5.0	$I_T = (1.2 \mu\text{A/kHz}) f + I_{DD}$							$\mu\text{Adc}$
		10	$I_T = (2.4 \mu\text{A/kHz}) f + I_{DD}$							
		15	$I_T = (3.6 \mu\text{A/kHz}) f + I_{DD}$							
Hysteresis Voltage	$V_{HT}$	5.0	0.3	2.0	0.3	1.1	2.0	0.3	2.0	Vdc
		10	1.2	3.4	1.2	1.7	3.4	1.2	3.4	
		15	1.6	5.0	1.6	2.1	5.0	1.6	5.0	
Threshold Voltage Positive-Going	$V_{T+}$	5.0	2.2	3.6	2.2	2.9	3.6	2.2	3.6	Vdc
		10	4.8	7.1	4.8	5.9	7.1	4.8	7.1	
		15	6.8	10.8	6.8	8.8	10.8	6.8	10.8	
Negative-Going	$V_{T-}$	5.0	0.9	2.8	0.9	1.9	2.8	0.9	2.8	Vdc
		10	2.5	5.2	2.5	3.9	5.2	2.5	5.2	
		15	4.0	7.4	4.0	5.8	7.4	4.0	7.4	

# Documentation technique du circuit 4029 :

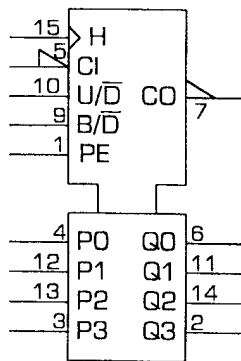
## Compteur/décompteur synchrone programmable binaire/décimal

Le 4029 est un compteur synchrone sur quatre bits, déclenché par un flanc, avec une entrée d'horloge (CK), une entrée de retenue ( $\bar{C}I$ ) active au niveau logique bas, une entrée de commande comptage/décomptage (U/D), une entrée de commande binaire/décimal (B/D), une entrée de validation de programmation asynchrone et prioritaire active au niveau logique haut (PE), quatre entrées de données parallèles (P<sub>0</sub>...P<sub>3</sub>), quatre sorties parallèles (Q<sub>0</sub>...Q<sub>3</sub>), et une sortie retenue active au niveau logique bas (CO).

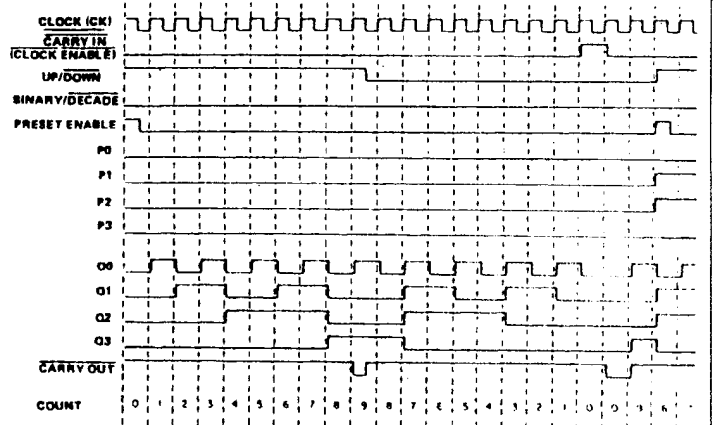
Les informations présentes sur les entrées parallèles sont chargées dans le compteur lorsque l'entrée de validation de programmation (PE) est au niveau logique haut, indépendamment de l'état des autres entrées. En forçant cette entrée au niveau logique bas, on obtient un comptage synchrone cadencé par les flancs montants du signal d'horloge.

Le type de fonctionnement est déterminé par les trois entrées synchrones de commande de mode: comptage/décomptage, binaire/décimal et entrée retenue (voir la table de sélection de mode de fonctionnement). Ces entrées ne doivent être stables que pendant la durée minimale d'établissement précédant le flanc montant du signal d'horloge et durant la durée minimale de maintien qui lui succède. La sortie retenue est au niveau logique bas lorsque le compteur a atteint sa valeur maximale, déterminée par le mode de comptage, et à condition que l'entrée retenue soit au niveau logique bas.

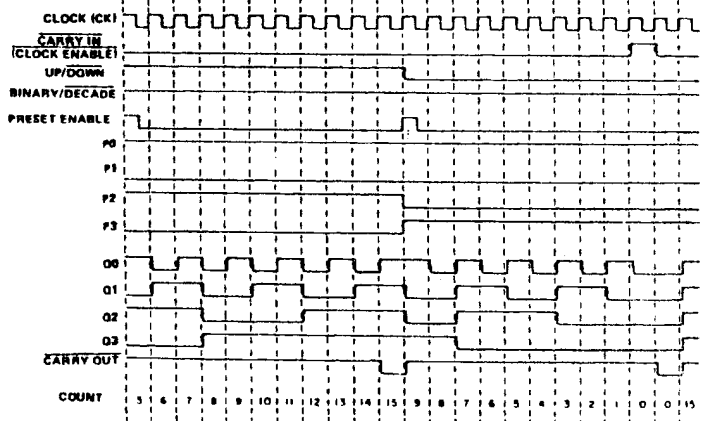
Symbole IEEE du 4029 :



Boîtier DIL 16  
V<sub>DD</sub> 16  
V<sub>SS</sub> 8



Timing diagram decade mode.



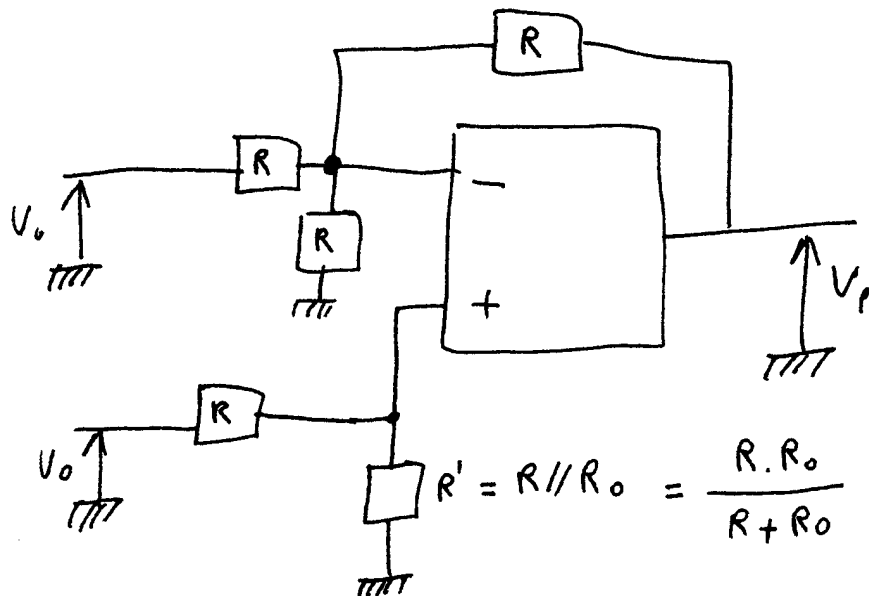
Timing diagram binary mode.

### MODE SELECTION TABLE

PE	BIN/DEC	UP/DN	$\bar{C}I$	CK	MODE
1	X	X	X	X	Parallel load (P <sub>n</sub> → Q <sub>n</sub> )
0	X	X	1	X	No change
0	0	0	0		Count down, decade
0	0	1	0		Count up, decade
0	1	0	0		Count down, binary
0	1	1	0		Count up, binary

X = Don't care

## II - Etude de FP3:



$$V^- = V_0 \frac{\frac{R}{2}}{R + \frac{R}{2}} + V_p \frac{\frac{R}{2}}{R + \frac{R}{2}} = \frac{V_0 + V_p}{3}$$

$$\begin{aligned}
 V^+ &= V_0 \frac{R'}{R' + R} = \frac{R \cdot R_0}{R + R_0} \cdot \frac{1}{\frac{R \cdot R_0}{R + R_0} + R} \cdot V_0 \\
 &= \frac{R \cdot R_0}{R + R_0} \cdot \frac{R + R_0}{R \cdot R_0 + R \cdot R_0 + R^2} \cdot V_0 \\
 &= \frac{R_0}{2R_0 + R} \cdot V_0
 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \frac{V_p}{3} = V_0 \left( \frac{R_0}{2R_0 + R} - \frac{1}{3} \right)$$

$$\begin{aligned}
 \Rightarrow V_p &= V_0 \left( \frac{3R_0}{2R_0 + R} - 1 \right) \\
 &= V_0 \frac{R_0 - R}{2R_0 + R}
 \end{aligned}$$

$$= V_0 \frac{kV + R - R}{2kV + 2R + R}$$

et comme  $R = R = 1k\Omega$ :

$$V_p = V_0 \frac{kV}{2kV + 3R} \text{ avec } k=1$$



# IV - étude du TRANSCODEUR FP5

$B_2$	$B_1$	$B_0$	a	b	c	d	e	f	g	Affichage
0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	3
0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	2
0	1	0	x	x	x	x	x	x	x	Rien (jamais utilisé)
0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1
1	0	0								
1	0	1	x	x	x	x	x	x	x	Rien (jamais utilisé)
1	1	0								
1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0

équations:

$$b = 1$$

a:

	$B_0$	$B_1$	$B_2$
$B_0$	1	x	0
$B_1$	x	x	1
$B_2$	1	x	x

$$a = B_2 + \overline{B_1}$$

e:

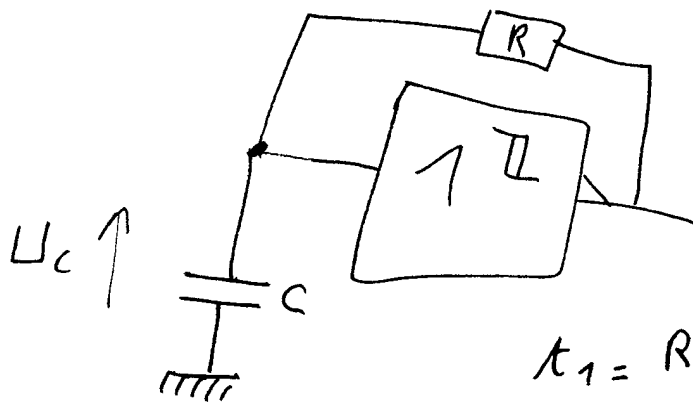
	$B_0$	$B_1$	$B_2$
$B_0$	0	x	0
$B_1$	x	x	1
$B_2$	1	x	x

$$e = B_2 + (B_1 \oplus B_0)$$

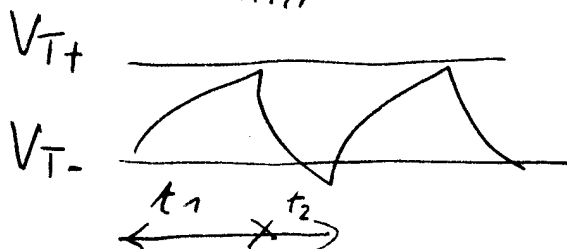
### V-3 Bloc horloge compteur.

- le compteur fonctionne en mode Binaire
- il compte de 0 à 15
- 1 soustraction du décompte
- il faut donc qu'il compte 100 fois par seconde de 0 à 15
- 1 cycle doit durer  $\frac{1}{100} \text{ s} = 10 \text{ ms}$
- 1 cycle = 16 périodes d'horloge
- donc l'horloge doit avoir une période de  $\frac{10 \text{ ms}}{16} = \frac{5}{8} \text{ ms} = 625 \mu\text{s} = T$

Astuce à part trigger:



$$\left. \begin{array}{l} V_{T-} = 5,8 \text{ V} \\ V_{T+} = 8,8 \text{ V} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Valeurs typiques} \\ \text{à } 25^\circ\text{C} \\ \text{pour} \\ V_{DD} = 15 \text{ V} \\ \text{d'après le doc} \end{array}$$



$$t_1 = RC \ln \frac{15 - 5,8}{15 - 8,8} = RC \ln 1,748 = 0,4 RC$$

$$t_2 = RC \ln \frac{8,8}{5,8} = 0,4 \cdot RC$$

en fait  $t_1 = 0,39 RC$  et  $t_2 = 0,41 RC$

$$\text{Donc } T = t_1 + t_2 = RC \times 0,8$$

$$\text{Il nous faut donc une constante de temps } RC = \frac{T}{0,8} = \frac{625 \mu\text{s}}{0,8} = 781 \mu\text{s}$$

$$\text{soit : } C = 22 \text{ nF et } R = 36 \text{ k}\Omega$$

$$\Rightarrow R \times C = 792 \mu\text{s et } T = 633 \mu\text{s (1 cycle = 10,14 ms)}$$

**Retrouvez d'autres cours sur le site ressource**

**[www.gecif.net](http://www.gecif.net)**

**Téléchargez librement sur Gecif.net :**

- ✍ **des cours et des TP de Génie Electrique**
- ✍ **des exercices et des évaluations avec corrections**
- ✍ **des ressources Automgen, ISIS Proteus et Flowcode**
- ✍ **des QCM pour réviser les cours et vous entraîner**
- ✍ **des logiciels d'électronique pour les installer chez vous**
- ✍ **des dossiers techniques de systèmes originaux**
- ✍ **des fiches pratiques sur tous les domaines des sciences de l'ingénieur**
- ✍ **des sujets de BAC**
- ✍ **et bien plus encore sur Gecif.net !**