

TRIEUSE DE BOUTEILLES EN VERRE

Q1	code BCD (sur 7bits)	Codage	
Q2 à Q3	Puissance moyenne LED	LED (IR)	
Q4 à Q11	Comparateur	Comparais. analog.	Diode
Q12 à Q13	Monostable	Monostable	
Q14	Zener	Diode	
Q15	MOS	MOS	Transistor
Q16 Q17 et Q20	Générateur de rampe	AOP (linéaire)	Condo MOS
Q18 à Q19	Echantil. bloqueur	Echantil. bloqueur	
Q12 à Q22	Conv fréqu./ tension	Conv fréqu./ tension	
Q23 à Q24	Conv tension/ fréqu	Conv tension/ fréqu	
Q25 à Q30	Compteur à sortie décodée		Bascule D

MISE EN SITUATION

Une entreprise industrielle produit des bouteilles en verre destinées à contenir des boissons telles que : Bière, vin d'Alsace, Champagne ...

Le conditionnement de ces boissons est très important pour leur négoce. Il existe un besoin de produire des bouteilles de différents types et de différents formats.

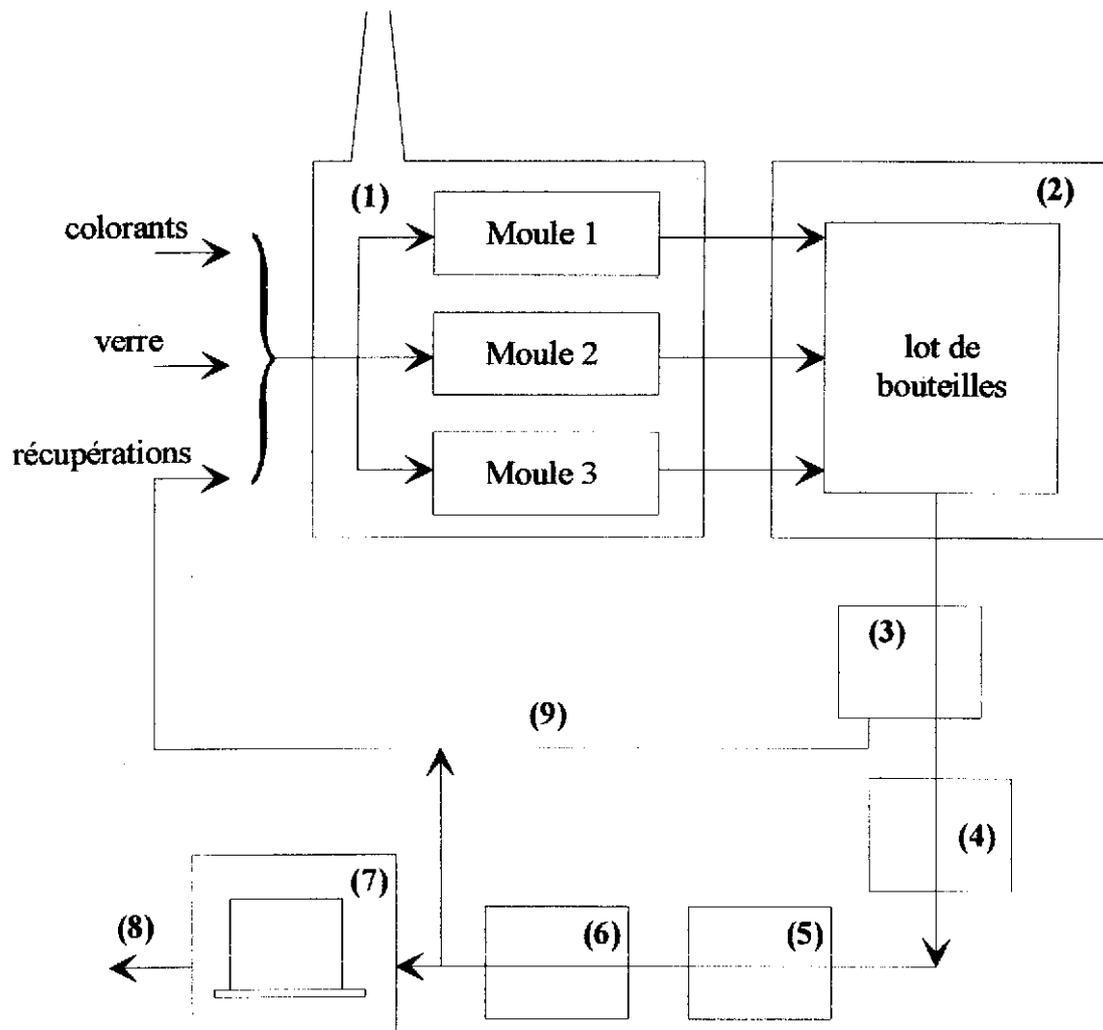
Les bouteilles sont fabriquées en grandes séries par moulage du verre dans un **four automatisé (1)**.

Un refroidissement lent est alors effectué dans une **chambre à atmosphère contrôlée (2)**.

Les bouteilles sont ensuite acheminées sur une chaîne de contrôle afin d'y subir des tests de qualité (**Lecture du code de moule (3)**, **contrôle d'apparence externe (4)**, **contrôle de transparence (5)**, **contrôle de circularité (6)**).

Les bouteilles validées sont dirigées vers une **unité de palettisation (7)** et de **stockage (8)**.

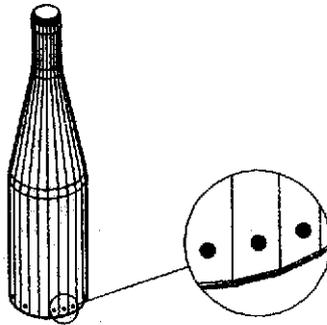
Toute bouteille qui ne vérifie pas la qualité désirée est alors évacuée pour servir de matière de **récupération** pour fabriquer de nouvelles bouteilles (**9**).



Le contrôle d'une bouteille est géré à partir du code du moule qui a servi à fabriquer la bouteille en question. Si le nombre de bouteilles défectueuses issues d'un même moule dépasse 0,5% du nombre de bouteilles qu'il a produit, toutes les bouteilles issues de ce moule seront impitoyablement évacuées vers (9) !

L'objet technique dont nous vous proposons l'étude est l'unité de lecture du code de moule en vue du tri des bouteilles (3).

Chaque bouteille présente à son embase une série de marques sphériques en relief (voir figure ci-dessous).



Cette série de marques matérialise le code du moule dont la bouteille est issue. Il suffit de présenter un capteur optique devant la bouteille et de la faire se déplacer en rotation autour de son axe pour identifier son code de moule. Si le code correspond à celui d'un moule jugé défectueux, la bouteille doit être évacuée. L'unité opérative présentée ci-dessous permet de réaliser ce processus automatiquement.

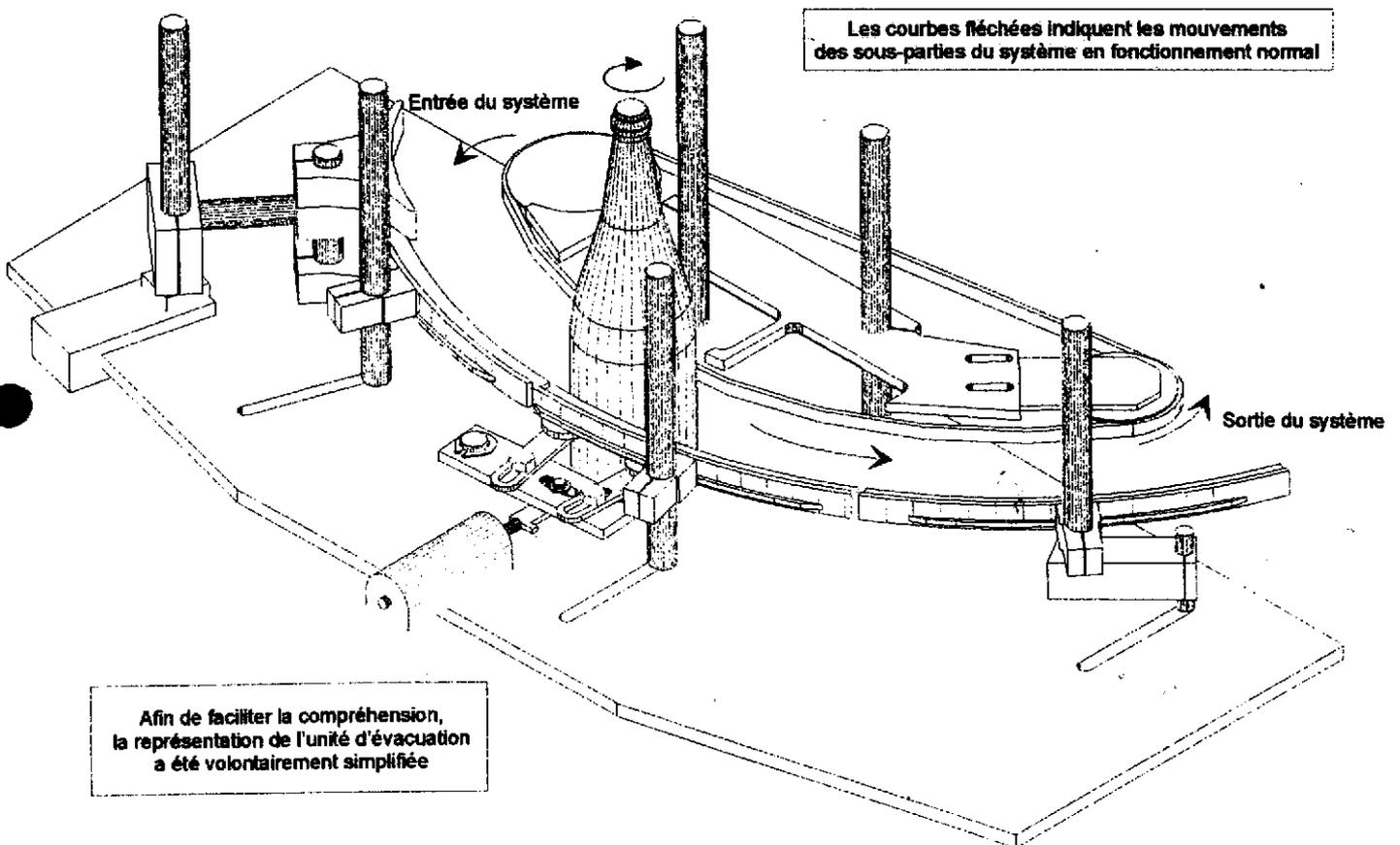
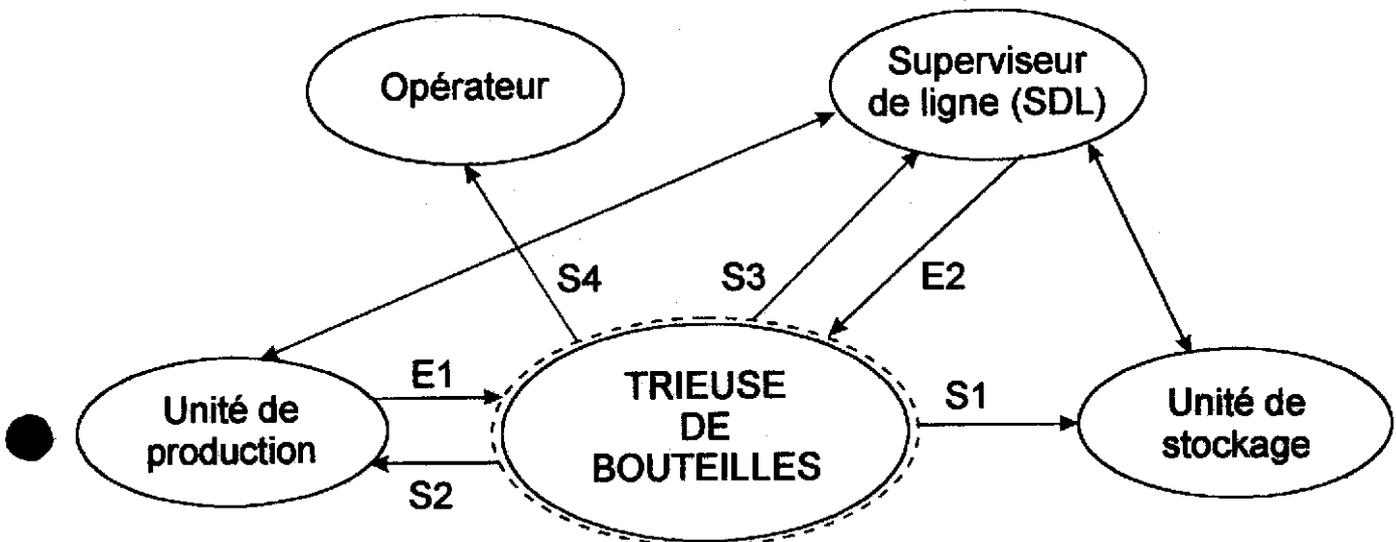


Diagramme sagittal :

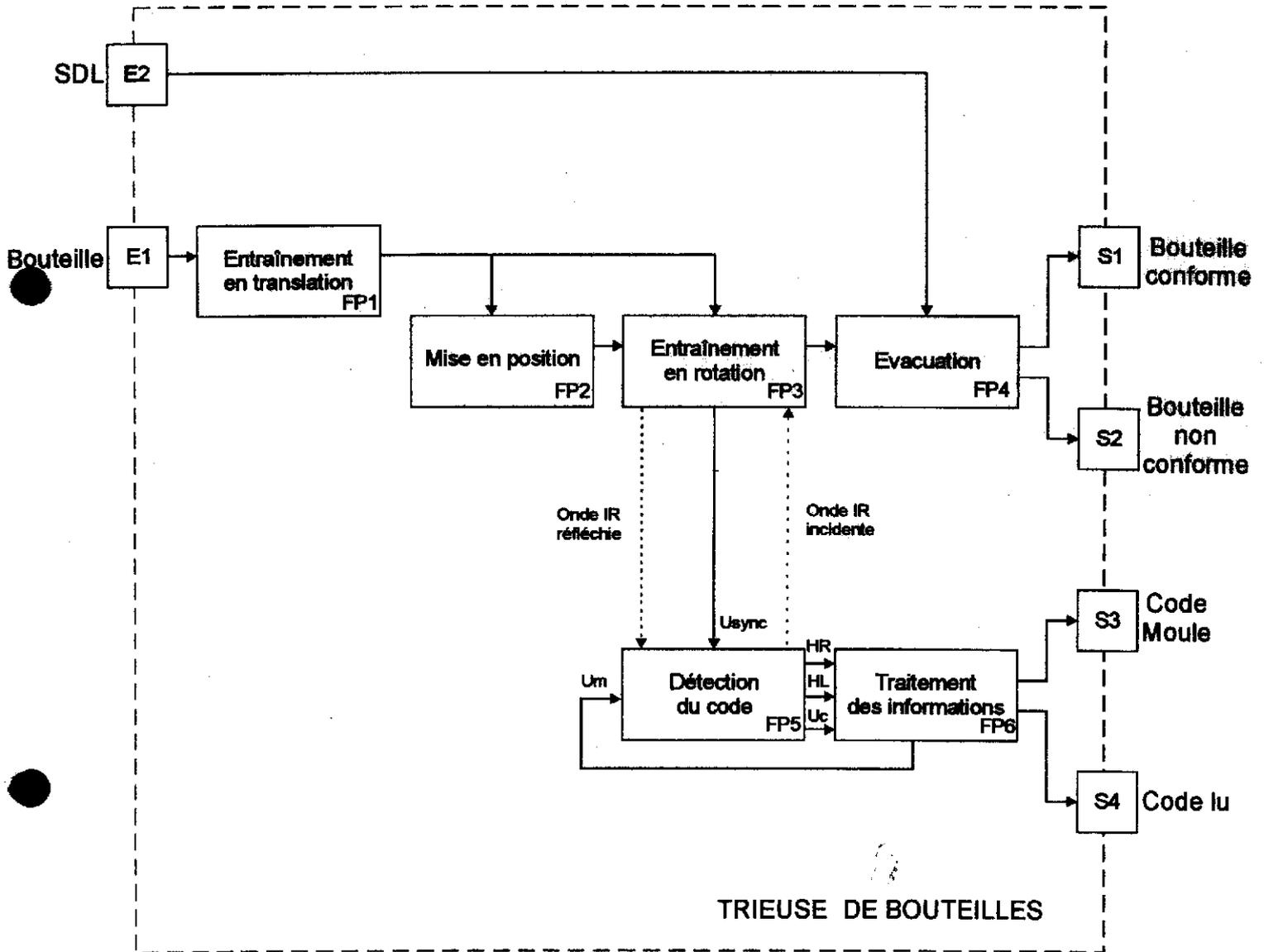


- E1: Bouteille non triée issue de la chaîne de fabrication.
- E2: Ordre sélectif d'éjection en provenance du superviseur de ligne.
- S1: Bouteille triée, reconnue issue d'un moule conforme.
- S2: Bouteille triée, reconnue issue d'un moule non conforme.
- S3: Code de numéro de moule transmis au superviseur.
- S4: Ensemble de témoins de bon fonctionnement.

Note:

Le superviseur de ligne est chargé du contrôle de la ligne de production en temps réel. Il centralise les résultats des différents tests de conformité effectués sur les bouteilles. A partir d'un certain seuil de défauts sur un moule donné, il donne un ordre d'éjection systématique des bouteilles issues de ce moule.

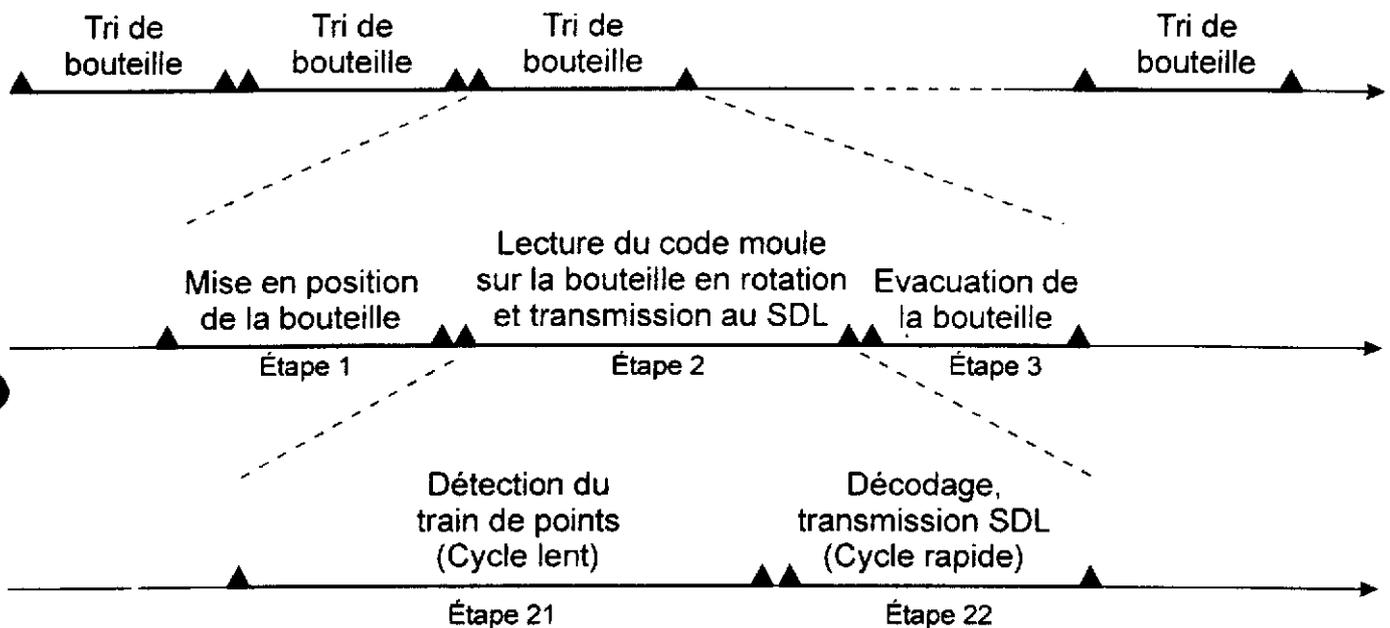
Schéma fonctionnel de degré 1



Séquence des tâches:

La description ci-dessous détaille l'ordre des différentes opérations.

Le tri est asynchrone, les bouteilles arrivent par lots et des pauses de durées indéterminées séparent les lots.



La **détection du train de points** (codage donné en annexe page CA2/8) s'effectue au début du cycle de lecture. On appelle cette phase **cycle lent**. Elle est suivie d'un traitement des signaux reçus par le récepteur infra-rouge en une durée beaucoup plus courte. La cadence des **opérations de traitement** (décodage des signaux, transmission au superviseur du numéro de moule lu) étant réalisée à un rythme rapide, on appelle donc cette phase **cycle rapide**.

Détection d'un point

La présence d'un point (petite marque en relief) à la base de la bouteille provoque la réflexion de l'onde infrarouge émise vers le récepteur.

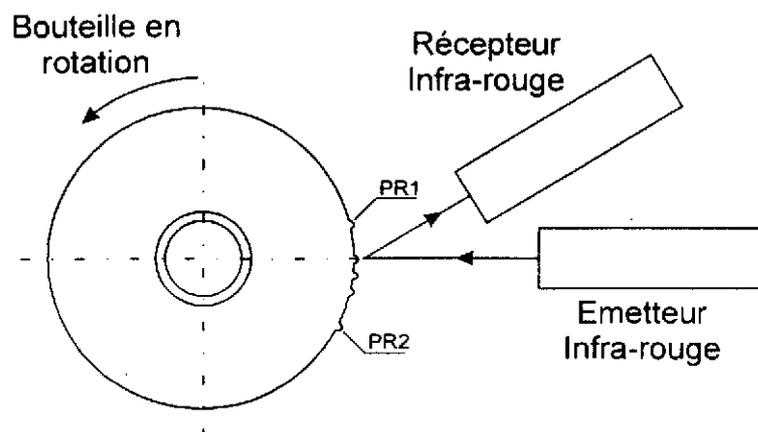
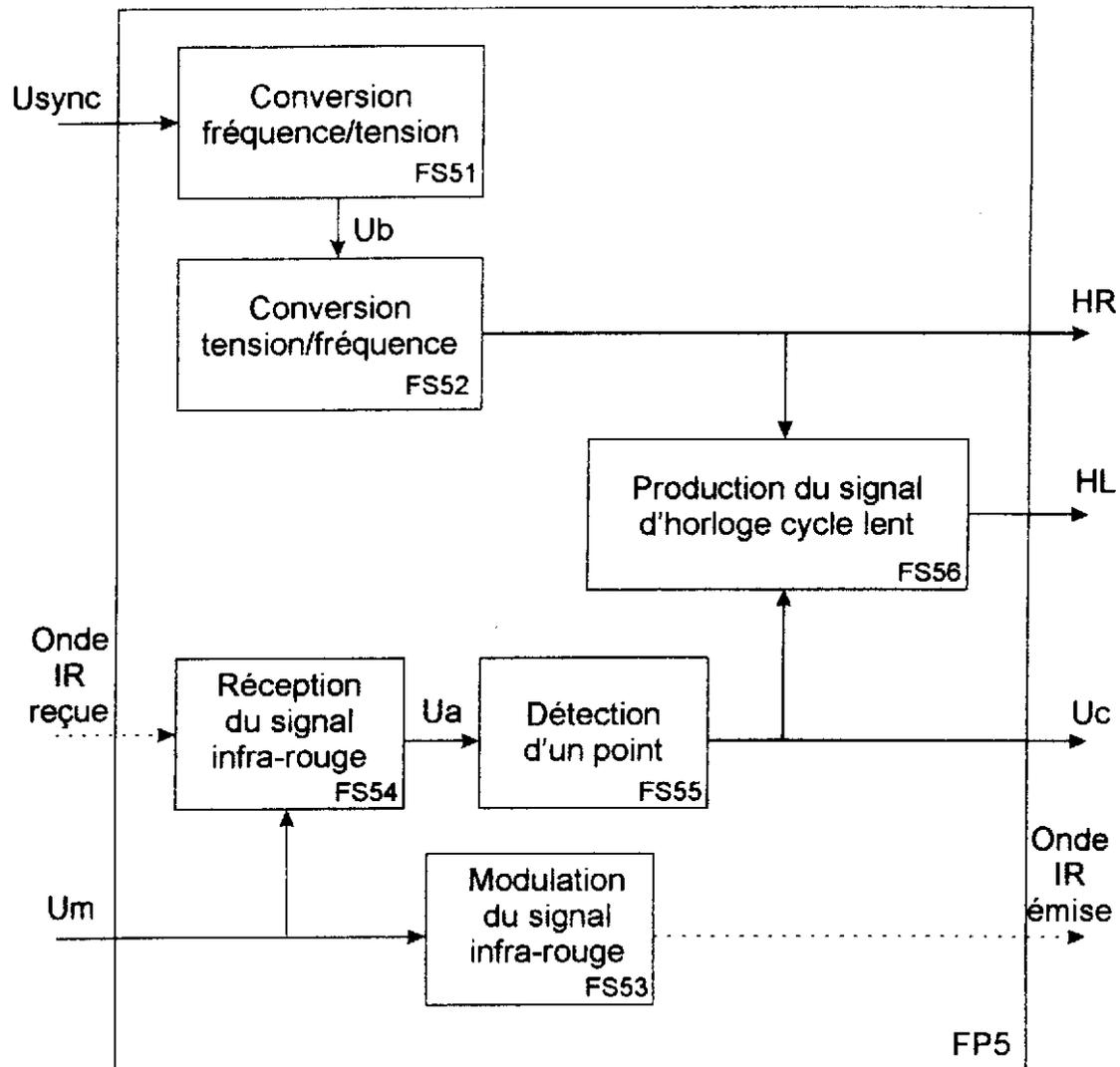


Schéma fonctionnel de degré 2 de FP5.



- Usync: provient d'un capteur situé sur la partie opérative, il produit un signal carré dont la fréquence est proportionnelle à la vitesse angulaire de rotation de la bouteille.
- Ub: signal intermédiaire dont la valeur instantanée est proportionnelle à la fréquence de Usync.
- HR: signal d'horloge rapide nécessaire au cadencement du cycle rapide.
- HL: signal d'horloge lent nécessaire pour l'interprétation des points reçus.
- Um: provient de la fonction FP6 "traitement des informations". Il module l'éclairage de la DEL infra-rouge d'émission.
- Ua: est proportionnelle à l'intensité de l'onde infra-rouge reçue.
- Uc: représente la détection d'un point sur la bouteille.

C1 Etude du codage du numéro du moule.

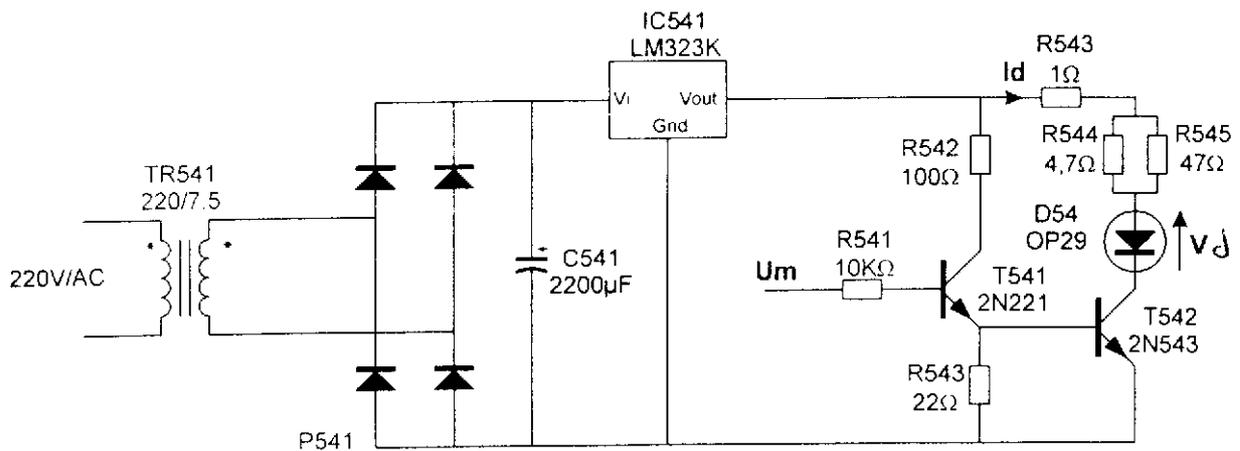
On se propose, dans cette partie, de découvrir le principe de codage du numéro de moule.

Q1: A partir de la documentation fournie en annexe CA2/8, complétez le tableau 1 sur le document réponse CR1 en indiquant le numéro du moule pour chaque ligne de code.

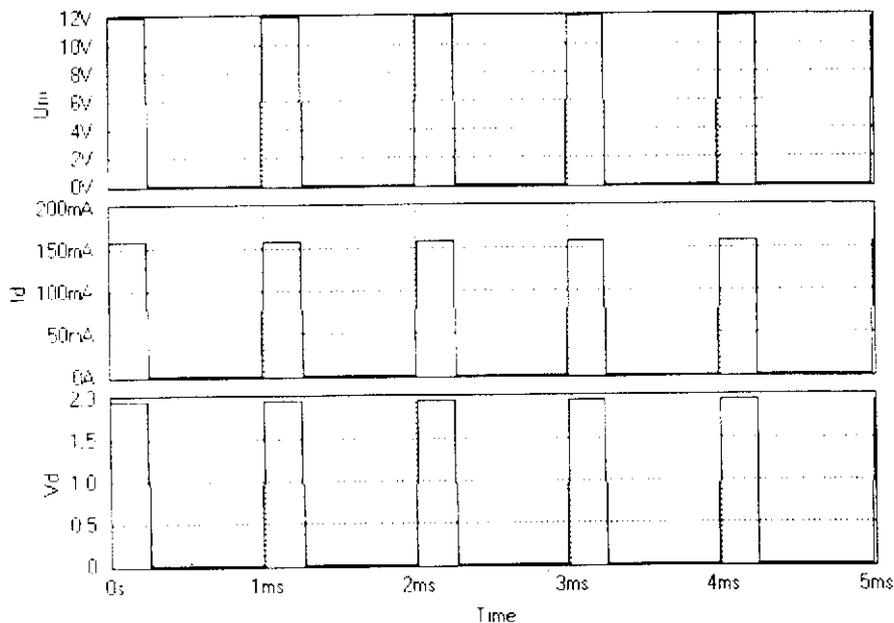
C2 Etude de l'émission infra-rouge (FS53).

Nous vérifions ici la validité du choix de l'élément d'émission du faisceau infra-rouge.

Le schéma structurel ci-dessous détaille la fonction FS53.



La simulation de cette fonction a donné les chronogrammes suivants:

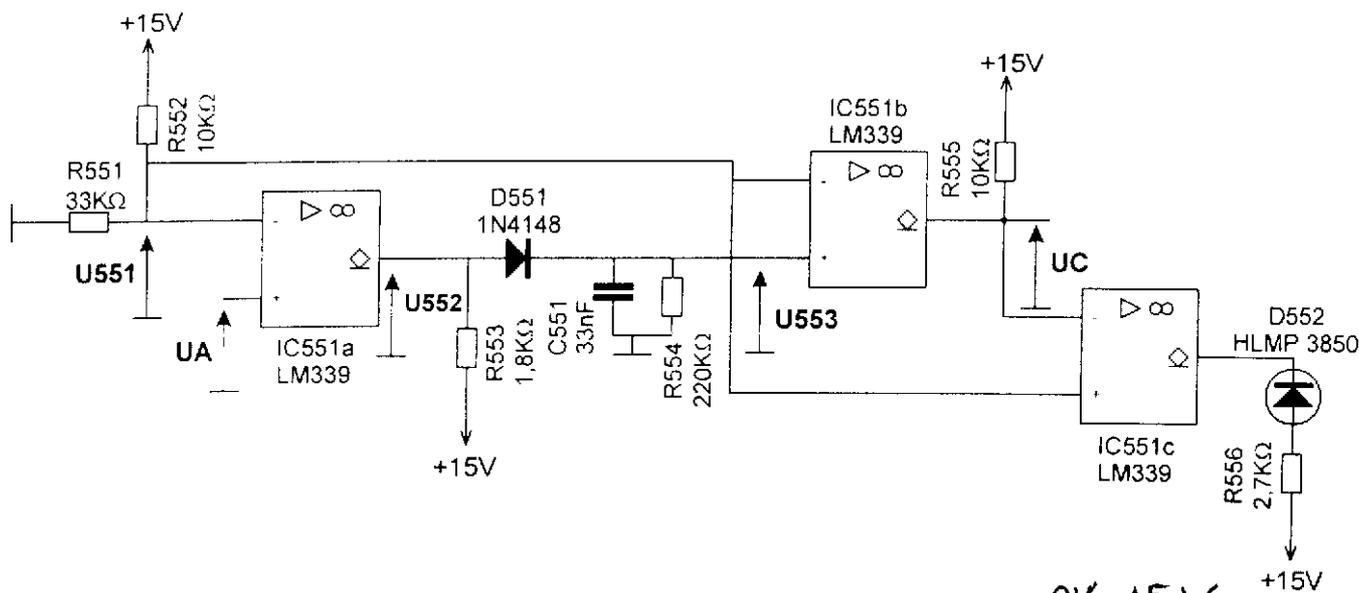


Q2: A partir des résultats de la simulation, estimez la puissance moyenne dissipée dans la DEL d'émission OP290. Vous détaillerez votre calcul.

Q3: Cette valeur est-elle compatible avec les préconisations du constructeur ? Justifiez votre réponse.

C3 Etude de la détection d'un point (FS55).

Nous allons étudier la détection d'un point sur une bouteille par la variation d'intensité du signal infra-rouge (modulé en amplitude) réfléchi.



- Les amplificateurs opérationnels montés en comparateurs et alimentés en $+15V$ seront considérés comme parfaits (gain et impédance d'entrée infinis) et $V_{sat} = 0V$. Pour la diode 1N4148, $V_d \leq 0,6V$.

Q4: Calculez la valeur de la tension U551.

Q5: Que signifie le symbole \diamond associé aux sorties du circuit IC551 ? Complétez le tableau 2, document réponse CR1, en indiquant l'état du transistor de sortie de IC551a en fonction du niveau logique de U552.

Q6: On suppose que U552 vient de passer à l'état logique haut et C551 déchargé. Quel est l'état de la diode D551 ? Dessinez le schéma équivalent du circuit { R553, D551, C551, R554 }. Calculez la constante de temps τ_1 du circuit de charge de C551.

Q7: On suppose que U552 vient de passer à l'état logique bas et C551 chargé. Quel est l'état de la diode D551 ? Dessinez le schéma équivalent du circuit { R553, D551, C551, R554 }. Calculez la constante de temps τ_2 du circuit de décharge de C551.

- La tension UA est proportionnelle à la qualité de la réflexion du faisceau infra-rouge sur la bouteille. Sa valeur est minimale en l'absence de point, maximale pour une certaine position du point par rapport à l'axe du capteur. Entre ces deux extrêmes, UA varie.

Q8: Justifiez l'allure du chronogramme U552 (chronogramme 1, document réponse CR1).

Q9: Tracez, sur le chronogramme 1, document réponse CR1, l'évolution de U553 (vous pourrez vous aider de l'abaque de charge / décharge d'un condensateur donnée en annexe pour estimer l'allure de U553).

Q10: Tracer alors l'allure de Uc (chronogramme 1, document réponse CR1).

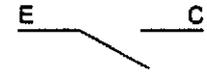
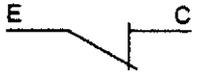
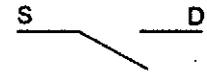
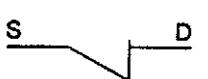
Q11: Pour quelle valeur de UC la diode électro-luminescente DEL 552 s'éclaire t'elle ? Que signifie son éclairement?

C4 Etude de la conversion fréquence/tension (FS51).

Cette étude nous permettra d'établir une relation entre la fréquence du signal U_{sync} , proportionnelle à la vitesse angulaire de rotation de la bouteille, et U_b signal d'amplitude variable.

Le schéma structurel de cette fonction est donné en annexe page CA1/8.

- Pour cette étude, on considérera que les deux transistors (T511 et T512) fonctionnent en commutation.

	Bloqué	Saturé	Passant
T511			
T512			

- On admettra que T512 est bloqué si $V_{gs} \leq -7V$, passant ($R_{ds_{ON}} = 0\Omega$) si $V_{gs} > -7V$ ($V_{gs_{off}} = -7V$). De plus, I_g est négligeable.
- Diode 1N4148, $V_d \leq 0,6V$. Diode 1N823A, $V_z = 6,2V$.
- L'amplificateur opérationnel est considéré parfait (gain et impédance d'entrée infinis).
- Charge d'un condensateur à courant constant: $U_c(t) = I.t / C + U_0$

Q12: On souhaite obtenir un état non-stable d'une durée de $20\mu S$ pour IC511, déterminez la valeur de R512. Proposez alors, une solution technologique adaptée pour sa réalisation.

Q13: Complétez le chronogramme 2, document réponse CR2 en traçant l'évolution de U511, U512, U513, en fonction de U_{sync} . (Les circuits IC511 et IC512 sont dans leur état stable à $t=0$).

Q14: Déterminez la valeur de U515.

Q15: Complétez le tableau 3, document réponse CR2, en indiquant l'état des transistors T511 et T512, la valeur de U514 en fonction de U513.

Q16: Déterminez la valeur du courant I_0 repéré sur le schéma. Ce courant varie-t-il ?

Q17: Lorsque T512 est bloqué, combien faut-il de temps pour que la tension aux bornes de C513 augmente d'une valeur de 1 volt ?

Q18: Quelle est la relation entre la tension U_b et U516 lorsque l'entrée Lin(8) de IC514 est à l'état haut ?

Q19: Que se passe-t-il pour la tension U_b lorsque l'entrée Lin(8) de IC514 est à l'état bas ?

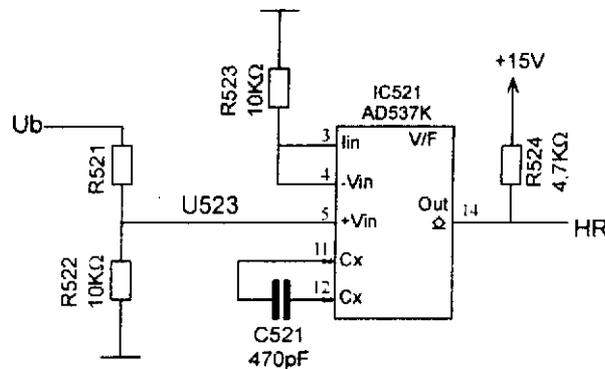
Q20: Quelles sont les valeurs de tension aux bornes de C513 et de tension U516 lorsque T512 est passant ($R_{ds_{ON}} = 0\Omega$) ?

Q21: Complétez le chronogramme 3 (précisez les valeurs particulières), document réponse CR2 en traçant l'évolution de U516 et U_b en fonction de U_{sync} , U511, U513 donnés. Quelle grandeur de U_b varie avec la fréquence de U_{sync} ?

Q22: Pourquoi l'état haut sur U511 doit-il précéder celui de U513 ?

C5 Etude de la conversion tension/fréquence (FS52).

On se propose d'établir à présent une relation entre U_b (proportionnelle à la vitesse angulaire de la bouteille) et HR, le signal d'horloge rapide.



- AD537, courants d'entrées négligeables.

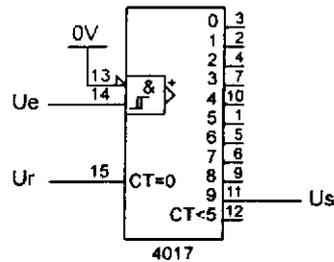
Q23: A partir de la documentation fournie du circuit AD537, donnez la relation (littérale puis numérique) entre la fréquence du signal HR et U523.

Q24: On souhaite obtenir un rapport *fréquence HR / Ub* égal à $15,15 \cdot 10^3$ Hz/V. Quelle doit être la valeur de R521 ? Proposez alors, une solution technologique adaptée pour la réalisation de R521.

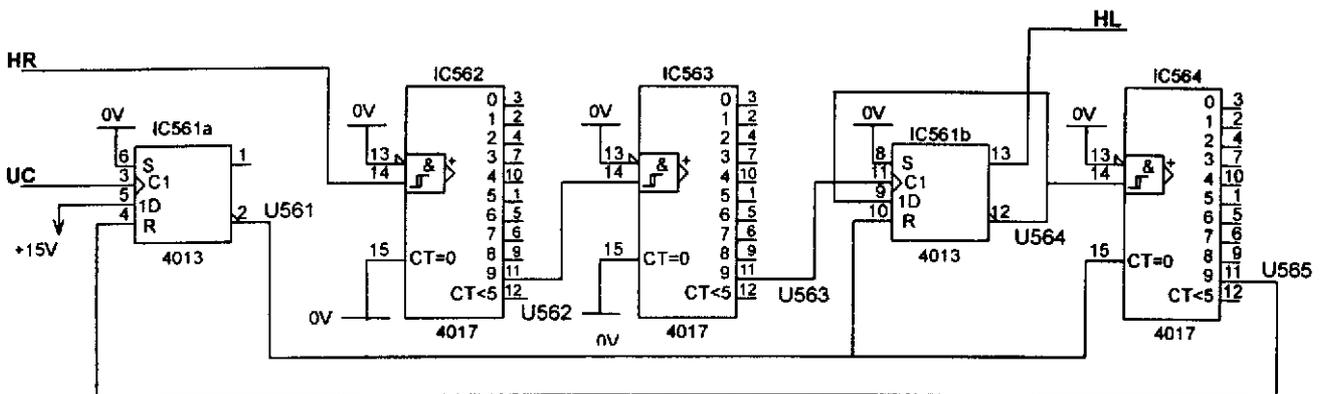
C6 Etude de la production du signal HL (FS 56).

Cette dernière partie de l'étude a pour but d'analyser la structure permettant de générer un signal (complexe) d'horloge lent HL. Ce signal, synchrone avec le signal de détection de points U_c , permet à la fonction FP6 « traitement des informations » (non étudiée) de reconnaître le code numéro de moule.

Partie préliminaire. Elle vous permettra de mieux appréhender la structure complexe de FS56.



Q25: Complétez, sur le chronogramme 4, document réponse CR3, le chronogramme de U_s en fonction de U_e et U_r donnés.



Q26: Donnez la relation entre la fréquence de U562 et celle de HR.

Soit t_1 le front montant du signal U_c correspondant à la détection du premier point sur la bouteille (PR1) :

Q27: Indiquez l'incidence de ce front montant sur le signal U561 (sortie du circuit IC561a). En déduire la conséquence sur le mode de fonctionnement des circuits IC561b (4013) et IC564 (4017).

Q28: Combien d'impulsions du signal U564 faut-il pour que la sortie U565 (du circuit IC564) change d'état ? En déduire l'influence de ce changement d'état sur le signal U561.

Q29: Complétez le chronogramme 5 document réponse CR3 en traçant l'évolution de U561, U564, U565 et HL.

à FP 6

Q30: Citer le nom du signal qui permet de déterminer le format du code lu sur la bouteille, justifier votre réponse.

DOCUMENT REPONSE CR1

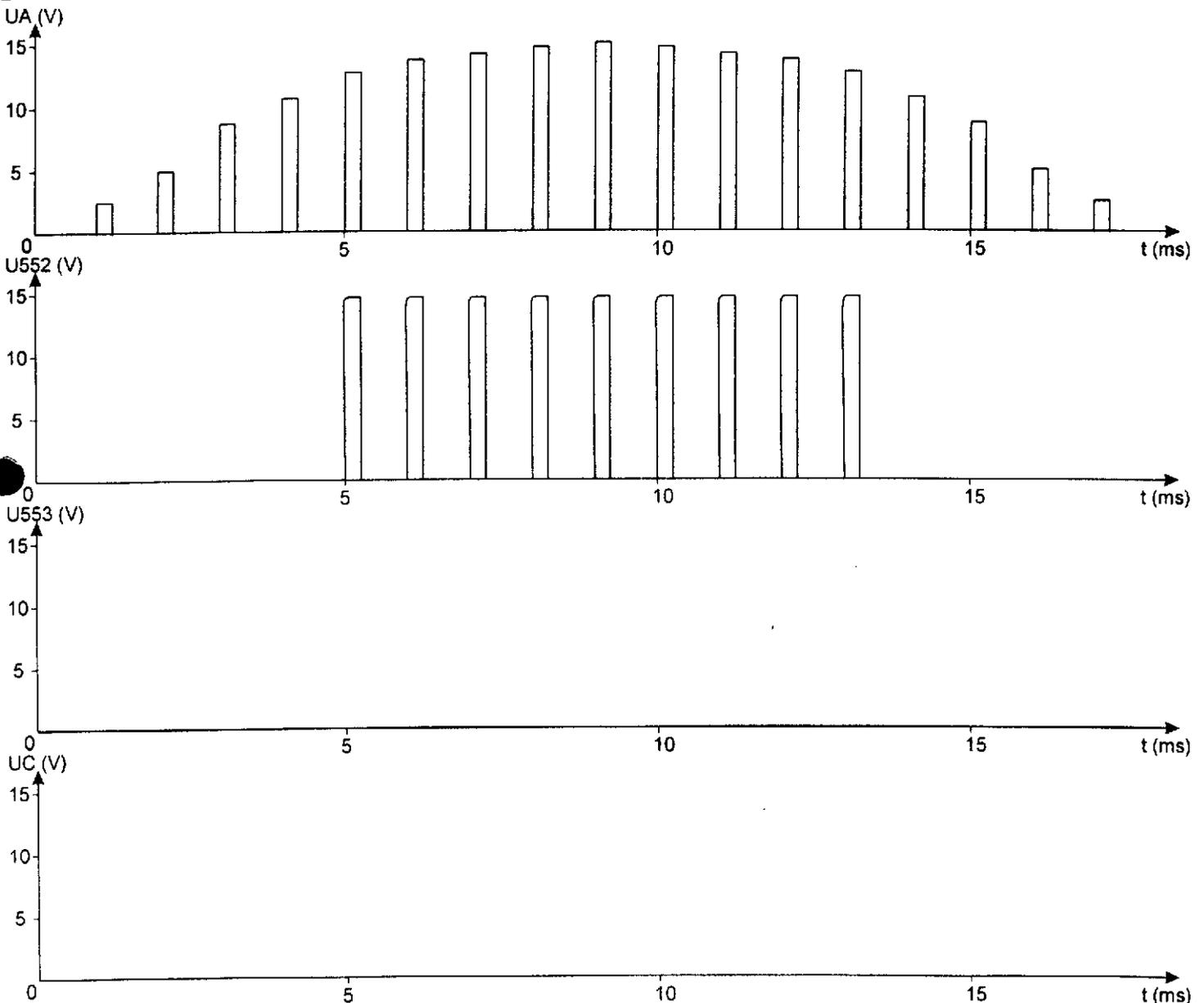
Tableau 1:

Numéro moule	Points présents sur le moule de la bouteille								
	PR2	40	20	10	8	4	2	1	PR1
...	•		•				•	•	•
...	•			•		•	•	•	•
...	•		•	•			•		•
...	•	•			•			•	•

Tableau 2 :

Etat logique de U552	Etat du transistor de sortie de <i>IC551a</i>
Haut	
Bas	

Chronogramme 1:

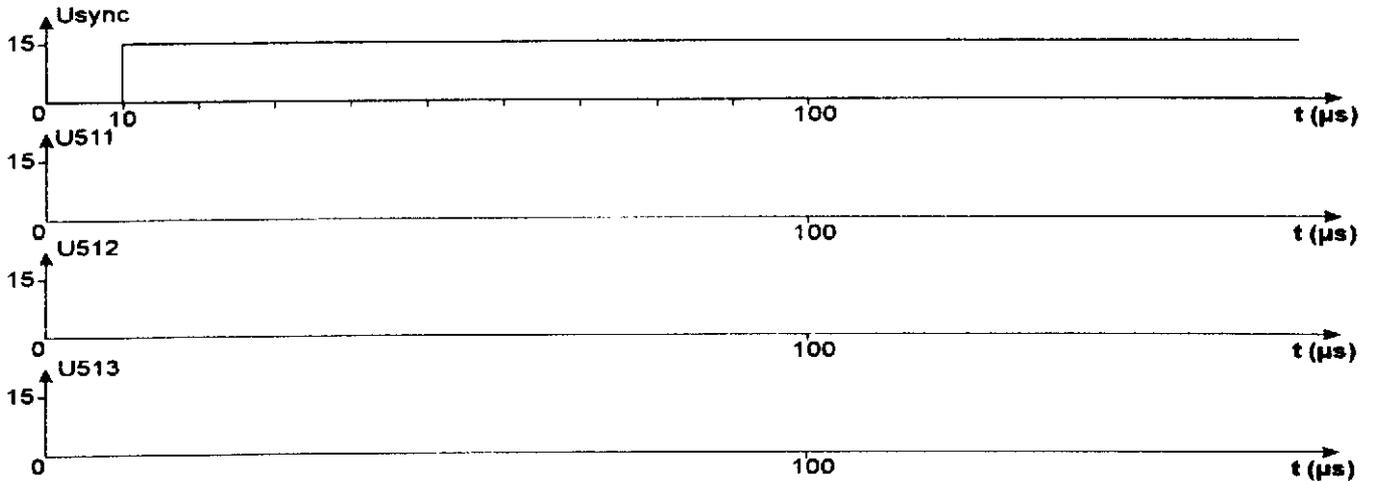


DOCUMENT REPONSE CR2

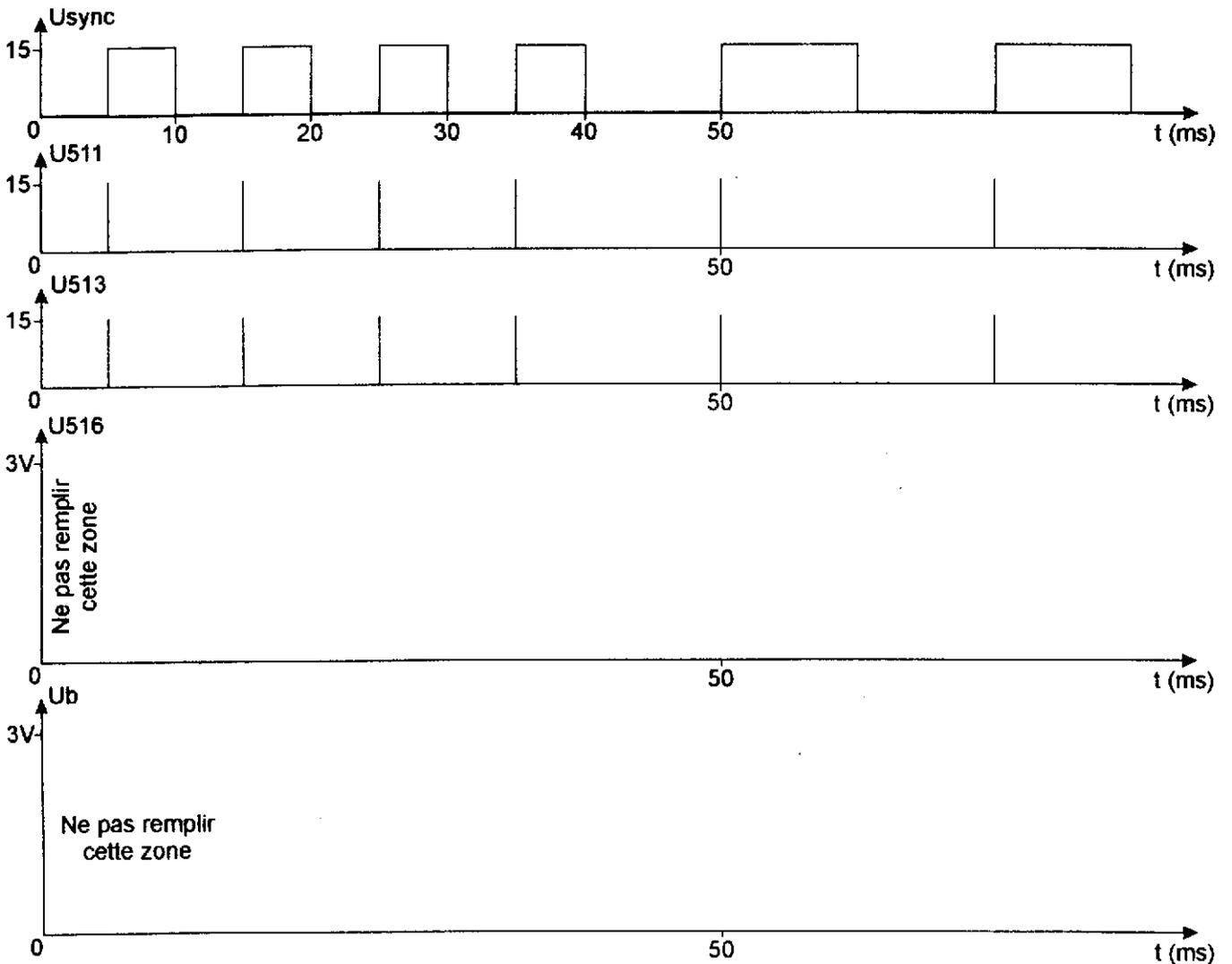
Tableau 3:

U513	T511	U514	T512
0V			
15V			

Chronogramme 2:

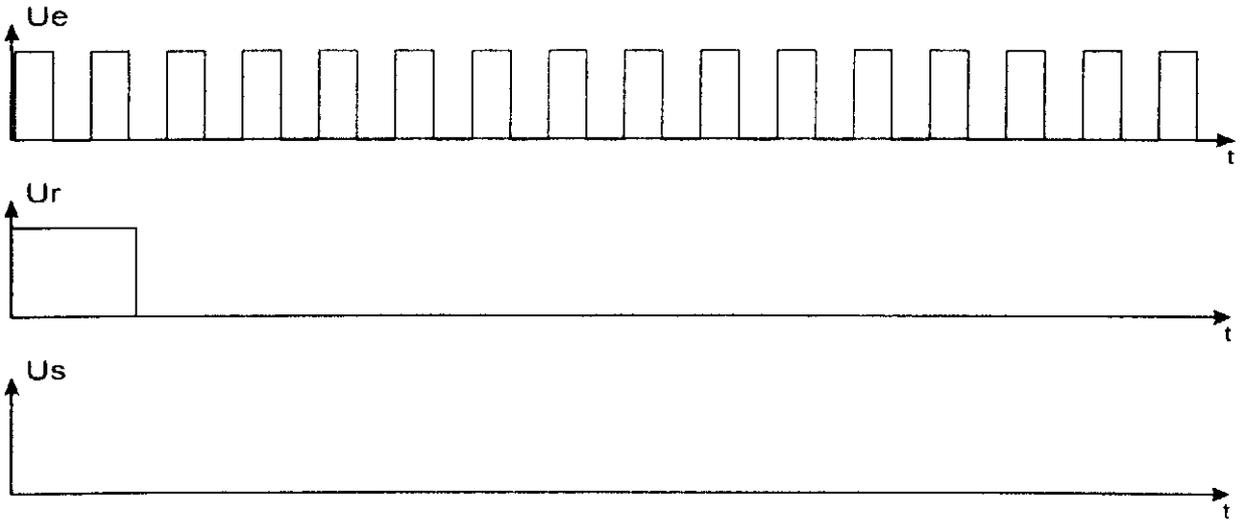


Chronogramme 3:

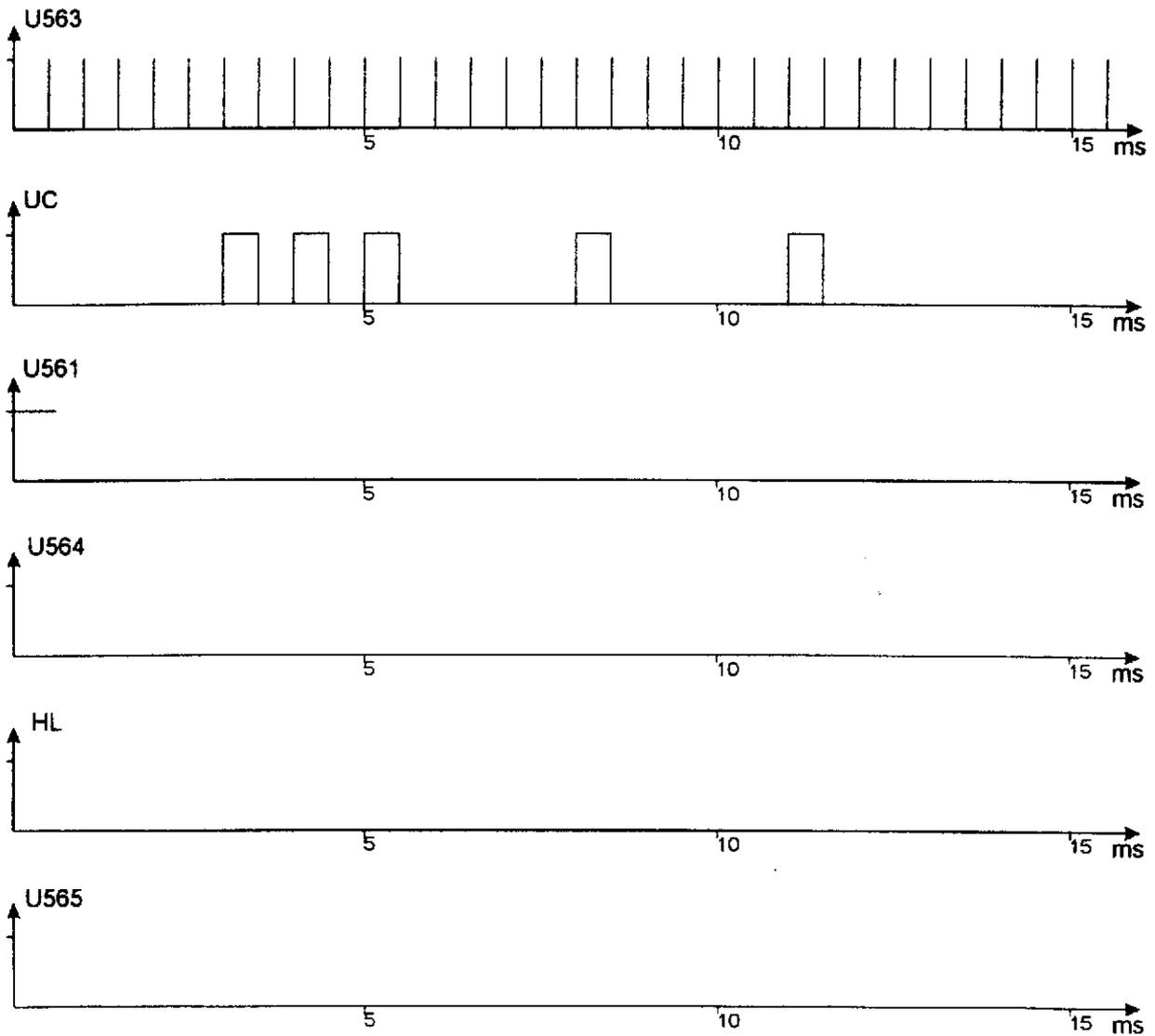


DOCUMENT REponse CR3

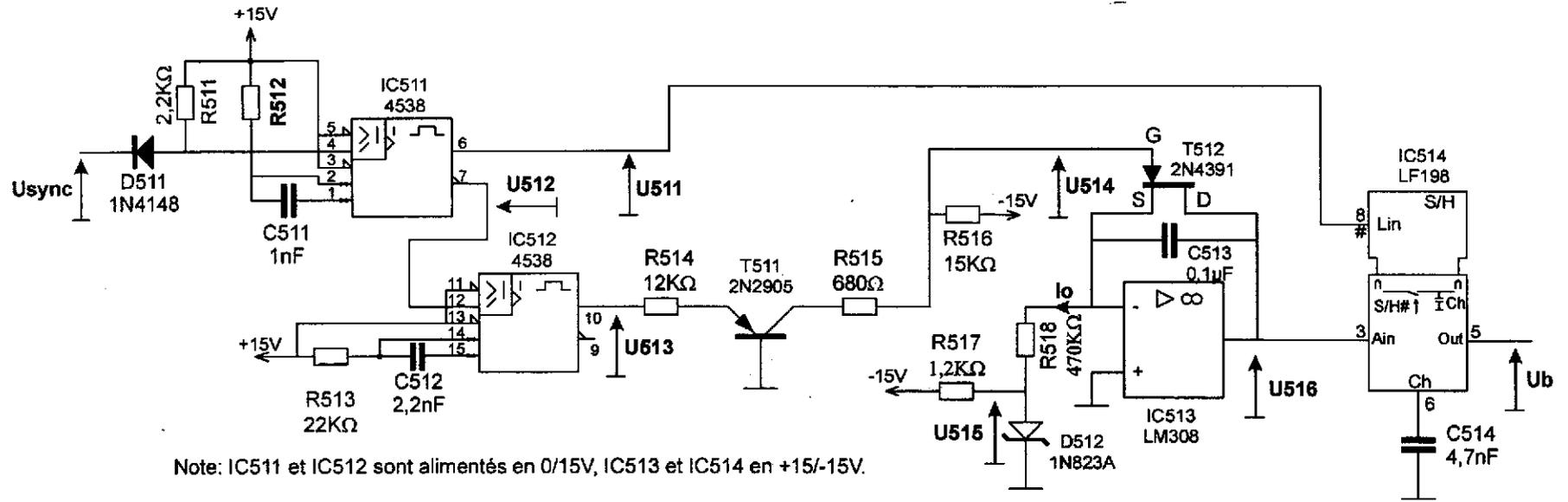
Chronogramme 4:



Chronogramme 5:



FS51 :



Norme pour le codage des points.

Pas angulaire des points.

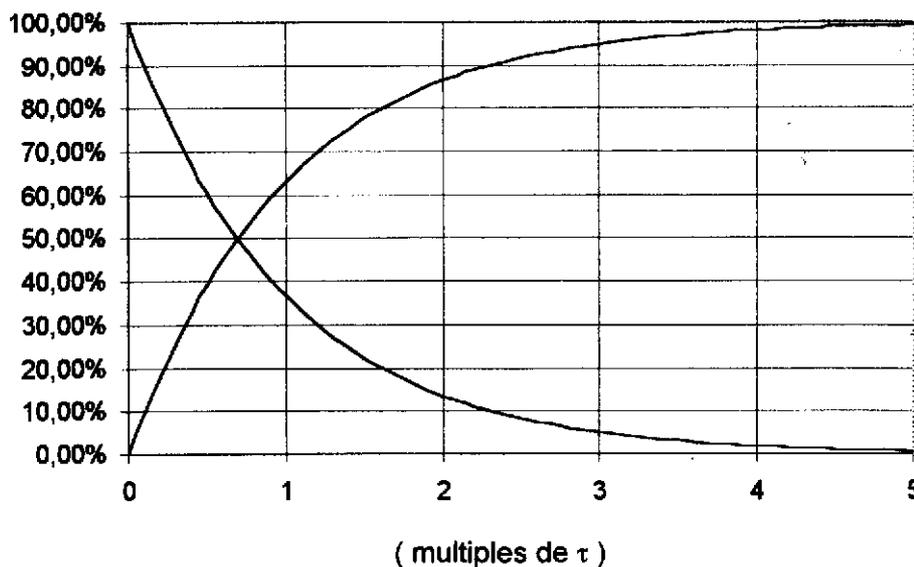
Diamètre de la bouteille au niveau des points:	Pas angulaire entre deux points:
$40 \leq \varnothing \leq 53$	6°
$53 \leq \varnothing \leq 75$	6°
$75 \leq \varnothing \leq 100$	5°
$100 \leq \varnothing \leq 125$	4,5°

Table des codes.

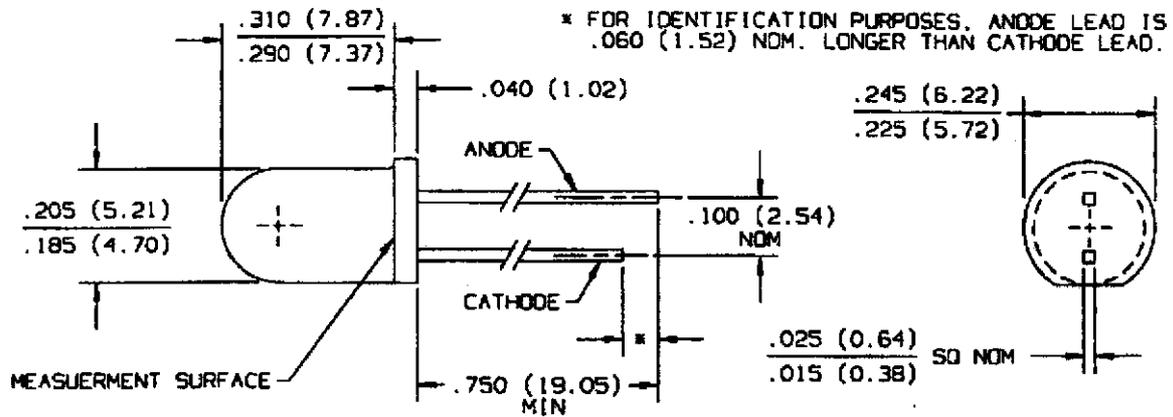
Le tableau ci-dessous indique le marquage nécessaire pour identifier un numéro de moule. Le code utilisé est du BCD sur 7 bits ce qui permet de coder 79 numéros de moule. Deux bits supplémentaires de repérage (PR1 et PR2) sont présents.

Numéro moule	Points à marquer sur le moule de la bouteille								
	PR2	40	20	10	8	4	2	1	PR1
1	.							.	.
2	.						.		.
3
4	.					.			.
...									...
11
...									...
77

Abaque de charge/décharge d'un condensateur.



DEL infra-rouge OP290.



DIMENSIONS ARE IN INCHES (MILLIMETERS).

Tension inverse maximale 5V

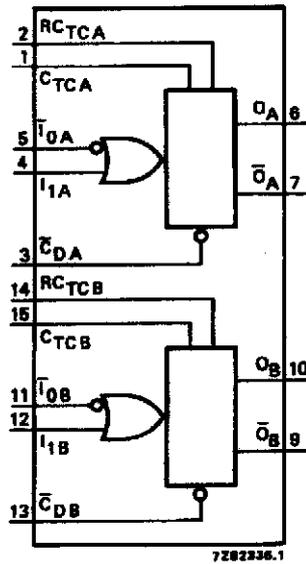
Courant continu maximal 150mA

Courant de pic (25 μ s de largeur d'impulsion) 5A

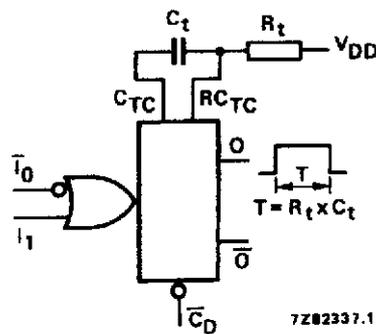
Puissance dissipée à l'air libre 333mW.

HEF 4538

(monostable de précision)

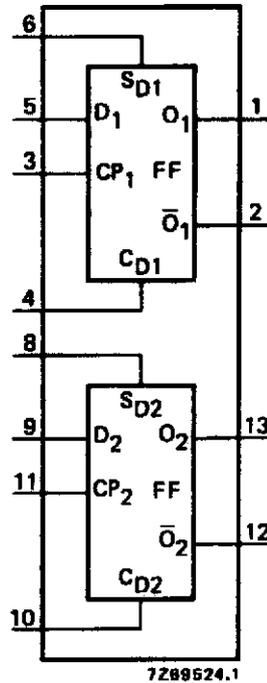


INPUTS			OUTPUTS	
\bar{I}_0	I_1	\bar{C}_D	O	\bar{O}
\neg	L	H	\neg	\neg
H	\neg	H	\neg	\neg
X	X	L	L	H



HEF 4013

(double bascule D avec entrées asynchrones)



INPUTS				OUTPUTS	
S _D	C _D	CP	D	O	\bar{O}
H	L	X	X	H	L
L	H	X	X	L	H
H	H	X	X	H	H

INPUTS				OUTPUTS	
S _D	C _D	CP	D	O _{n+1}	\bar{O}_{n+1}
L	L		L	L	H
L	L		H	H	L

H = état logique haut

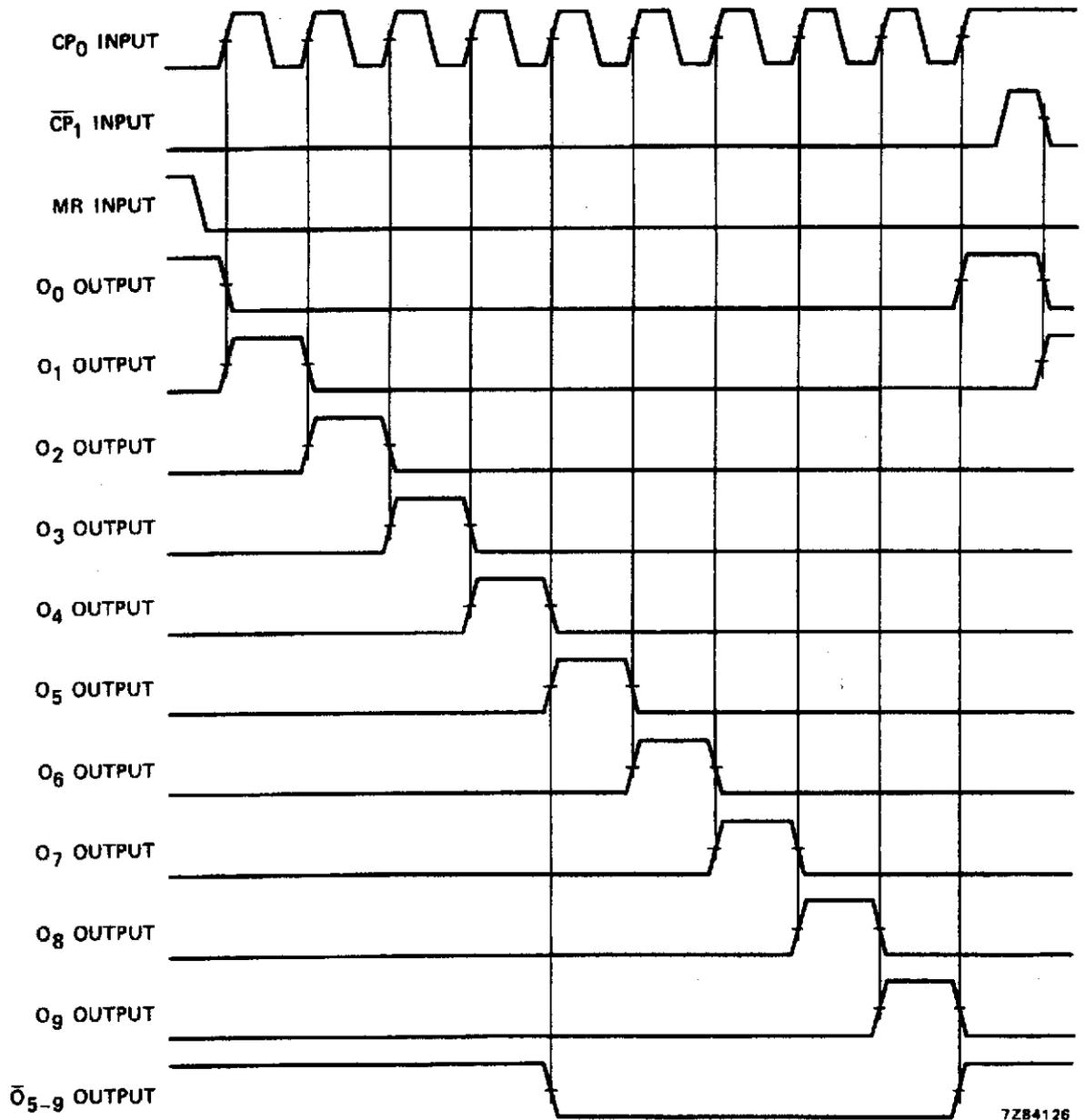
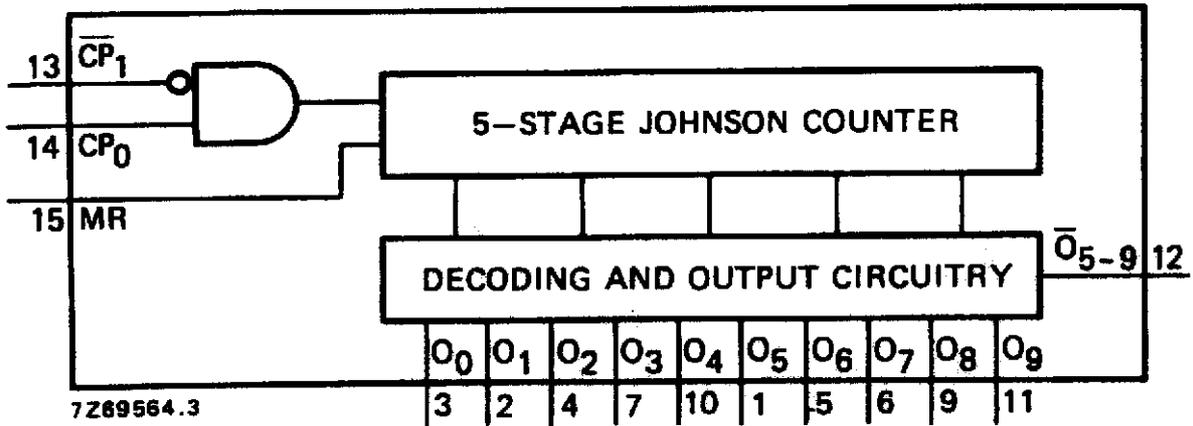
L = état logique bas

X = état indifférent

O_{n+1} = état après un front montant d'horloge

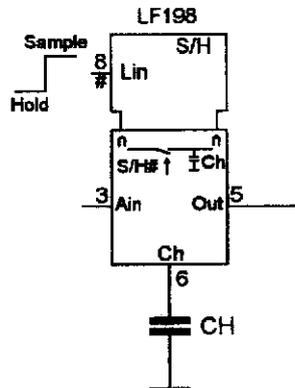
HEF 4017

(compteur à sorties décodées)



LF 198

(échantillonneur bloqueur)



La prise d'échantillons (sample) s'effectue sur un niveau haut de la broche 8.

Le blocage de la tension (hold) s'effectue sur un niveau bas de la broche 8.

L'amplificateur interne se comporte en suiveur.

AD 537

(convertisseur tension fréquence).

PIN CONFIGURATIONS

"D" Package(TO-116)

"H" Package(TO-100)

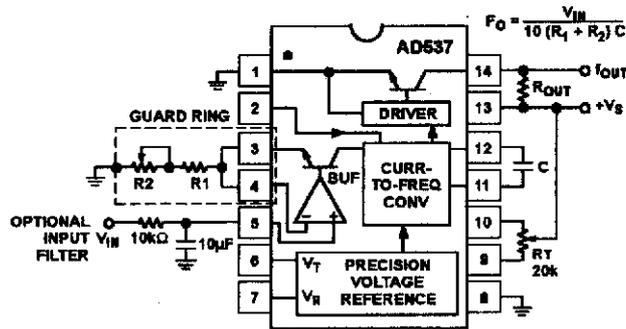
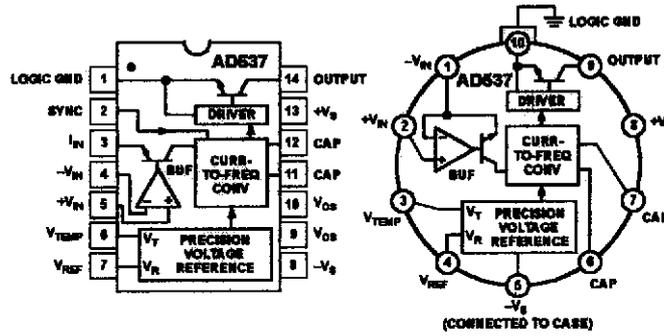


Figure 1. Standard V-F Connection for Positive Input Voltages