

Section : <b>S</b>	Option : <b>Sciences de l'ingénieur</b>	Discipline : <b>Génie Électrique</b>	
<b>Le compteur de passage</b>			
Domaine d'application : <b>Etude d'un système</b>	Type de document : <b>Exercice</b>	Classe : <b>Première</b>	Date :

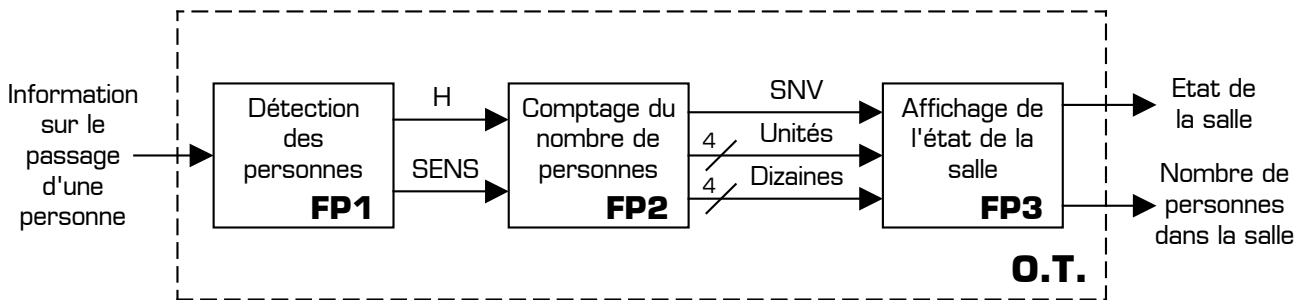
### I - Description de l'Objet Technique *compteur de passage*

Les systèmes de comptage sont très répandus dans la vie courante. Ils assurent automatiquement une gestion efficace des entrées et sorties de personnes ou d'objets dans les lieux publics et les complexes industriels. Bien que leur diversité interdise d'en faire un inventaire exhaustif, nous pouvons citer trois applications parmi les plus importantes :

- \* Le dénombrement des personnes occupant un magasin
- \* La gestion de l'éclairage dans un lieu public
- \* Le contrôle d'occupation d'un garage collectif par feu tricolore

L'O.T. que l'on se propose d'étudier a pour fonction d'afficher le nombre de personnes présentes dans une salle à un instant donné. La salle dispose d'un seul accès, *ne pouvant laisser passer qu'une seule personne à la fois*, dans un sens ou dans l'autre [personne *entrante* ou personne *sortante*]. De plus, le *compteur de passage* indique si la salle est occupée [au moins une personne à l'intérieur] ou vide [zéro personne à l'intérieur] par l'allumage ou l'extinction d'une LED.

### II - Schéma fonctionnel du premier degré de l'O.T.



Ce schéma fonctionnel met en évidence les trois fonctions principales de l'O.T. :

- \* **FP1** : *Détection des personnes*
- \* **FP2** : *Comptage du nombre de personnes*
- \* **FP3** : *Affichage de l'état de la salle*

### III - Schémas fonctionnels de second degré

#### III - 1 - Schéma fonctionnel de second degré de la fonction principale FP1 :

Le rôle de FP1 est double : cette fonction doit détecter le passage d'une personne [signal **H**], mais doit aussi détecter le sens de passage de la personne [signal **SENS**].

Les fonction secondaire FS12 permet de convertir les signaux *analogiques* issus de FS11, en de véritables signaux *logiques*, avec des fronts nets, afin qu'ils soient exploitables par la fonction FP2.

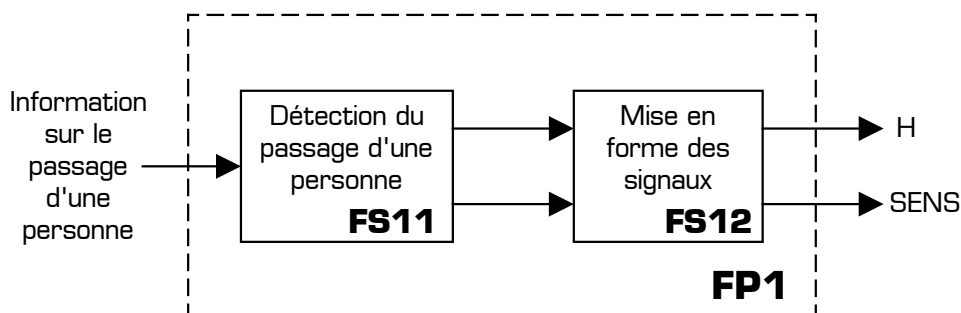


Schéma fonctionnel de second degré de FP1

### III - 2 - Schéma fonctionnel de second degré de la fonction principale FP2 :

Cette fonction doit compter le nombre de personnes présentes dans la salle, c'est à dire qu'elle doit augmenter d'une unité le dénombrement des personnes lorsqu'une personne entre dans la salle, mais elle doit aussi diminuer d'une unité le dénombrement lorsqu'une personne sort de la salle. La fonction FP2 reçoit en entrée les informations délivrées par FP1 [les signaux **H** et **SENS**], et fournit en sortie les 2 chiffres représentant le nombre de personnes, et codés en BCD. Sur le bus **Unités** [bus de 4 fils] on trouve les unités du nombre de personne, et sur le bus **Dizaines** [bus de 4 fils également] on trouve les dizaines.

En plus de mettre à jours le dénombrement des personnes à chaque nouveau passage, la fonction FP2 doit aussi détecter si la salle est vide ou pas, et le signaler avec le signal **SNV** [qui signifie **S**alle **N**on **V**ide].

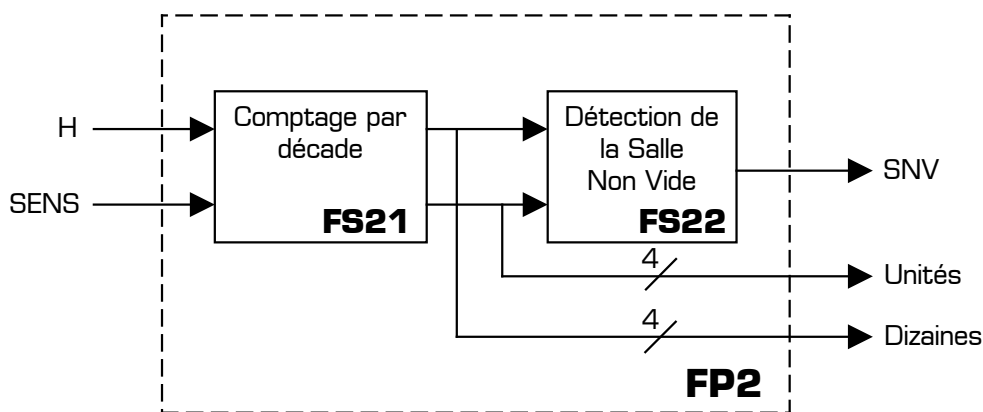


Schéma fonctionnel de second degré de FP2

### III - 3 - Schéma fonctionnel de second degré de la fonction principale FP3 :

Le fonction FP3 reçoit en entrée les deux bus **Unités** et **Dizaines**, et affiche les chiffres qu'ils transportent sous 2 formes différentes :

- \* FS33 les affiche en binaire sur 8 LED [4 LED par décade]
- \* FS32 affiche les deux décade [les dizaines et les unités] sur deux afficheurs 7 segments, après que FS31 ait convertit les codes BCD en 7 segments

De plus, la fonction FS34 signale que la salle est *non vide* par l'allumage d'une LED « Salle Non Vide » : lorsque la salle est vide, FS34 le signale en éteignant la LED « Salle Non Vide ».

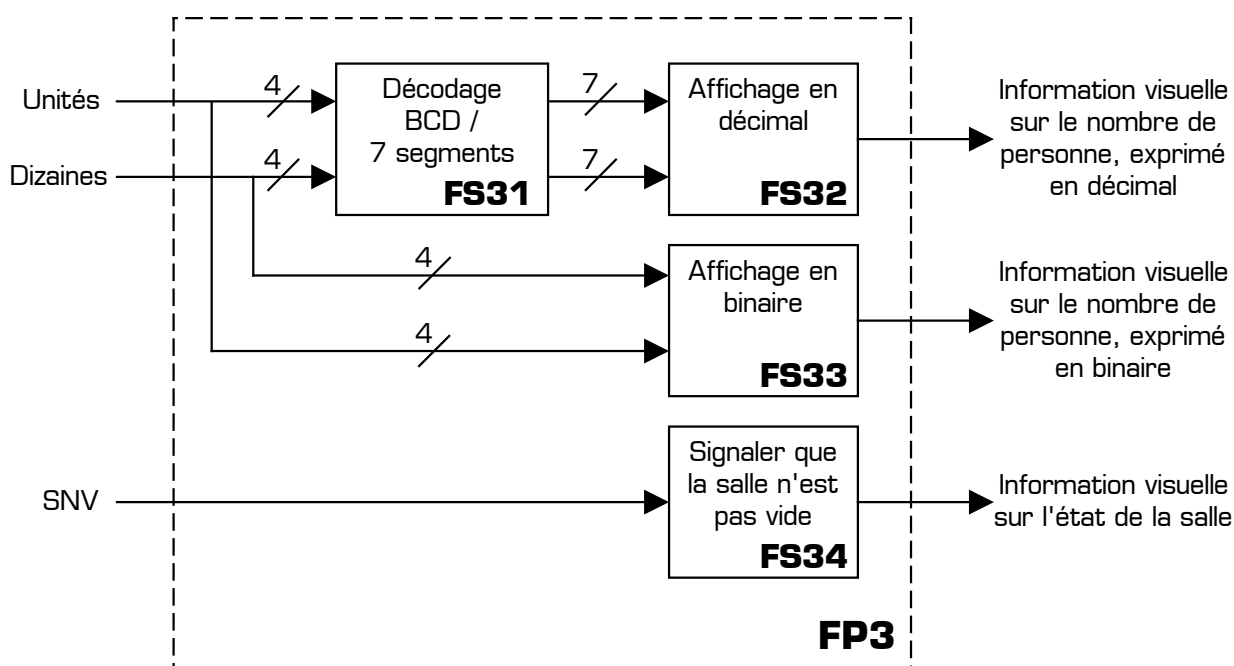


Schéma fonctionnel de second degré de FP3

## IV - Schémas structurels du compteur de passage

Dans un souci de clarté, le schéma structurel global de l'O.T. a été scindé en 2 parties :

- \* La partie *comptage* [voir schéma structurel page 4]
- \* La partie *affichage* [voir schéma structurel page 5]

### IV - 1 - Nomenclature des composants :

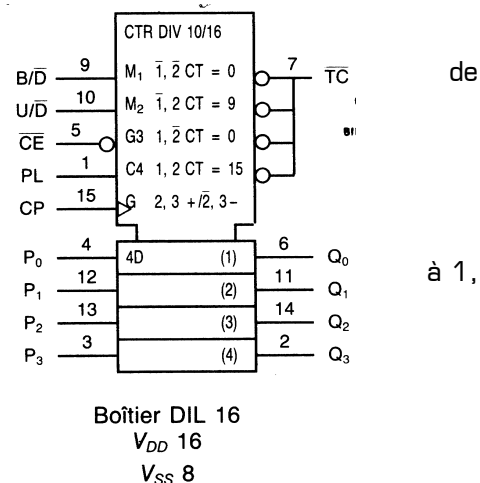
**R1** et **R2** : résistances  $1k\Omega$   $\frac{1}{4}$  W tolérance 5%  
**R3** et **R4** : résistances  $15k\Omega$   $\frac{1}{4}$  W tolérance 5%  
**R5** : résistance  $39k\Omega$   $\frac{1}{4}$  W tolérance 5%  
**R6**, **R21** à **R24**, et **R36** à **R39** : résistances  $47k\Omega$   $\frac{1}{4}$  W tolérance 5%  
**R7**, **R17** à **R20**, et **R25** à **R35**, **R40** à **R46** : résistances  $820\Omega$   $\frac{1}{4}$  W tolérance 5%  
**R8** à **R16** : résistances  $100k\Omega$   $\frac{1}{4}$  W tolérance 5%  
**C1** : condensateur 470nF  
**D1** à **D8** : diodes de signal 1N4148 [ou équivalent]  
**T1** à **T9** : transistors NPN BC337 [ou équivalent]  
**L3** à **L11** : LED Rouges 5 mm  
**L1** et **L2** : LED 5mm, ou capteurs photoélectriques à fourche  
**Ph1** et **Ph2** : phototransistors  
**CI1** : 4093  
**CI2** et **CI3** : 4029  
**CI4** et **CI5** : 4511  
**Aff1** et **Aff2** : afficheurs 7 segments à cathodes communes  
**K1** à **K8** : 1 micro switch DIL 8 interrupteurs  
**K9** : un cavalier

#### Connectique :

2 fiches bananes femelles 4mm pour l'alimentation  
5 supports de circuits intégrés DIL 16 bornes  
1 support de circuits intégrés DIL 14 bornes

### IV - 2 - Documentation du circuit intégré 4029 :

- \* le 4029 est un compteur intégré **synchrone 4 bits**
- \* il peut **compter** ou **décompter**, en fonction de l'état de l'entrée  $U/\bar{D}$  [*Up / Down*]
- \* il compte en **binnaire naturel** [de 0 à 15] ou en **BCD** [de 0 à 9] en fonction de l'état appliqué sur l'entrée  $B/\bar{D}$  [*Binary / Decade*, qui signifie *Binnaire / Décimal*]
- \* l'entrée PE permet **le préchargement** de la valeur appliquée sur les entrée  $P_0$  à  $P_3$  ce qui permet au 4029 de commencer à compter à partir de n'importe quelle valeur
- \* il est **autocorrecteur** [si par exemple on précharge 1111 et qu'on compte en BCD, le 4029 revient automatiquement dans le cycle normal comptage BCD]
- \* il est **cascadable**, grâce à son entrée  $\bar{CI}$  [*Carry Input*, qui signifie « retenue d'entrée »] et à sa sortie  $\bar{CO}$  [*Carry Output* : « retenue de sortie »], ce qui lui permet de compter par décade [unités, dizaines, centaines, etc.] ; on utilise alors un 4029 par décade. Si l'entrée  $\bar{CI}$  est le compteur est inhibé : il ignore le signal d'horloge CP.
- \* CP est l'entrée d'horloge, active sur fronts montants, et validé seulement si  $\bar{CI} = 0$



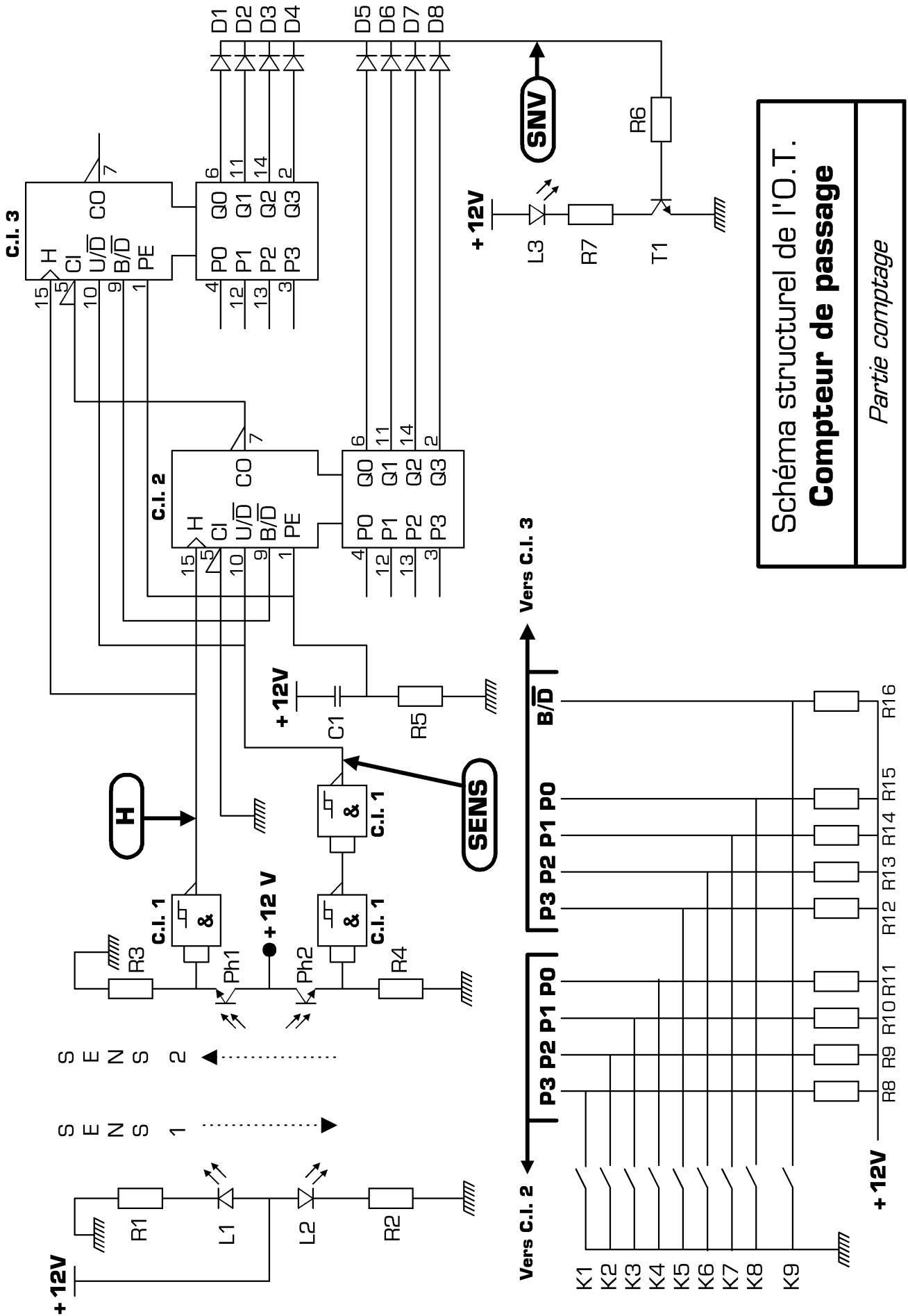


Schéma structurel de l'O.T.  
**Compteur de passage**  
*Partie comptage*

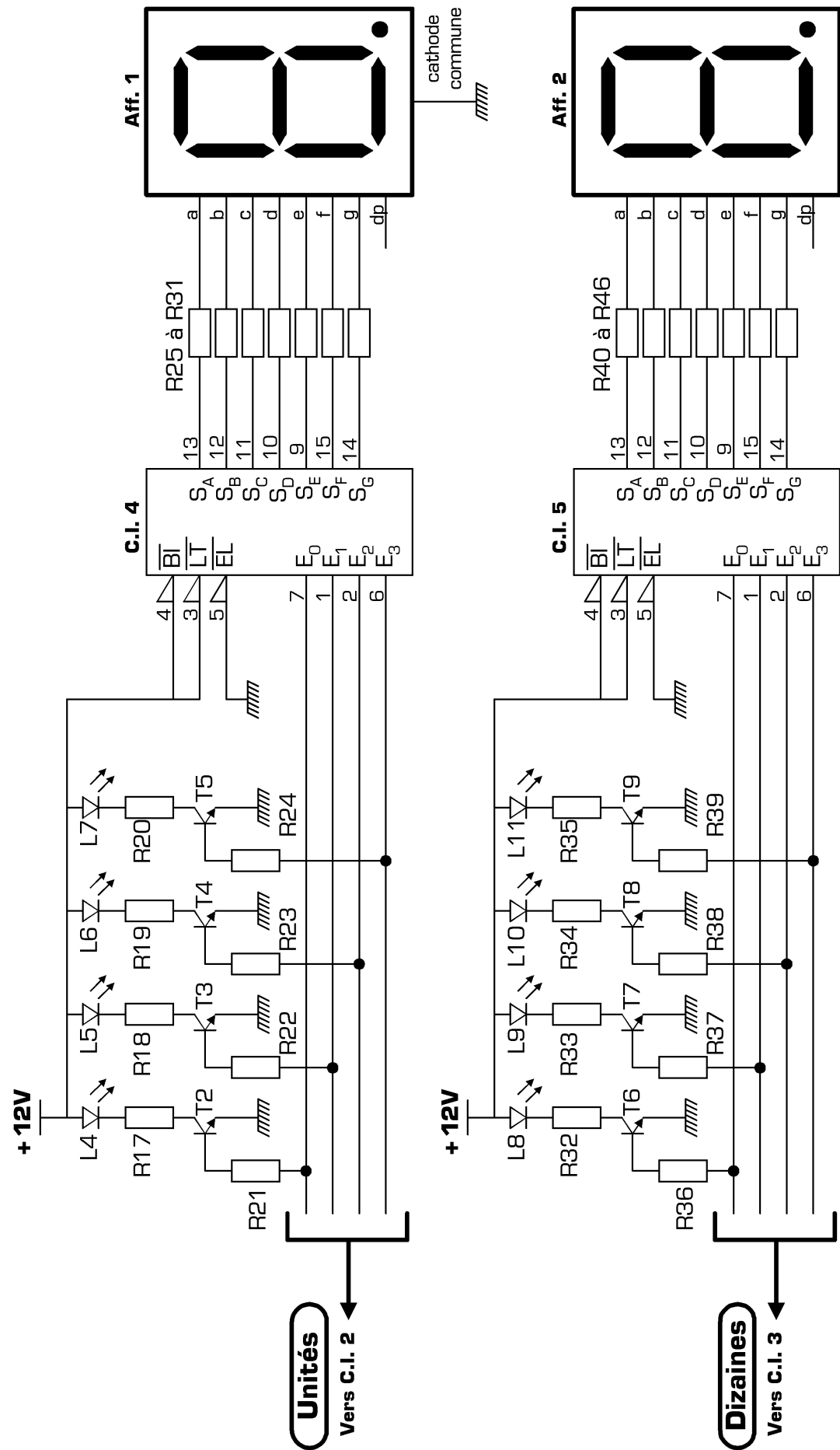


Schéma structurel de l'O.T.  
**Compteur de passage**  
*Partie affichage*

**I - Analyse fonctionnelle**

Dans le but d'en simplifier l'étude, l'O.T. que nous étudions est décomposé en différentes fonctions principales [FPx], qui sont elles même décomposées en fonctions secondaires [FSxx]. Cette organisation fonctionnelle permet d'étudier

l'objet technique fonction par fonction, chaque fonction électronique pouvant être vue, en un premier temps, indépendamment des autres fonctions.

### **I - 1 - Identification des FP et des FS sur le schéma structurel**

Le compteur de passage est structuré en 3 fonctions principales, chacune divisée en plusieurs fonctions secondaires. En vous aidant du dossier technique de l'O.T., identifiez puis encadrez proprement [c'est-à-dire en utilisant une règle et en traçant des RECTANGLES ...] les fonctions principales et les fonctions secondaires sur les schémas structurels des page 2 et 3 et respectant la présentation suivante :

- \* Les FP seront encadrées en ROUGE
- \* A l'intérieur des FP, les FS seront encadrées en VERT

### **I - 2 - Nature et signification des entrées et sorties des Fonction Principales**

En vous aidant du dossier technique, complétez le tableau de la page 2, en indiquant *la nature* et la *signification* des entrées et sorties des différentes fonctions principales de l'O.T. *compteur de passage*.

On rappelle que *la nature* d'une entrée ou d'une sortie est la réponse à la question « **Quelle est la grandeur physique de cette entrée ou sortie ?** »

Exemples : une vitesse, une tension analogique, une température, un courant, une information visuelle, un signal logique, une lumière, une fréquence, etc.

Et *la signification* d'une entrée ou d'une sortie est la réponse à la question « **Que représente cette entrée ou sortie dans le contexte de l'objet technique ?** »

Exemples :

- une tension proportionnelle à la température du bain photographique
- une information (sous forme de courant, tension, ou autre ... comme l'indique *la nature*) indiquant que le voleur est entré dans le local surveillé
- le nombre d'objets comptés dans la chaîne de production, etc.

Vous préciserez aussi le *nom* des signaux d'entrée ou de sortie lorsque celui-ci des indiqué sur le schéma fonctionnel de premier degré.

		Nature des E/S	Signification des E/S
<b>FP1</b>	Entrée[s]		
	Sortie[s]		
<b>FP2</b>	Entrée[s]		
	Sortie[s]		
<b>FP3</b>	Entrée[s]		
	Sortie[s]		

Sans faire référence au dossier technique, mais en vous servant simplement du tableau ci-dessus, formulez en une phrase *le rôle* que devra remplir chacune des fonctions principales du compteur de passage : ne vous contentez pas de marquer seulement le nom de la fonction, mais faites une phrase répondant à la question suivante : « **Dans le contexte de l'O.T., quelle tâche devra remplir la FP, pour que l'O.T. fonctionne correctement ?** ».

## II - Etude de FP1

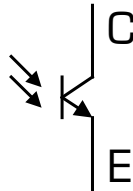
Pour faciliter son étude, la fonction principale FP1 est décomposée en 2 fonctions secondaires : FS11 [première FS de la FP1] et FS12 [deuxième FS de la FP1].

Vous allez maintenant étudier les deux Fonctions Secondaires de FP1.

### II - 1 - La fonction FS11

La fonction FS11 utilise comme composant principal des *phototransistor* (Ph1 et Ph2 sur le schéma structurel). Vous allez en un premier temps commencer par voir le fonctionnement d'un phototransistor, puis ensuite vous passerez à l'étude de FS11.

Symbole d'un phototransistor :



Les 2 petites flèches à gauche du symbole indiquent que le phototransistor est sensible à la lumière qu'il reçoit

Tout comme le transistor bipolaire classique, le phototransistor possède deux bornes appelées :

- \* Collecteur [C sur le symbole]
- \* Et Emetteur [E sur le symbole]

On remarque que la flèche sur le symbole d'un phototransistor permet de repérer l'*émetteur*.

Mais à la différence d'un transistor bipolaire classique, le phototransistor ne possède pas de *Base*, qui est la 3<sup>ème</sup> borne des transistors bipolaires. En effet, un phototransistor n'est pas commandé par le courant qu'on lui envoie sur sa base [puis qu'il n'a pas de base], mais par la **lumière**. Le fonctionnement d'un phototransistor *en commutation* est alors le suivant:

- \* S'il reçoit suffisamment de lumière, le phototransistor sera **SATURE**
- \* S'il ne reçoit pas de lumière [ou très peu], le phototransistor est **BLOQUE**

Et tout comme un transistor bipolaire classique, le phototransistor peut aussi fonctionner en linéaire : dans ce cas, le courant  $I_c$  sur le collecteur du phototransistor est proportionnel à la lumière reçue par le phototransistor. Il faut remarquer que :

- \* Pour fonctionner en *linéaire*, le phototransistor ne doit pas recevoir trop de quantité de lumière, sinon il est *saturé*.
- \* En fonctionnement linéaire, un phototransistor peut donc servir de *capteur de lumière*, dans le but de mesurer la lumière ambiante.

Dans les deux cas ci-dessous, on considère que le phototransistor fonctionne en commutation : il ne peut être que dans un des deux états **Bloqué** ou **Saturé**. Complétez l'état du phototransistor dans les deux situations :

1<sup>er</sup> cas :



L'ampoule est allumée, le phototransistor reçoit beaucoup de lumière.

**Il est dans l'état .....**

2<sup>ème</sup> cas :



L'ampoule est éteinte, le phototransistor ne reçoit pas de lumière.

**Il est dans l'état .....**

Passons maintenant à l'étude de la fonction FS11 du compteur de passage.

En considérant que les phototransistors fonctionnent en commutation avec  $V_{CE\ SAT} = 0,3V$ , et qu'un phototransistor ne reçoit que la lumière émise par la LED qui est en face de lui, complétez le tableau suivant :

	Etat de <b>Ph1</b>	Etat de <b>Ph2</b>	Tension en <b>S1</b>	Tension en <b>S2</b>
<b>L1</b> éteinte et <b>L2</b> éteinte				
<b>L1</b> éteinte et <b>L2</b> allumée				
<b>L1</b> allumée et <b>L2</b> éteinte				
<b>L1</b> allumée et <b>L2</b> allumée				

Mais dans le compteur de passage, les deux LED L1 et L2 sont allumées **en permanence**. Expliquez alors quelle est la condition qui fera changer les phototransistors d'état.

Au passage d'une personne par l'accès à la salle contrôlé par l'O.T. [c'est à dire lorsque la personne passe entre les LED L1 L2 et les phototransistor Ph1 Ph2], la fonction FP1 a 2 tâches à remplir. En consultant le dossier technique, indiquer les 2 rôles de FP1.

Nous allons maintenant nous intéresser à la détection du *sens de passage* d'une personne. En effet, la personne peut accéder à la salle suivant 2 sens :

- \* elle peut *entrer* dans la salle [représenté par **SENS 1** sur le schéma structurel]
- \* elle peut *sortir* de la salle [représenté par **SENS 2** sur le schéma structurel]

Le compteur de passage qui doit maintenir à jours le nombre de personnes présentes dans la salle doit donc faire la différence entre ces deux cas.

Sachant qu'en entrant ou en sortant de la salle, la personne passera forcément devant les 2 phototransistors à la fois à un moment donné, compléter les deux tableaux suivants représentant les 5 phases par lesquelles passera FS11 lorsqu'une personne accède à la pièce contrôlée :

Cas d'une personne qui <b>entre</b> dans la salle				
	Etat de <b>Ph1</b>	Etat de <b>Ph2</b>	Tension en <b>S1</b>	Tension en <b>S2</b>
Phase 1				
Phase 2				
Phase 3				
Phase 4				
Phase 5				

Cas d'une personne qui <b>sort</b> de la salle				
	Etat de <b>Ph1</b>	Etat de <b>Ph2</b>	Tension en <b>S1</b>	Tension en <b>S2</b>
Phase 1				
Phase 2				
Phase 3				
Phase 4				
Phase 5				

Remarque : La phase 1 est la phase de repos, où le compteur de passage est en attente d'une prochaine détection de personne.

D'après les deux tableaux ci-dessus, et en considérant toujours que les phototransistors fonctionnent en commutation, dessinez les chronogrammes des signaux S1 et S2 à la sortie de la fonction FS11, et ce dans les deux sens de passage possibles.