

N71

## notice d'utilisation

chronomètre  
électronique  
type CEN 4

A.O.I.P.

**1 - DÉSIGNATION FONCTIONNELLE**

Le chronomètre électronique A.O.I.P. type CEN 4, permet la mesure du temps de passage, ou du nombre de périodes d'un phénomène physique quelconque.

L'affichage numérique est du type SPERRY (7 segments haute tension).

Il possède deux gammes de mesure : 0 - 2 s et 0 - 20 s, de résolutions respectives 1/1 000<sup>e</sup> de seconde et 1/100<sup>e</sup> de seconde.

Cet appareil doit répondre à trois modes de fonctionnement décrits dans les paragraphes suivants :

- Chronomètre dit "A.B", utilisant les entrées E<sub>1</sub> (A) = départ, et E<sub>2</sub> (B) = arrêt.
- Chronomètre dit "C", fonctionnant indifféremment sur les entrées E<sub>1</sub> et E<sub>2</sub>.
- Périodemètre, permettant la mesure de une ou N périodes, en utilisant indifféremment l'entrée E<sub>1</sub> ou l'entrée E<sub>2</sub>.

La commande peut s'effectuer par fermeture, ou ouverture d'un circuit, soit par cellules photo-sensibles, soit par contacts mécaniques, soit par signaux TTL ou C.MOS.

Ses fonctions multiples, sa robustesse et sa commodité d'emploi le recommandent particulièrement pour toutes les manipulations nécessitant une bonne précision, aussi bien en travaux dirigés qu'en cours.

**2 - PRÉSENTATION**

L'appareil se présente sous la forme d'un coffret avec une béquille escamotable.

La face avant regroupe : les organes de commande et l'affichage ; le bandeau arrière : les diverses entrées, le sélecteur de tension et le fusible.

Deux dispositifs photo-sensibles permettent d'en élargir les possibilités.

**3 - CARACTÉRISTIQUES****3.1 - Caractéristiques électriques**

- Affichage par 4 tubes Sperry, chiffres 7 segments, hauteur 11 mm.
- Deux gammes de mesure des temps : 0 à 1,999 s, 0 à 19,99 s.

Le changement de gamme se fait par bouton-poussoir

- Résolution : 10<sup>-3</sup> sur la gamme 0 - 2 s, 10<sup>-2</sup> sur la gamme 0 - 20 s.
- Tension maximale admissible sur les entrées mesures : 150 V~.
- Pilotage par quartz.
- Précision du quartz :  $\leq 5.10^{-5}$ .
- Température d'emploi : 0 à 50 °C.
- Alimentation : 220 V (ou 127 V)  $\pm 10$  %, 50 Hz.
- Protection secteur par fusible 0,16 A temporisé.

**3.2 - Caractéristiques dimensionnelles**

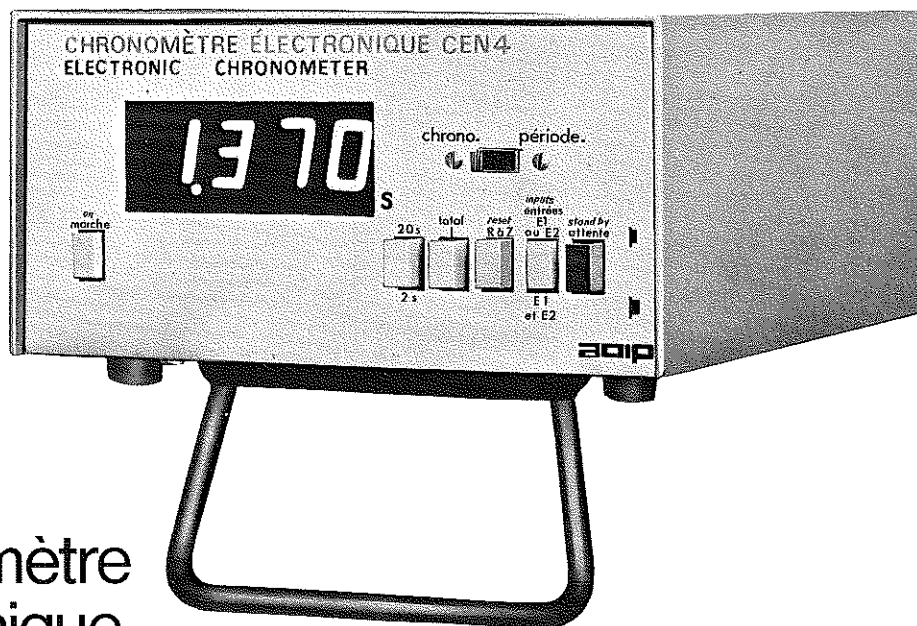
Dimensions de la façade : 152 mm  $\times$  75 mm,  
Profondeur : 193 mm,  
Masse : 2 kg environ.

**3.3 - Caractéristiques du dispositif photo-sensible**

Il se compose d'une pièce métallique comportant la cellule de détection, reliée à une prise din, trois broches, par l'intermédiaire d'un cordon blindé de 2 m de long environ.

Le support se présente sous la forme d'un U :

- l'un des flasques porte un émetteur constitué par une ampoule alimentée par une tension 5 V sous un courant de 60 mA, fournie directement par le CEN 4,
  - l'autre le récepteur, constitué par un photo-transistor.
- La distance séparant l'émetteur du récepteur est d'environ 30 mm.



## chronomètre électronique type CEN 4

L'utilisation des deux pièces permet donc, par coupure successive des faisceaux lumineux de déterminer le temps séparant deux coupures.

Le diamètre minimum du fil provoquant une coupure est de : 1 mm.

Chaque pièce est munie d'un dispositif à vis permettant :

- soit de la fixer sur une règle pour étude de chute libre,
- soit de la fixer sur une tige de diamètre 10 mm pour serrage dans des noix classiques de laboratoire.

### 4 - PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

#### 4.1 - Description générale

Le chronomètre électronique type CEN 4 répond au synoptique suivant :

Le signal à traiter, appliqué à l'une quelconque des entrées est remis en forme par un "trigger de Schmitt".

Le signal sortant est appliqué à un système qui combine les entrées E1 et E2 pour obtenir les différents types de fonctionnement.

En sortie de cette sélection de fonction qui ne fait qu'aiguiller les signaux venus de E1 et E2, une mémoire prend en compte les états initiaux des signaux issus des trigger, avant la mesure. La sortie de la mémoire est connectée, avec la sortie des triggers à un "OU exclusif", ce qui permettra de détecter tout changement d'état ultérieur.

Lorsque les signaux sont compatibles, l'échelon généré par le signal d'entrée se trouve appliqué à une cellule RC différentiatrice.

La pointe de courant qui en résulte se trouve transmise à trois organes :

- une bascule bistable, qui provoque un blocage de la mémoire départ et le déblocage de la mémoire arrêt,

- une remise à zéro de l'affichage, sauf si la touche "totalisation" se trouve enfoncée,
- un déblocage de la porte comptage.

En fonction chronomètre (C) E1 ou E2, deux changements d'état consécutifs, sur une même entrée, commandent un départ et un arrêt du comptage.

En fonction chronomètre A.B (E1 et E2), le départ du comptage est commandé par E1 et l'arrêt par E2.

L'horloge de base est constituée par un oscillateur à quartz ( $f = 2048 \text{ kHz}$ ) dont la fréquence est divisée jusqu'à la résolution choisie (1 000 Hz ou 100 Hz).

L'appareil est pourvu d'un système de remise à zéro automatique au moment du départ. Il peut de ce fait effectuer des mesures très rapides puisque l'affichage se trouve mémorisé jusqu'au départ suivant.

La remise à zéro automatique peut être supprimée par l'enfoncement de la touche "Totalisation".

Remise à zéro manuelle :

Une touche "Remise à zéro" ("R à Z"), à contact fugitif, effectue une remise à zéro du compteur, en même temps que le positionnement de l'automatisme pour pouvoir compter dès l'apparition d'un ordre.

Attente :

L'enfoncement de la touche "attente" permet de bloquer l'automatisme du CEN 4 dans une phase de fonctionnement.

En chronomètre, elle inhibe l'effet de signaux arrivant sur l'entrée.

Elle doit être relâchée juste avant le début du phénomène à mesurer.

En périodometre, le dispositif à chronométrer étant déjà en fonctionnement, elle permet de sélectionner le départ (si elle était enfoncée avant, il suffit de la relâcher), et le nombre de période N (enfoncer la touche après le (N-1)ème passage, le chronomètre s'arrête au Nième passage).

# 7 - NOMENCLATURE ÉLECTRIQUE ET SCHÉMAS

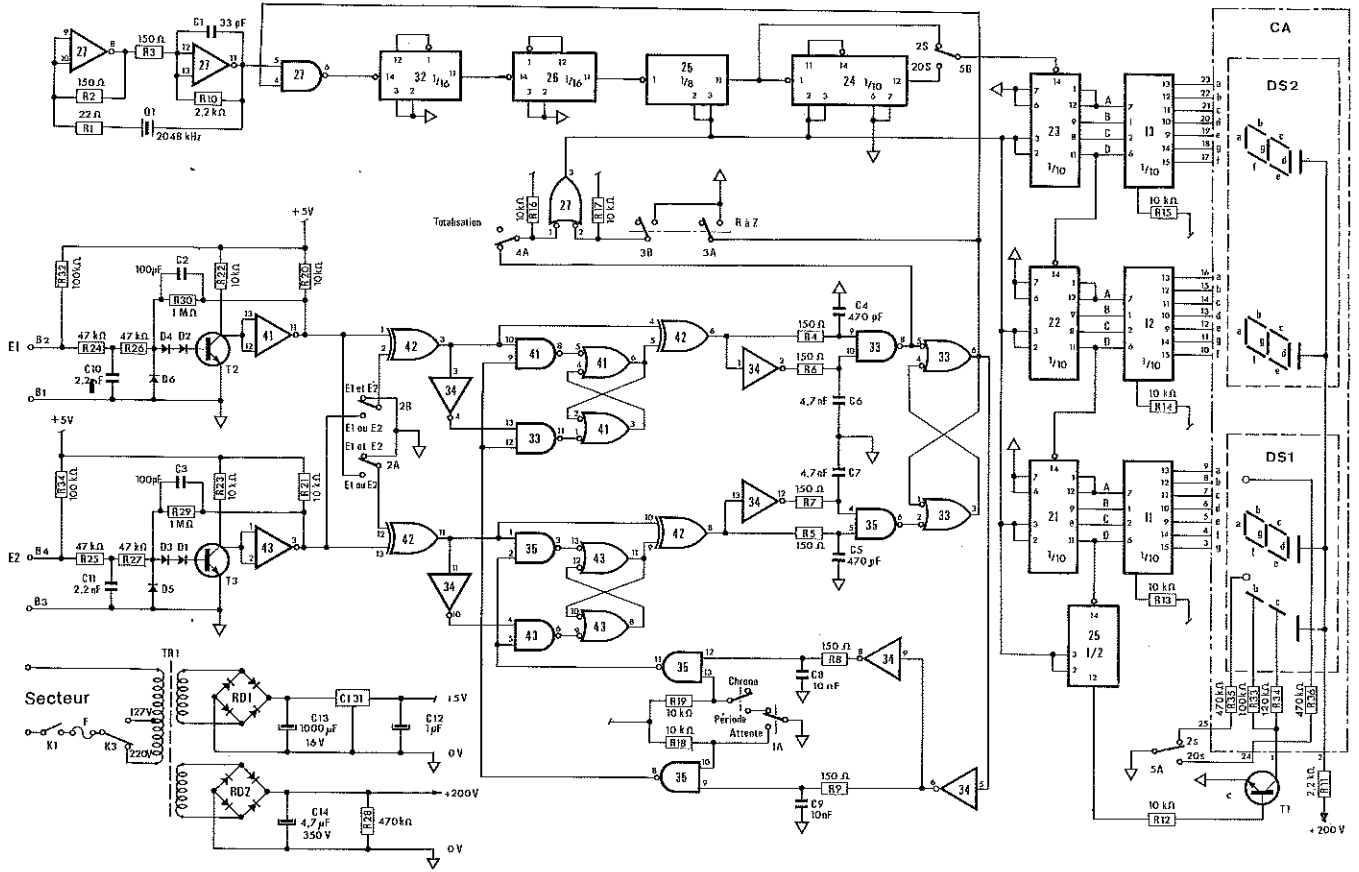
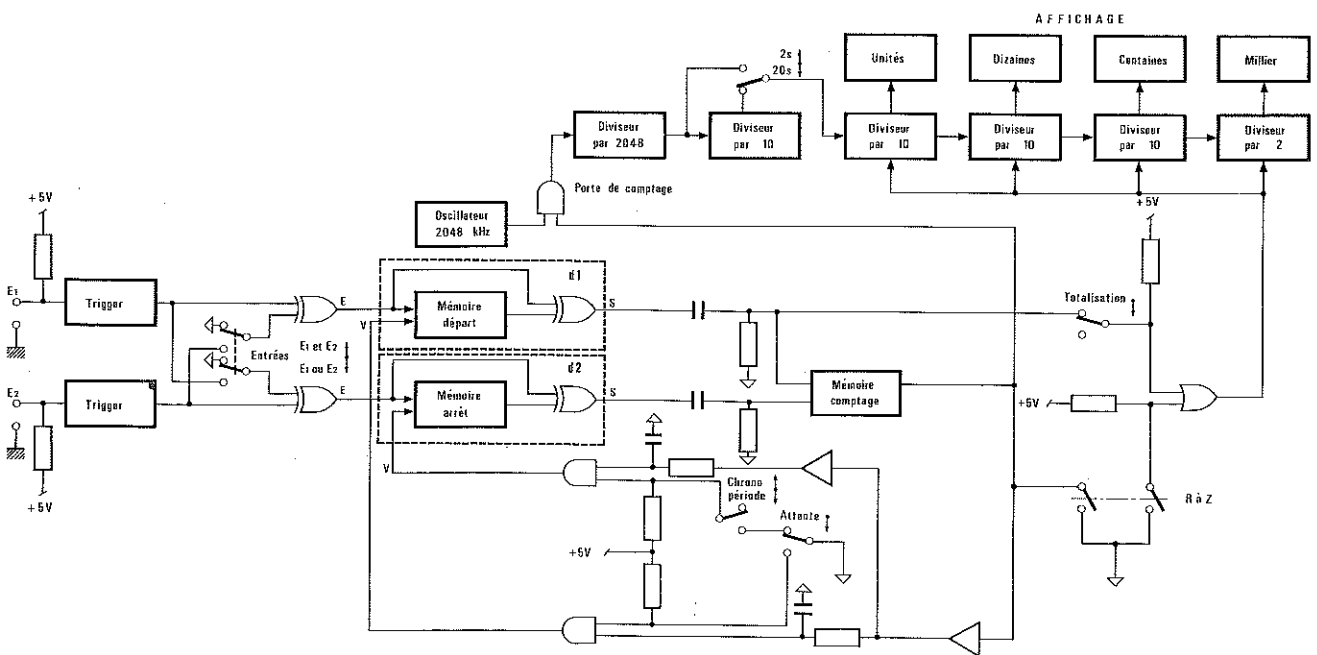


Schéma de principe



Synoptique de fonctionnement

## CARTE PRINCIPALE

Repères/ schéma	Caractéristiques	Qté	Code
<b>Résistances :</b>			
R 1	Couche C. 5% 1/4 W 22 Ω	1	ER 16 567 / 10
R 2 à R 9	Couche C. 5% 1/4 W 150 Ω	8	ER 16 567 / 30
R 10 - R 11	Couche C. 5% 1/4 W 2,2 kΩ	2	ER 16 567 / 58
R 12 à R 23	Couche C. 5% 1/4 W 10 kΩ	12	ER 16 567 / 74
R 24 à R 27	Couche C. 5% 1/4 W 47 kΩ	4	ER 16 567 / 90
R 28	Couche C. 5% 1/4 W 470 kΩ	1	ER 16 568 / 17
R 29 - R 30	Couche C. 5% 1/4 W 1 MΩ	2	ER 16 568 / 25
R 31 - R 32	Couche C. 5% 1/2 W 100 kΩ	2	ER 33 416 / 109
<b>Condensateurs :</b>			
C 1	Céramique type I 63 V 33 pF	1	ER 52 089 / 330
C 2 - C 3	Céramique type I 63 V 100 pF	2	ER 52 089 / 101
C 4 - C 5	Céramique type I 63 V 470 pF	2	ER 52 090 / 471
C 6 - C 7	Céramique type I 63 V 4,7 nF	2	ER 52 021 / 472
C 8 - C 9	Céramique type I 63 V 10 nF	2	ER 52 021 / 103
C 10 - C 11	Céramique type I 63 V 2,2 nF	2	ER 52 004 / 222
C 12	Tantale 35 V 1 ΩF	1	ER 40 065 / 08
C 13	Electrochimique 16 V 1 000 ΩF	1	ER 52 035 / 102
C 14	Electrochimique 50 V 4,7 ΩF	1	ER 52 048 / 5
<b>Diodes de signal 1 N 4148</b>			
D 1 à D 6		6	ER 53 002 / 1
<b>Ponts redresseurs :</b>			
RD 1	30 V 1,5 A	1	ER 40 076 / 07
RD 2	360 V 0,6 A	1	ER 40 076 / 05
<b>Transistors :</b>			
T 1	NPN HT	1	ER 40 063 B
T 2 - T 3	NPN	2	ER 53 524 / 317

Repères/ schéma	Caractéristiques	Qté	Code
<b>Circuits intégrés :</b>			
<b>Régulateurs + 5 V</b>			
CI 31		1	ER 57 044 / 05
CI 27 - CI 33 - CI 35 - CI 41 - CI 43	4 Nands 2 entrées TTL	7 400	5
CI 34	6 inverseurs TTL	7 404	1
CI 42	4 ou exclusif TTL	7 486	1
CI 21, CI 22, CI 23			
CI 24	Compteur / 10 TTL	7 490	4
CI 25, CI 26, CI 32	Compteur / 16 TTL	7 493	3
CI 11, CI 12, CI 13	Décodeur HT	DD 700	3
Q 1	Quartz 2048 KHz		1
TR 1	<b>Transformateur Alimentation</b>		1
<b>Commutateurs :</b>			
K 1	TJ 1 cellule 2 RT		1
K 2	TJ 5 cellules 2 RT		1
K 3	Inverseur 127 V - 220 V		1
K 4	Inverseur Bornes		1
F 1	<b>Porte-fusible pour CI</b>		1
	<b>Fusible 160 mA</b>		1
	<b>Radiateurs</b>		2

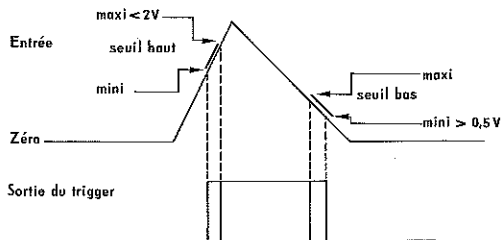
14

### 4.2 - Détail des sous ensembles

#### a) Trigger d'entrée

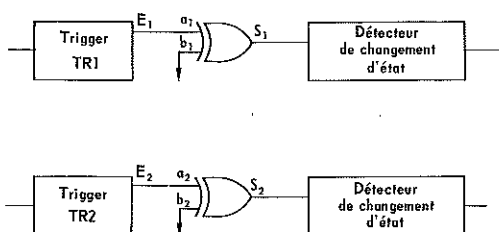
La tension appliquée à l'entrée peut être plus ou moins rapide, en fonction du temps et une ondulation peut lui être superposée, ce qui pourrait provoquer des déclenchements intempestifs.

Le signal est donc filtré, puis mis en forme par un amplificateur monté en trigger de Schmitt. Son basculement répond au diagramme suivant :



#### b) Fonctionnement de la sélection E<sub>1</sub> et E<sub>2</sub> ; E<sub>1</sub> ou E<sub>2</sub>.

##### • 1<sup>er</sup> cas : Chronomètre A.B (E<sub>1</sub> et E<sub>2</sub>).



Les "OU exclusif" ont une entrée b mise à la masse par le commutateur d'entrée, ils répondent donc au tableau suivant :

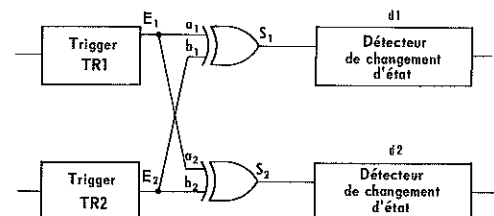
a	b	S = a ⊕ b
0	0	0
1	0	1

Le circuit fonctionne en suiveur :

$$S_1 = E_1 \text{ et } S_2 = E_2.$$

##### • 2<sup>e</sup> cas : chronomètre C (E<sub>1</sub> ou E<sub>2</sub>).

Les deux entrées sont appliquées simultanément sur les deux "OU exclusif".



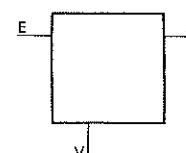
$$S_1 = a_1 \oplus b_1 = E_1 \oplus E_2$$

$$S_2 = a_2 \oplus b_2 = E_1 \oplus E_2$$

Les sorties S<sub>1</sub> et S<sub>2</sub> sont égales et équivalentes à un seul "OU exclusif".

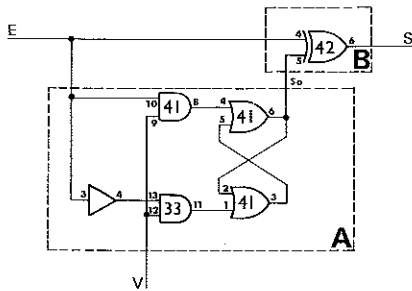
#### c) Circuit de détection de changement d'état.

Il est représenté sur le synoptique par le schéma suivant :



E : entrée  
V : validation  
S : sortie

qui correspond au câblage réel suivant :



Composé d'une bascule bistable à verrouillage (A), et d'un "OU exclusif" (B), il répond à deux objectifs :

- interdire l'effet des changements d'état de la voie sur laquelle il se situe : quand  $V = 1, S = 0$  quel que soit E.
- détecter tout changement d'état de E lorsque  $V = 0$ .
- 1<sup>er</sup> cas :  $V = 1$ .

La bascule bistable fonctionne en suiveur  $Sa = E$ .

Le "OU exclusif" voit sur ces deux entrées le même état, il reste à zéro en sortie.

En réalité les temps de propagation des deux signaux sont différents, et il peut en résulter une légère impulsion à la sortie S, ce qui justifie les filtrages R4, C4 et R5, C5.

- 2<sup>e</sup> cas :  $V = 1 \rightarrow V = 0$ .

L'état de E à l'instant t est mis en mémoire par le bistable à verrouillage.

$$Sa(t+1) = E(t)$$

Sa demeure dans cet état tant que  $V = 0$ , indépendamment des variations de E.

La sortie du "OU exclusif" restera zéro tant que E restera dans le même état après l'instant t, mais passera à 1 dès que E changera de niveau.

Ce signal sera appliqué au circuit RC suivant, qui est un différentiateur de front positif.

En sortie une courte impulsion provoque la mise à 1 du bistable de comptage si elle est issue de d1.

## 5.7 - Mesure de périodes.

### a) Opérations préliminaires.

Interrupteur : sur fonction période.

Touche : "Marche" : enfoncée.

Touche : "20 s - 2 s" : enfoncée ou relevée suivant la gamme choisie.

Touche : "Totalisation" : quelconque.

Touche : "Entrées" : enfoncée (entrée sur E1 ou sur E2).

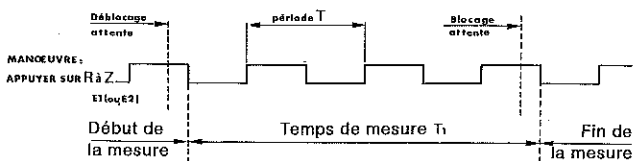
Touche : "Attente" : enfoncée.

### b) Mesure.

Appuyer sur "R à Z".

Relever la touche "Attente". La mesure commence au premier changement d'état de E1 (ou E2, suivant la cellule utilisée).

Enfoncer la touche "Attente". Le comptage s'arrête au premier changement d'état de E1 (ou E2 suivant la cellule utilisée).



$$T = \frac{T_1}{n} \text{ ici } n = 3.$$

Il est conseillé d'effectuer cette manipulation en utilisant une seule entrée.

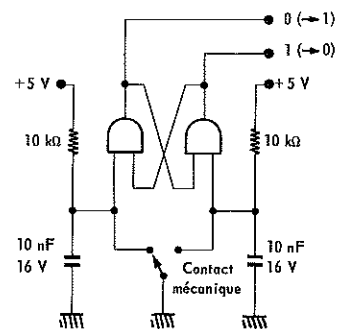
Dans le cas de deux cellules (ou deux contacts mécaniques), le défaut d'alignement entre E1 et E2, fausse le résultat.

## 5.8 - Précautions particulières.

1<sup>o</sup>) Chaque fois qu'il est nécessaire de procéder à des réglages risquant de déclencher une mesure, par exemple entre deux mesures, en totalisation, il suffit d'appuyer sur la touche "Attente" après la fin de la mesure et de la libérer juste avant le début de la nouvelle mesure.

2<sup>o</sup>) Dans le cas de l'utilisation d'un relais, le rebondissement des contacts risque de provoquer des impulsions parasites qui viennent fausser les mesures.

On peut les supprimer en utilisant un dispositif anti-rebondissement, constitué par une bascule bistable suivant le relais (schéma ci-dessous).



Dispositif anti-rebondissement

## 6 - GARANTIE

L'appareil bénéficie d'une garantie totale de 1 an contre tout vice de fabrication.

## 5 - INSTRUCTIONS POUR UTILISATION

### 5.1 - Déballage - réemballage

#### a) Déballage

Le chronomètre électronique type CEN 4 a été vérifié mécaniquement et électriquement avant expédition. Il doit donc être exempt de tout dommage extérieur ; toutefois, il est prudent de procéder à une vérification rapide afin de pouvoir détecter toute détérioration éventuelle pouvant avoir été occasionnée lors du transport. S'il en est ainsi, faire immédiatement les réserves d'usage auprès du transporteur.

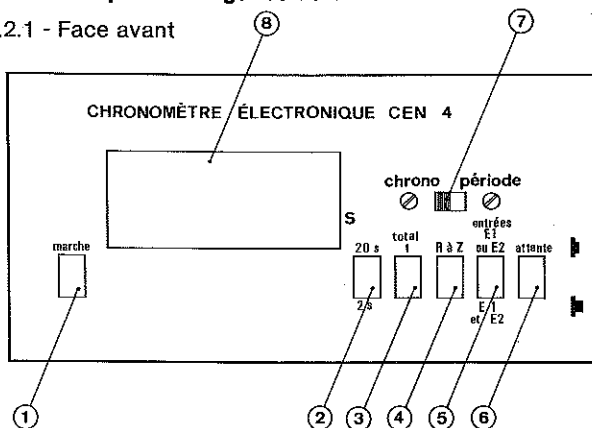
#### b) Réemballage

Dans le cas d'une réexpédition, utiliser, de préférence, l'emballage d'origine et indiquer le plus clairement possible, par une note jointe à l'appareil, les motifs du renvoi.

Aviser également l'A.O.I.P. ou son agent le plus proche.

### 5.2 - Description et organes de commande

#### 5.2.1 - Face avant



① : Touche rouge verrouillable, marquée "marche".  
L'enfoncement de cette touche provoque la mise sous tension de l'appareil.

② : Touche grise verrouillable, marquée "20 s - 2 s".  
Elle permet la sélection de la gamme des mesures :  
20 s en position enfoncée,  
2 s en position relevée.

③ : Touche grise verrouillable, marquée "Totalisation".  
En position enfoncée, il n'y a pas de remise à zéro de l'affichage au début du cycle de mesure, mais un cumul des temps mesurés.

④ : Touche non verrouillable grise, marquée "R à Z".  
Une action sur cette touche provoque une remise à zéro de l'affichage en même temps que le positionnement de l'automatisme pour pouvoir compter dès l'apparition d'un ordre.

⑤ : Touche verrouillable grise, marquée "Entrées E1 ou E2 - E1 et E2".

En position enfoncée, l'appareil mesure un temps de passage indifféremment sur la cellule E1 ou la cellule E2. En position relevée, le début de mesure est commandé par la cellule E1 et l'arrêt par la cellule E2.

⑥ : Touche verrouillable verte, marquée "Attente".  
En position enfoncée, si le comptage n'a pas débuté, il est inhibé, s'il a débuté, la fin de mesure se trouve inhibée.

⑦ : Inverseur deux positions, marqué "Chrono-période", permettant la sélection de la fonction.

⑧ : Affichage par 4 tubes Sperry à chiffres 7 segments.

### 5.6 - Mesure d'un temps avec départ sur E1 et arrêt sur E2.

#### 5.6.1 - Déclenchement de la mesure au premier ordre.

##### a) Opérations préliminaires.

Interrupteur : sur fonction chronomètre.

Touche : "Marche" : enfoncée.

Touche : "20 s - 2 s" : enfoncée ou relevée suivant la gamme choisie.

Touche : "Totalisation" : relevée.

Touche : "Entrées" : relevée (départ sur E1, arrêt sur E2).

Touche : "Attente" : relevée.

##### b) Mesure.

Effectuer une remise à zéro en appuyant sur la touche "R à Z".

Le comptage commence au premier changement d'état de l'entrée E1, il s'arrête au premier changement d'état de l'entrée E2.

Le changement d'état de chaque entrée peut être obtenu soit :

- par la coupure du faisceau lumineux,
- par la suppression d'un obstacle situé précédemment devant la cellule,
- par l'ouverture d'un contact électrique, initialement fermé,
- par fermeture d'un contact électrique, initialement ouvert.

Après le départ du comptage, tout changement d'état de l'entrée E1 ne sera pas pris en considération tant que l'entrée E2 n'aura pas changé d'état.

##### c) Exemple d'expériences possibles.

- Mesurer le temps de chute d'une bille.

L'arrêt peut être commandé par une cellule photo-sensible et le départ par un contact électrique.

- Mesurer le temps mis par un chariot pour descendre le long de son rail.

Le départ et l'arrêt peuvent être commandés par cellules photo-sensibles ou contacts électriques.

#### 5.6.2 - Mesure d'un temps avec déclenchement à un instant donné.

##### a) Opérations préliminaires.

Opérer comme au paragraphe 5.6.1, a), mais avec la touche "Attente" enfoncée.

##### b) Mesures.

L'autorisation mesure sera donnée par le déblocage de la touche "Attente".

Le déroulement du cycle s'effectuera ensuite comme au paragraphe précédent.

#### 5.6.3 - Mesure d'une somme de temps de passage.

Opérer comme aux paragraphes précédents mais avec la touche "Totalisation" enfoncée.

##### Remarque :

Dans certaines manipulations (chute de bille, par exemple), il est nécessaire de replacer les accessoires entre deux mesures.

Pour ne pas être perturbé, il suffit d'appuyer sur la touche "Attente" dès la fin du temps de comptage et de la relever juste avant le début de la nouvelle mesure.

### 5.3 - Règles générales de fonctionnement

#### a) Chronométrage

La commande s'effectue par ouverture ou par fermeture d'un circuit (contact mécanique ou cellule photo-sensible) aussi bien au début qu'à la fin de la mesure soit 4 possibilités.

Après l'autorisation de mesure donnée par le poussoir en face avant, la mesure commence sur le front positif ou négatif d'une impulsion 0 - 5 V sur l'entrée "départ". L'arrêt se fera sur le front positif ou négatif d'une impulsion 0 - 5 V appliquée sur les bornes arrêt.

#### b) Affichage du temps

Le défilement des chiffres est continu et il y a blocage à la fin du temps de mesure.

L'affichage du temps de comptage est continu, c'est-à-dire que s'il dépasse la gamme choisie, l'affichage passe par zéro et la mesure continue.

Exemple : sur la gamme 20 s,

Pour un temps de mesure de 13,22 s, l'appareil affiche 13,22.

Pour un temps de mesure de 27,46 s, l'appareil affiche 7,46.

Pour un temps de mesure de 57,14 s, l'appareil affiche 17,14.

Ne jamais changer de gamme en cours de mesure. En effet, si l'on appuie sur la touche "20 s - 2 s" un affichage de 0,526 s (gamme 2 s) devient 5,26 (gamme 20 s), voir 5,27 ou 5,28, ce qui provoque une erreur de l'ordre de 4,74 s sur le résultat final.

L'affichage reste mémorisé jusqu'au départ de la mesure suivante, ou jusqu'à l'ordre "Remise à zéro manuelle".

#### c) Remise à zéro

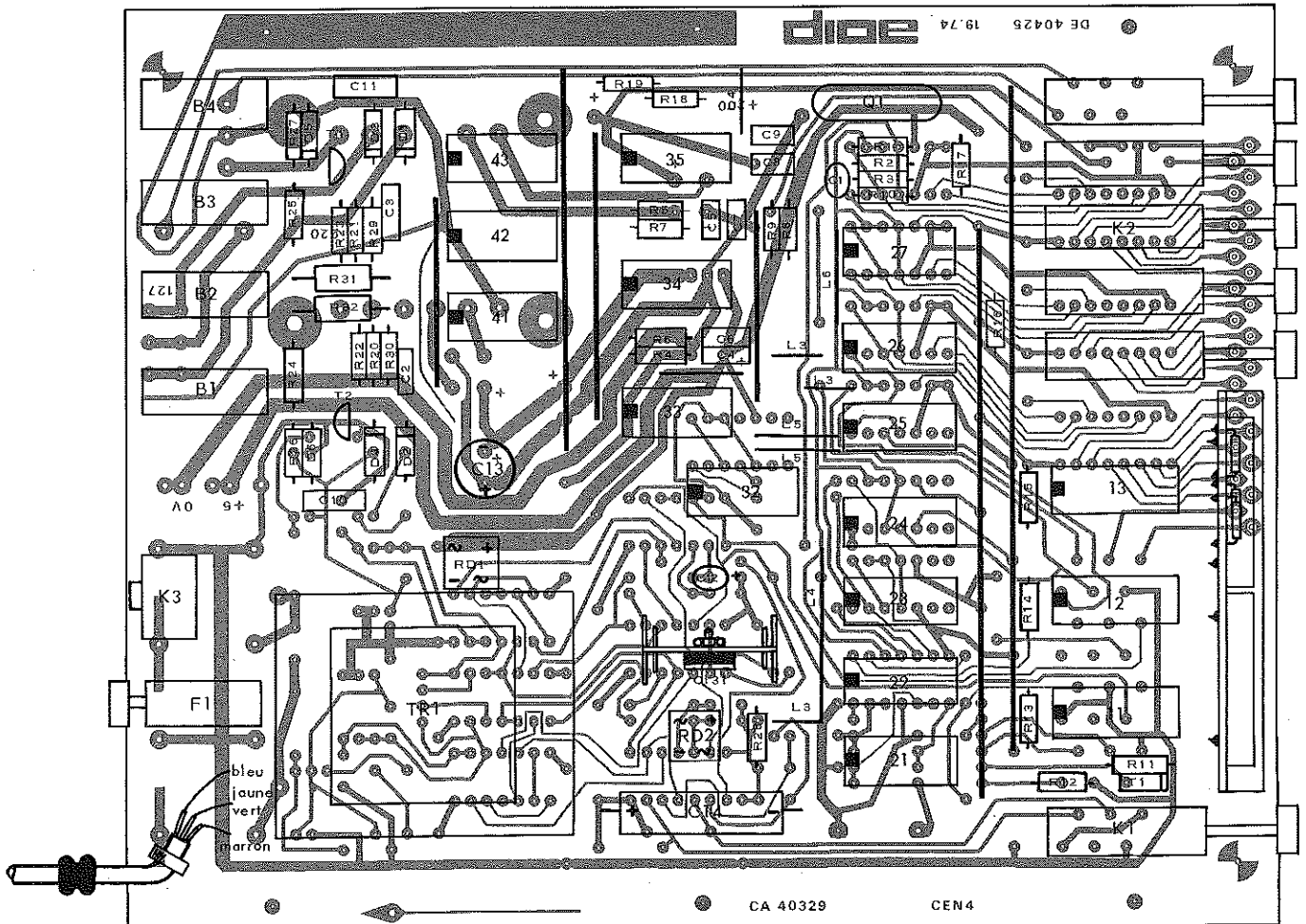
La remise à zéro automatique s'effectue au début de chaque

mesure, sauf si la touche "Totalisation" se trouve enfoncée.

La remise à zéro manuelle s'effectue par action sur la touche "R à Z". En outre, l'action sur cette touche provoque la mise en mémoire de l'état initial et le déclenchement du cycle débutera au premier changement d'état de E1, (ou de E2) après cet ordre, si le départ n'est pas inhibé par l'ordre "attente" (touche "attente" enfoncée).

#### d) Gamme de mesure

La sélection de la gamme de mesure s'effectue à l'aide de la touche marquée "20 s - 2 s".



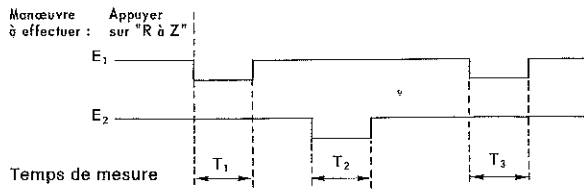
## 5.4 - Mesure d'un temps de passage avec utilisation d'une seule entrée (E1 ou E2).

5.4.1 - Avec déclenchement de la mesure au premier passage.

### a) Opérations préliminaires

Inverseur : sur fonction chronomètre,  
 Touche : "marche" : enfoncée,  
 Touche : "20 s - 2 s" : enfoncée ou relevée suivant la gamme choisie,  
 Touche : "Totalisation" : relevée,  
 Touche : "Entrées" : enfoncée (entrée sur E1 ou E2).  
 Touche : "Attente" : relevée.

### b) Mesure du temps d'ouverture du circuit d'entrée.



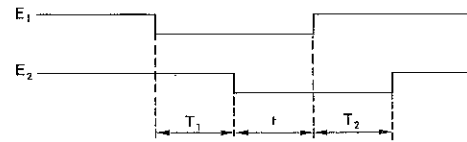
L'appareil indiquera T1, puis T2, puis T3.

Dans toute la suite de ce paragraphe, le diagramme des états pour les deux entrées indiquera :

- pour l'état bas : le faisceau lumineux continu, c'est-à-dire le photo-transistor éclairé, ou un contact électrique fermé.
- pour l'état haut : le faisceau lumineux coupé, c'est-à-dire le photo-transistor non éclairé, ou un contact électrique ouvert.

ATTENTION : Dans la suite de ce paragraphe, nous admettons que pour obtenir des résultats corrects, il ne faut pas que les temps de comptage se chevauchent.

Avec le diagramme des temps suivant :



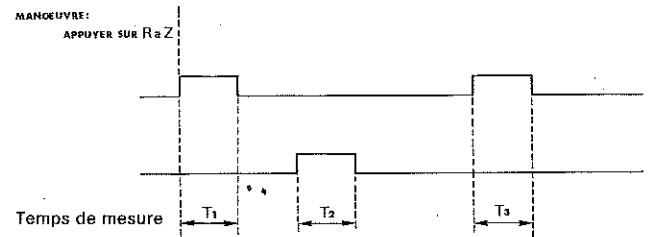
on risque de mesurer T1 et T2, à condition que t soit suffisamment grand, mais on ne pourra jamais mesurer les temps d'ouverture des deux cellules.

### c) Mesure du temps de fermeture du circuit d'entrée

Disposer l'interrupteur et les touches comme précédemment.

Appuyer sur la touche "R à Z" lorsque le faisceau lumineux se trouve coupé (ou le contact mécanique ouvert).

Le chronomètre mesurera les temps d'éclairement de la cellule.



### d) Exemple d'expérience possible

Mesurer la durée du passage devant de cellule, d'un pendule pesant oscillant, aux 1<sup>re</sup>, 5<sup>e</sup>, 10<sup>e</sup>, 15<sup>e</sup> et 20<sup>e</sup> périodes.

## CARTE AFFICHAGE

Repères/ schéma	Caractéristiques	Qté	Code
R 35 - R 36	<b>Résistances :</b> Couche C. 5 % 1/4 W 470 kΩ	2	ER 16 568 / 17
R 33	Couche C. 5 % 1/4 W 100 kΩ	1	ER 16 568 / 01
R 34	Couche C. 5 % 1/4 W 120 kΩ	1	ER 16 568 / 03
DS 1 - DS 2	<b>Afficheur SP 352</b>	2	ER 41 600 / 352
	<b>Support d'angle 25 contacts</b>	1	ER 58 186 / 25

