

RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL



ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE THIÈS

PROJET
DE
FIN D'ÉTUDES

Gm. 0391

Titre CONCEPTION D'UNE SIGNALISATION
AUTOMATIQUE AUX PASSAGES A NIVEAU

Auteur Amadou . A . POUYE

Génie mécanique

Date JUIN 1983

ECOLE POLYTECHNIQUE

de

THIES

DEPARTEMENT de Génie MECANIQUE

PROJET

de

FIN D'ETUDES

TITRE : Conception d'une signalisation
automatique à un passage à niveau.

AUTEUR : Amadou Arona POUYE

DIRECTEUR de PROJET : Roger Martin

1982 - 1983

i

A mes parents

A mon parrain Amadou Arona Sy

A ma tante NDeye Marième NDiaye et famille.

A mon amie Aminata Dieye

Aux élèves de la 6^e promotion de l'école
Polytechnique de Thies.

REMERCIEMENTS

Je tiens d'abord à remercier mon directeur de projet, Monsieur Roger Martin pour sa grande disponibilité, ayant fait de ce projet le sien et pour toutes les connaissances que j'ai acquises à travers ce projet.

Mes remerciements vont également à Monsieur Baganella de la Régie des Chemins de fer du Sénégal pour ses idées et sa disponibilité.

Mes remerciements également aux différents agents de la Régie qui m'auront beaucoup aidé.

Mes remerciements à Mr Simon, technicien en électrotechnique à l'École Polytechnique de Thies, pour son aide.

Mes remerciements iront enfin à mon jeune cadet: Mamadou Gueye de la 9^e promotion de l'École Polytechnique de Thies pour son soutien moral et sa grande disponibilité durant les périodes difficiles.

PREAMBULE

Définition du problème

iv

Il s'agit ici d'étudier un système de signalisation automatique lumineuse et sonore, sans demi-barrières, appelé installation de type SAL O. C'est un système qui sera effectivement installé au passage à niveau situé à Ballabey (THIES). Il s'agira donc de détecter tous les trains et de les signaler aux automobilistes et passants par l'intermédiaire de feux de signalisation et de sonneries.

Objet du rapport. Importance.

Ce rapport a pour principal but de constituer, un document où toute l'étude de l'installation sera présente de telle sorte que cela puisse servir dans le futur. Dans cette optique donc, l'importance du projet et du rapport n'est plus à démontrer.

Nous souhaiterons seulement que ce présent rapport puisse remplir le rôle qui lui est dévolu.

TABLE des MATIERES

<u>Préambule</u> - - - - -	iii
<u>Introduction</u> - - - - -	1
<u>Chapitre I : Présentation générale du système.</u> - - - - -	4
I-1 : Principes fondamentaux de sécurité - - - - -	5
I-2 : Lieu d'implantation du détecteur - - - - -	5
<u>Chapitre II : Détecteur</u> - - - - -	8
II-1 : Présentation - - - - -	9
II-2 : Principe de fonctionnement - - - - -	10
II-2-1 : Principales caractéristiques - - - - -	12
II-3 : Etude de la détection - - - - -	8
II-3-1 Calcul de la portée utile et vérifications - - - - -	12
- - - - -	18
II-4 : Détection unidirectionnelle - - - - -	18
II-4-1 : Détection unidirectionnelle temporisée - - - - -	18
II-4-2 : Détection unidirectionnelle par comptage d'erreurs - - - - -	21
<u>Chapitre III : Support du détecteur et protection</u> - - - - -	22
III-1 forme du support - - - - -	22
III-2 : Vibrations et protection - - - - -	24
III-3 : Support utilisé - Commentaires et suggestions - - - - -	27
<u>Chapitre IV : Feux de signalisation et sonorité</u> - - - - -	29
IV-1 Poteaux et boîte lumineuse - - - - -	29
IV-1-1 : Poteaux - - - - -	29
IV-1-2 : Boîte lumineuse - - - - -	30
IV-2 : Clignotant alternatif - - - - -	32
IV-3 : Etude de visibilité - - - - -	34

	vi
IV - 3. 1 Dispositions générales d'implantation	36
<u>Chapitre V</u> : <u>Installations - Commentaires</u>	39
V-1 : Etude de faisabilité	39
V-2 : Montage définitif	43
V-3 : Différentes versions - Commentaires - fiabilité	46
V-3-1: fiabilité	47
<u>Chapitre VI</u> <u>Etude du coût et perspectives</u>	50
VI-1 : Etude du coût	50
VI-2 : Perspectives	52
<u>Conclusions</u>	53

Annexes

A-1 Bails nouveaux profils standard de 36 kg	55
A-2 Profil unifié de baudage fini	56
A-3 schéma de principe du support	57
A-4 Boîtier pour unités lumineuses et sonore	58
A-5 Détecteur unidirectionnel temporaire - circuit détaillé	60
A-6 Boîte de contrôle : partie électromécanique	62
A-7 Boîte de contrôle : partie électronique	64
A-8 Liste du matériel utilisé et coût	65
A-9 Circuits imprimés pour la pédale de libération et le digicode	66
A-10 Circuit imprimé : boîte de contrôle	67
A-11 Circuit imprimé : Détection unidirectionnelle temporaire	68
- Bibliographie	69

INTRODUCTION

Nous commencerons par donner une idée assez générale, de la situation sévissant actuellement aux passages à niveau, si l'on sait que les passages à niveau constituent un point saillant du point de vue sécurité. Actuellement, au Sénégal, les passages à niveau les plus sécuritaires sont ceux disposant de barrières, lesquelles sont manoeuvrées par des gardiens, si le besoin s'en fait sentir. Sachant que l'homme n'est jamais à l'abri de défaillances, nous disons qu'un tel système n'est jamais fiable à 100%, considérant aussi qu'une seule défaillance peut coûter la vie à plusieurs individus, ce qui peut en fin de compte coûter très cher à la région du point de vue financier, d'où l'idée de chercher à installer des systèmes de signalisation automatiques. Ceci n'est pas aussi sécuritaire à 100%, mais cela donne au moins l'avantage d'augmenter de manière appréciable la sécurité aux passages à niveau. Un problème que l'on peut poser est celui de l'impact social que peut créer la dispende de gardiennage dans des cas pareils, mais ceci constitue un autre débat qui peut être discuté à un niveau différent du nôtre, mais il est quand même bon d'y penser.

C'est dans ce sens donc que des études ont été entreprises sous la direction de Monsieur Roger Martin. Nous parlerons surtout des études de Mr Souleye Bâ, qui ont abouties après diverses tentatives à l'idée d'utiliser un détecteur de proximité inductif comme moyen de détection, c'est sur cette base que notre étude sera entreprise.

Etant donné que nous ne sommes pas un pays nantis

sur le plan des moyens financiers, il nous appartiendra de faire en sorte que le coût de l'installation soit acceptable.

Dans ce sens, on a essayé dans la mesure du possible d'utiliser les ateliers et les matériaux disponibles au niveau de la région.

Nous avons en annexe A.8 la liste du matériel utilisé.

CHAP I

PRESENTATION GENERALE

du SYSTEME

Comme nous l'avons vu, il s'agit de mettre au point un système de signalisation automatique lumineuse et sonore à un passage à niveau.

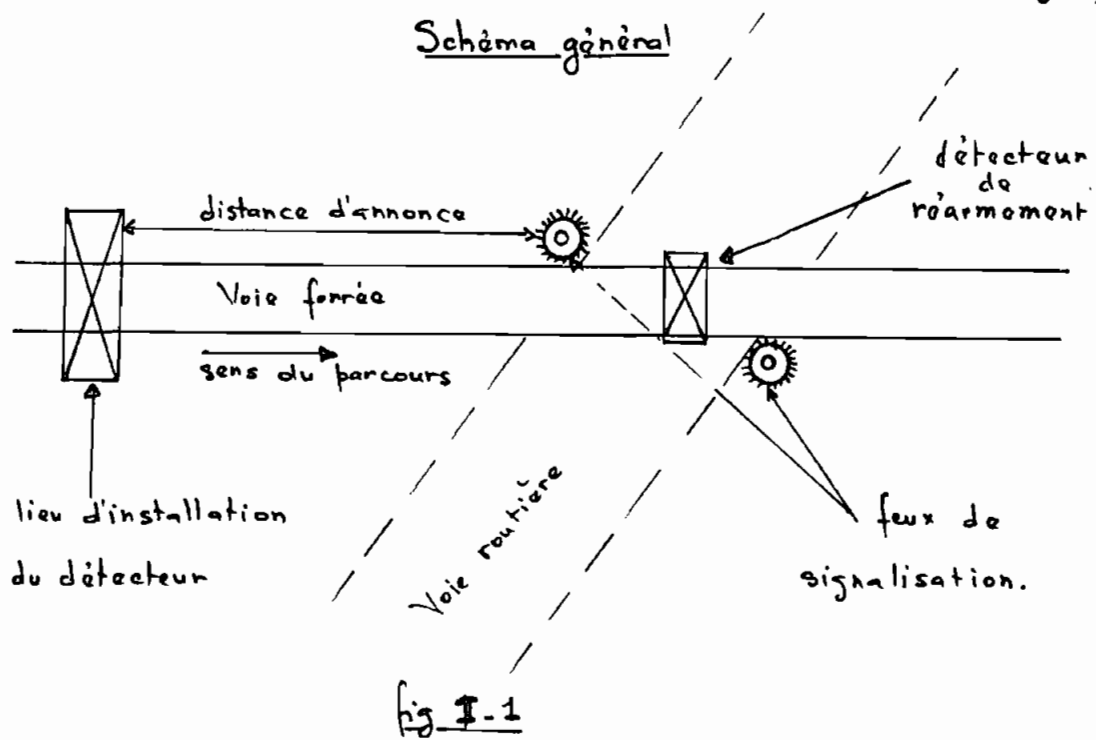
Pour détecter les trains, nous utiliserons un détecteur de proximité inductif dont on expliquera le fonctionnement par la suite. Ce détecteur devra être placé à une distance bien déterminée sur la voie ferrée. Une fois le train détecté, le signal sera envoyé dans une boîte de contrôle automatique qui, par la suite commandera l'allumage des feux et le tintement des sonneries. A ce moment les automobilistes devront alors s'arrêter pour laisser le passage au train. Ces éléments de signalisation s'arrêteront, une fois que le train aura franchi le passage à niveau.

Ainsi décrit nous voyons que notre système devra être très fiable, et ceci à cause surtout du fait que nous ayons un système du type S.A.L.O⁽¹⁾

Nous allons essayer par la suite d'énoncer quelques principes fondamentaux de sécurité qui sont extrêmement importants, surtout pour des études de ce genre. Nous étudierons par la suite, le lieu d'installation de notre détecteur. Mais auparavant, nous allons vous montrer un schéma général de principe.

(1) S.A.L.O: signalisation automatique lumineuse sans demi-barrières

Schéma général



1) Principes fondamentaux de sécurité

Nous avons les principes suivants :

- Aucun défaut de l'installation ne doit avoir de résultat contraire à la sécurité. Ainsi une panne de courant, une rupture de fil électrique, un court-circuit peuvent provoquer la fermeture, d'un signal ouvert, mais pas l'ouverture d'un signal qui doit être fermé.
- Chaque élément du système doit, ou bien satisfaire au principe ci-haut, ou bien être contrôlé par un autre élément
- Il faudra rechercher une bonne visibilité de l'utilisateur de la route, à tous les passages à niveau.

1-2) Lieu d'installation du détecteur

Le détecteur, devra être placé à une distance x du passage à niveau (P.N), appelée distance d'annonce, (fig 1) de telle sorte que le délai d'annonce soit respecté

5

Les normes de la S.N.C.F⁽¹⁾ qui régissent en grande partie la R.C.F.S nous disent que pour les trains circulant à une vitesse maximale $V \leq 140$ km/h, le délai d'annonce pour un système de signalisation automatique lumineuse sans barrières est de 25 secondes. C'est-à-dire qu'entre le moment où le train est détecté et où il franchit le P.N., il doit s'écouler 25s au minimum. Pratiquement, ceci se traduit par le fait que les usagers de la route doivent avoir au minimum un délai de 25s pour franchir le P.N, une fois que la signalisation soit en action et qu'ils se soient déjà engagés sur le P.N. Ce délai pourrait être majoré lorsque la distance entre les deux poteaux de signalisation est supérieure à 14 mètres, ce qui n'est pas notre cas (largeur de notre P.N. égale à environ 9 mètres). Néanmoins, pour être plus sécuritaire, nous allons majorer ce délai d'annonce de 5 secondes. Il importe de signaler que notre passage à niveau est un peu creux, de telle sorte que les véhicules vont perdre quelques secondes de plus, pour franchir le P.N, ceci peut justifier, dans un certain sens notre majoration. Nous portons ainsi notre délai d'annonce à 30 secondes.

La vitesse maximale des trains au Sénégal étant de 95 km/h, soit 26.4 m/sec. Nous supposons que, sur la distance x d'annonce, le train circule à une vitesse uniforme, supposition concevable, vu le délai d'annonce. Le détecteur sera donc installé à une distance $x = V_{max} \times t$ t étant le délai d'annonce

(1) S.N.C.F., Société nationale des chemins de fer Française.

Nous avons donc $x = (26.4)(30)$
 $x = 792 \text{ m.}$

70

Pour des raisons pratiques d'installation, et vu que cette vitesse des trains est très rarement atteinte, on prendra pour l'installation, une distance $x = 700 \text{ m.}$

Pour installer les détecteurs il faudra tenir compte des travaux possibles que l'on pourrait faire sur les rails, d'ou échauffement possible, des rails. A cause de ceci, il faudra placer les détecteurs, au moins à 2 mètres d'un joint.

Pour terminer ce chapitre, il importe de donner quelques précisions à propos des feux de signalisation: Les feux seront disposés de part et d'autre du passage à niveau, et sur chaque poteau de signalisation, on aura deux feux avant et deux feux arrière, de telle sorte que les automobilistes puissent voir, à la fois les feux situés directement à leur droite, et les feux arrière du poteau de signalisation situé de l'autre côté du P.N, ceci dans l'optique d'augmenter la sécurité.

Signalons, enfin que les annonces seront effacées à l'aide d'un détecteur dit de réarmement situé juste au niveau du passage à niveau (fig 1)

Dernière précision: Etant donné que nous sommes en présence d'un P.N à voie unique, il faudra essayer de rendre unidirectionnelle la détection, nous verrons plus loin les détails de cette détection.

CHAP II

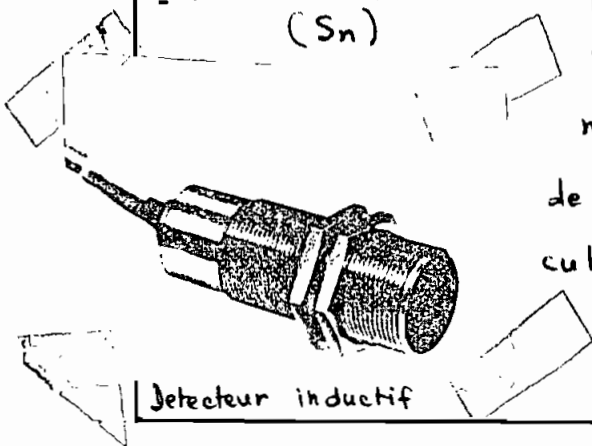
DETECTEUR

Le détecteur constitue l'élément fondamental de notre installation, c'est un détecteur électronique qui a l'avantage d'être soustrait aux efforts mécaniques (contrairement aux pédales). Nous allons commencer ce chapitre par la présentation du détecteur utilisé.

II-1) : Présentation

Dans cette étude, nous utilisons un détecteur de proximité inductif du type XSA-C10731 de Télémécanique. C'est un appareil de forme cylindrique qui permet de signaler la présence d'un objet métallique à proximité de sa face sensible à partir d'une certaine distance, appelée portée de l'appareil. Ces détecteurs sont particulièrement bien adaptés pour les ambiances difficiles, les cadences de fonctionnement élevées et les grandes vitesses de déplacement. Il est utile de signaler que cet appareil peut être noyé dans le métal, sans que cela puisse affecter sa capacité de détection. Avant de passer au principe de fonctionnement, il importe d'expliquer un certain nombre de termes que nous aurons à utiliser par la suite.

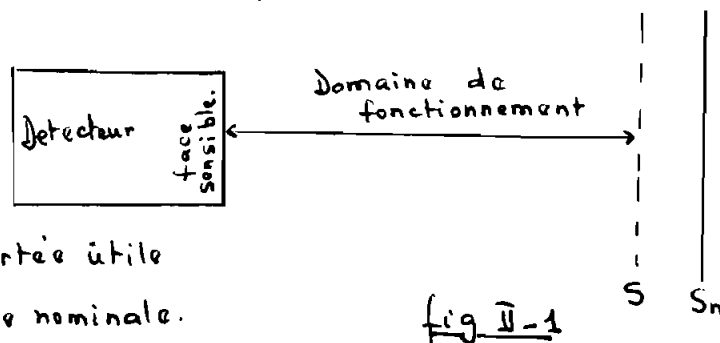
- Portée nominale de l'appareil : Portée conventionnelle (S_n) servant à désigner l'appareil. Elle ne tient pas compte des dispersions de fabrication, ni des conditions particulières d'utilisation.



Détecteur inductif

- 9 ☺
- Courant résiduel : Courant traversant l'appareil à l'état ouvert
 - Retard à l'action : Temps qui s'écoule entre le temps où l'objet à détecter pénètre dans la zone active et le changement du signal de sortie.
 - Retard au relâchement : Temps qui s'écoule entre la sortie de l'objet à détecter hors de la zone active et le changement du signal de sortie.
 - Retard à la disponibilité : Temps qui s'écoule jusqu'à ce qu'un détecteur de proximité soit prêt à fonctionner après la fermeture du courant d'alimentation.

Domaine de fonctionnement : Espace dans lequel la détection est certaine quelles que soient les dispersions (tension, température - -)



S : étant la portée utile
 S_n : la portée nominale.

fig II-1

II-2) Principe de fonctionnement

Le détecteur de proximité inductif que nous utilisons se compose essentiellement d'un oscillateur dont les bobinages constituent la face sensible. À l'avant de celle-ci est créé un champ magnétique alternatif, et lorsqu'un écran métallique (roue de train dans notre cas) est placé dans ce champ, les courants induits constituent une charge

10
 additionnelle qui provoque l'arrêt, des oscillations. Et une fois qu'on a l'arrêt, des oscillations, on obtient un courant résiduel presque nul ($\leq 1,2 \text{ mA}$). Cette propriété est ainsi utilisée comme contact à ouverture (normalement fermé). Signalons aussi qu'on obtient le même résultat si le fil du détecteur casse (courant résiduel égal à 0 mA).
 A l'état normal, si rien n'est détecté, le courant commuté (délivré par l'appareil) varie de $1,5$ à 50 mA . Nous allons vous montrer ci-dessous le schéma de branchement de l'appareil.

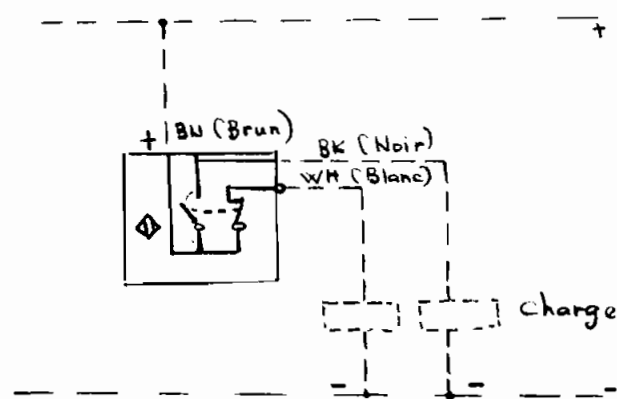


fig II-2

II-2-1) Principales caractéristiques

Le détecteur XSA C10731 est un appareil pour courant continu, dont les caractéristiques peuvent se mettre sous forme de tableau comme suit:

Masse	0.3 kg
Portée nominale	10 μ w
Portée utile	8 μ w
nature de la tension d'alimentation	: Continu
tension nominale (Volts)	12/48
Courant commuté (μ A)	max 50 min 1.5
Courant résiduel (μ A)	≤ 1.2
retard à la disponibilité (ms)	≤ 4
retard à l'action (ms)	≤ 0.5
retard au relâchement (ms)	≤ 2
température de fonctionnement	de -25°C à 70°C
tenu aux vibrations	25g; F = 55Hz; $\pm 2\text{ms}$
tenu aux chocs.	50g pendant 11ms

tab II - 1

Il convient de signaler ^{qu'ils} sont immunisés aux parasites électriques créés sur leur ligne d'alimentation. Et que, au montage, entre détecteurs côte à côte, il y a une distance à respecter, telle que montrée sur la figure ci-dessous



Nous allons passer maintenant à l'étude de la détection proprement dite.

II - 3) Etude de la détection

19

Etant donné que nous voulons utiliser le détecteur de proximité inductif pour une installation de sécurité, il importe de faire une étude précise du mode de détection de l'appareil, ainsi que l'étude de tous les éléments susceptibles de nuire à la détection des trains, aussi bien à court terme, qu'à long terme.

Par étude de la détection, nous entendons ~~par~~ le calcul précis de la portée utile, car comme cela a été spécifié, la portée nominale de l'appareil est établie pour des conditions d'utilisation standard. Nous devons donc, pour avoir un domaine de fonctionnement assez correct, faire notre calcul en fonction de nos conditions d'utilisation.

II - 3 - 1) Calcul de la portée utile et vérifications

Les paramètres suivants influent sur la portée de l'appareil: la variation de la tension d'alimentation, la variation de la température ambiante et les caractéristiques du mobile à détecter. Pour chacun de ses paramètres, nous aurons un coefficient de correction à appliquer sur la portée nominale S_n , ceci nous donnera en fin de compte, une certaine valeur qui représentera la portée utile pour notre cas d'utilisation. Du catalogue nous tirons un certain nombre de courbes, nous permettant de trouver ces coefficients de

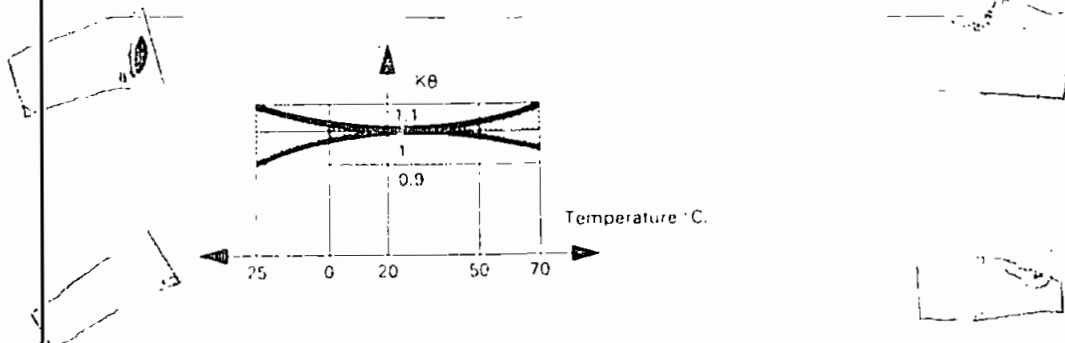
correction.

Vu que les courbes du détecteur de type XSA C10731 ne sont pas disponibles, nous allons utiliser ceux du type XSA A10, vu que ces types de détecteurs ont les mêmes caractéristiques que les autres, leur seule différence se trouvant au niveau de la nature de leur tension d'alimentation (courant alternatif dans le cas du détecteur du type XSA A-10)

- Variation de la tension d'alimentation: Vu qu'ici nous avons du courant continu, nous pouvons dire qu'il n'y a presque pas de fluctuation de la tension d'alimentation, mais le constructeur nous dit d'appliquer dans tous les cas un coefficient de correction: $K_t = 0.9$

- Variation de la température ambiante.

Nous avons la courbe suivante tirée du catalogue.



Il a été établi que la température sur les rails peut atteindre à certaines périodes de l'année 60°C. Ainsi de la courbe, on tire le coefficient de correction

$$K_\theta = 0.97$$

- Caractéristiques du mobile à détecter

Dans ce cas il y a deux éléments à considérer : le matériau et la dimension.

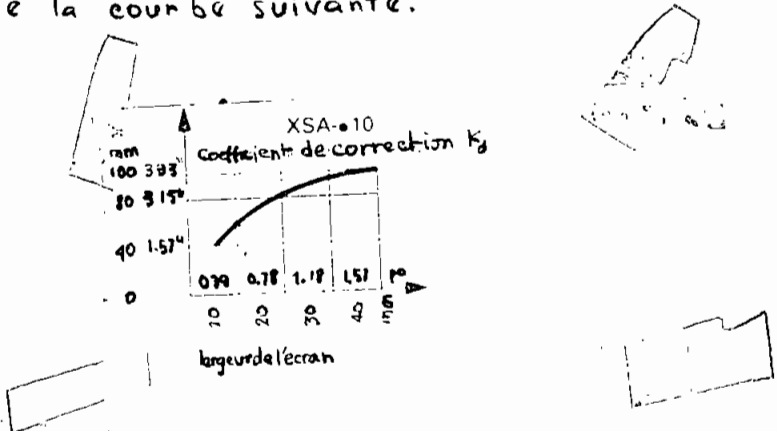
Matière : Ici le mobile à détecter est la roue d'un train qui est en acier, pour cet élément nous avons le tableau suivant

Matière	facteur k_m
	XSA A10
Acier	1
Laiton	0.33
Aluminium	0.30
Cuivre	0.22

Nous tirons du tableau $k_m = 1$

Dimensions :

Pour ce dernier coefficient k_d , on s'inspire du tableau et de la courbe suivante.



Pour ce dernier coefficient, il est utile de voir la largeur de l'écran (qui est formée de la roue du train). Comme nous allons le voir dans le chapitre suivant,

15

La roue du train débordé du rail (côté extérieur) d'une valeur d'environ 39 mm, mais cette valeur ne tient pas compte de l'usure des roues au fil du temps et des jeux des roues du train sur la voie. Vu que le diamètre du détecteur est de 30 mm et aussi qu'il sera placé sur son support à une certaine distance du rail (distance qui dépendra du support et de la portée de l'appareil). Nous pouvons estimer que l'écran formé par la roue du train au dessus du détecteur aura dans le pire des cas une largeur un peu inférieure au rayon de la face sensible du détecteur; on prend 10 mm. Nous jugeons que cette estimation est quand même acceptable et qu'elle va dans le sens de la sécurité.

Ainsi avec une largeur d'écran égale à 10 mm, on tire de la courbe un coefficient de correction $K_d = 60\%$ soit:

$$\underline{K_d = 0.6}$$

Nous pouvons ainsi calculer la portée utile S qui est donnée par la relation

$$S = S_n \times 0.9 \times K_\theta \times K_m \times K_d$$

S_n étant la portée nominale de l'appareil

$$S_n = 10 \text{ mm} ; K_\theta = 0.97 ; K_m = 1 ; K_d = 0.6$$

$$\text{d'où } S = 10 \times 0.9 \times 0.97 \times 1 \times 0.6$$

On trouve ainsi une portée utile $S = 5.238 \text{ mm}$.

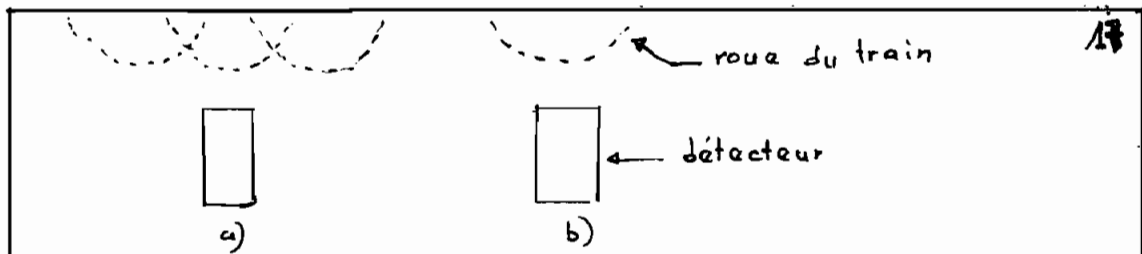
pour des raisons pratiques on prendra $S = 5 \text{ mm}$

Ainsi pour un fonctionnement correct du détecteur, du point de vue détection, il faudra placer l'appareil à une distance inférieure ou égale à 5mm du haut du rail. 16

Nous pouvons donc conclure que dans nos conditions d'utilisation, le domaine de fonctionnement du détecteur s'étend de 0 à 5mm.

Pour terminer cette étude de la détection, il reste un certain nombre de vérifications à faire se rapportant à l'action même du détecteur. Rappelons que le constructeur a défini un certain nombre de paramètres ayant une grande importance sur le fonctionnement correct de l'appareil. Deux paramètres vont faire l'objet de vérification. Il s'agit du retard à l'action et du retard à la disponibilité.

- Retard à l'action : Comme nous l'avons vu, ce terme définit le temps qui s'écoule entre l'instant où l'élément de commande pénètre dans la zone active et le changement du signal de sortie. Nous voyons qu'effectivement ce temps limite d'une part la vitesse de passage des trains au dessus du détecteur et que d'autre part les dimensions des roues du train vont entrer en ligne de compte. Nous allons ainsi essayer de voir la vitesse des trains pour laquelle, le détecteur n'aura pas le temps de changer son signal de sortie, pour clarifier la chose, inspectons le schéma de la page suivante.



Ces schémas représentent comment la roue du train franchit la zone active du détecteur. Les étapes réelles de franchissement, sont représentées par le schéma (a). Pour faire notre vérification, nous considérons le cas le pire en cherchant la vitesse pour laquelle, le train (c'est à dire la roue) franchira le diamètre du détecteur en 0,5 ms (retard à l'action). (b)

Dans ce cas, nous avons $V_2 = \frac{D}{0,5 \cdot 10^{-3}}$; D étant le diamètre du détecteur

$$D = 30 \text{ mm} = 30 \cdot 10^{-3} \text{ m} \quad \text{d'où} \quad V_1 = \frac{30}{0,5} = 60 \text{ m/s}$$

soit 216 km/h

Vitesse que l'on est sûr de ne pas atteindre, ici au Sénégal

- Retard à la disponibilité

Pour ce paramètre, nous n'avons pas tellement à nous en soucier, car il se rapporte à la mise sous tension (temps s'écoulant jusqu'à ce que l'appareil soit fonctionnel après la mise sous tension). Car en fait après la mise sous tension, un temps supérieur à ce temps s'écoulera avant qu'un train ne passe (il faudra prendre les dispositions nécessaires)

- Signalons entre autres que, du moment que le boîtier du détecteur est en nickel, il résistera bien à

la corrosion.

18

II-4) Détection unidirectionnelle

Nous avons vu que le passage à niveau où l'on doit faire notre installation est un passage à voie unique, ce qui suppose que sur la même^{voie} nous aurons des trains venant tantôt dans un sens, et tantôt dans l'autre sens. Ce qui fait que nous avons principalement deux contraintes.

D'abord il faudra détecter tous les trains (dans un sens ou dans l'autre)

- Ensuite, il ne faudrait pas que le train venant dans un sens ne fasse déclencher le système deux fois : c'est-à-dire, une première fois en se faisant détecter lui-même, et une deuxième fois en franchissant l'autre détecteur installé pour des trains venant en sens inverse.

Le problème revient donc à rendre la détection possible dans un sens, mais pas dans l'autre.

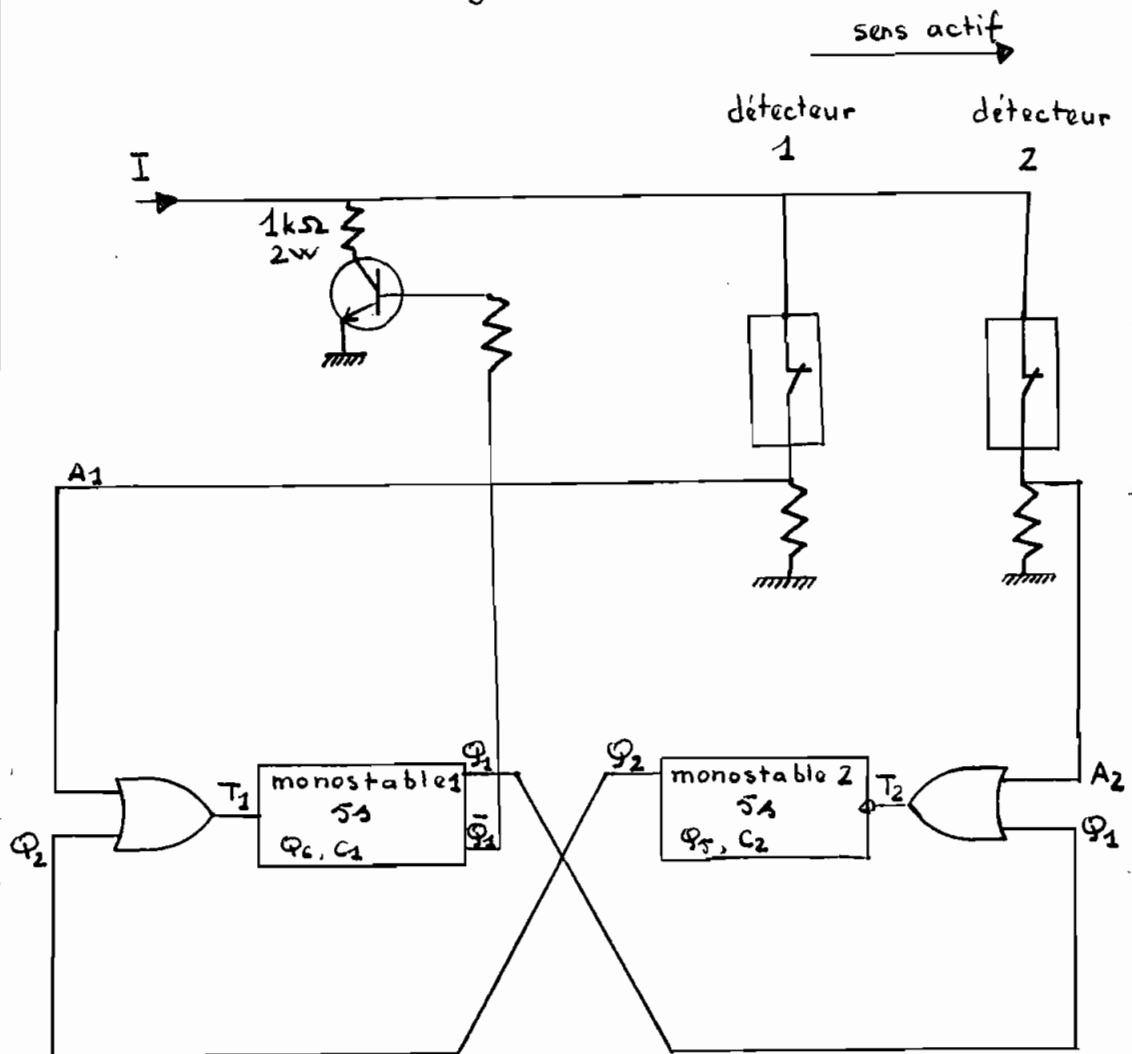
Il a été conçu deux versions de détecteurs unidirectionnels (utilisant deux détecteurs côte à côte) : La détection unidirectionnelle par temporisation, et celle par comptage d'essieux (ce dernier n'utilisant pas deux détecteurs)

II-4-1) Détection unidirectionnelle temporisée

Nous allons vous présenter tout de suite, le diagramme en bloc du circuit utilisé pour rendre unidirectionnelle notre détection, avec quelques explications sur le fonctionnement avec des commentaires. Signalons que c'est ce type de détection que nous avons utilisé.

Diagramme en bloc

19



fonctionnement

* Normalement (s'il n'y a aucun train) : $A_2 = 1$, $\phi_1 = 0$, $T_2 = 1$ et on a $A_1 = 1$, $\phi_2 = 0 \Rightarrow T_1 = 1 \Rightarrow$ monostable 1 non déclenché ce qui fait que $\bar{\phi}_1 = 1 \Rightarrow$ le transistor se sature $\Rightarrow I$ élevé

* si un train passe

i) sens actif a) $A_1 = 0$ et $\phi_2 = 0 \Rightarrow T_2 = 0 \Rightarrow$ monostable 1 déclenché pendant 5s $\Rightarrow \bar{\phi}_1 = 0$ et $\phi_2 = 1 \Rightarrow$ le transistor se bloque, donc le courant I devient très faible.

b) Avant que les 5s ne se soient écoulées A_1 repasse à 1 (aucun effet) et A_2 passe à 0, comme $\phi_1 = 1$

20

$\overline{T_2}$ reste à 1 \Rightarrow le passage du train sur le deuxième détecteur n'a donc aucun effet

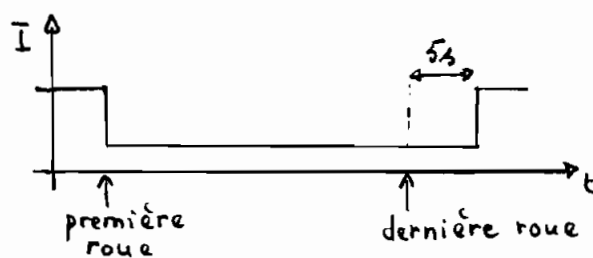
ii) sens inactif a) A_2 passe à 0 et $Q_2 = 0 \Rightarrow \overline{T_2} = 0$

ce qui fait que le monostable 2 soit déclenché $\Rightarrow Q_2$ passe à 1 pendant 5 secondes, ce qui bloque le monostable 1

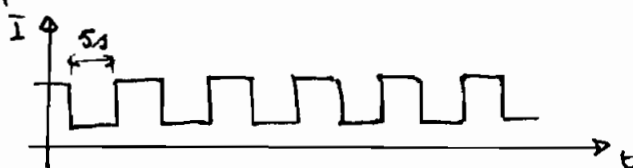
b) $A_2 = 1$ et $A_1 = 0$, mais $Q_2 = 1 \Rightarrow \overline{T_2}$ reste à 1 \Rightarrow le transistor reste

Commentaires

Nous remarquons que si, dans le sens actif, deux roues se suivent à un intervalle inférieur à 5s, le courant I reste faible pendant toute la durée du passage du train, plus 5 secondes lors du passage de la dernière roue le signal se présente comme suit



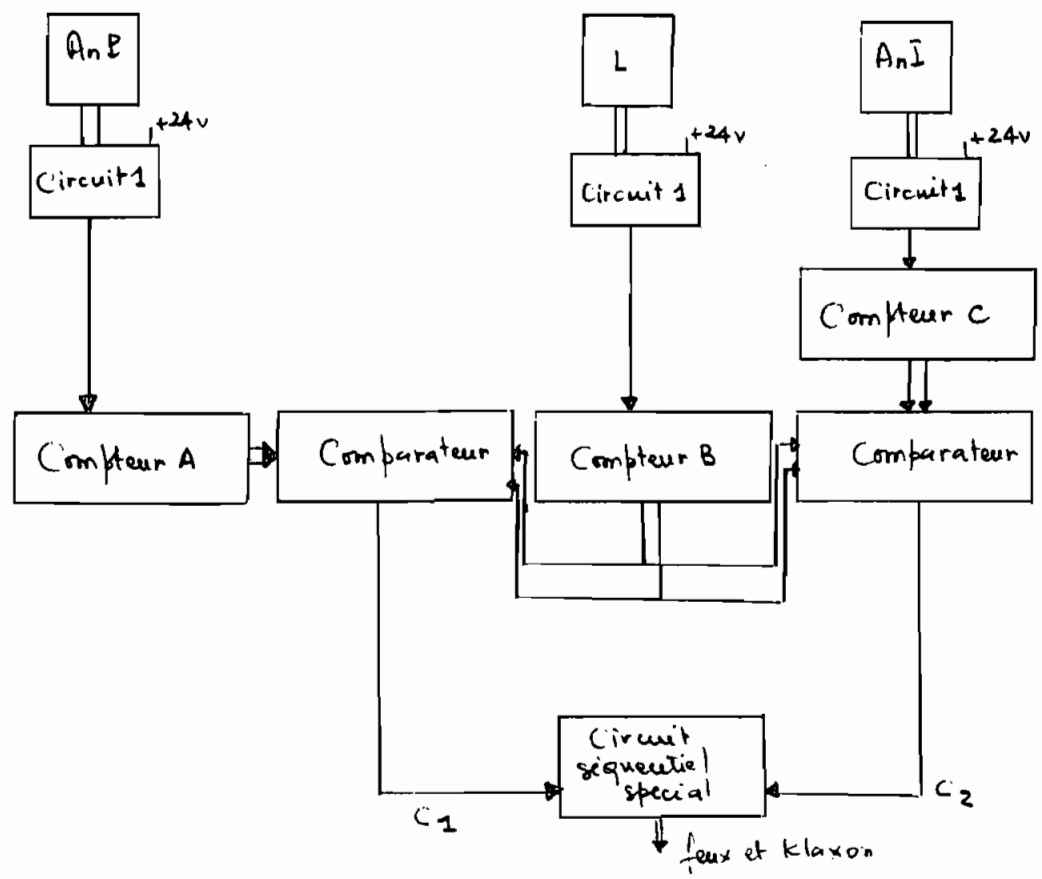
Par contre, si nous avons un train très lent, de telle sorte que les roues du train se suivent à des intervalles supérieurs à 5 secondes, on aura des impulsions de I . Car après le passage de chaque roue, le monostable 1 aura le temps de se bloquer, avant que la roue suivante puisse le réenclencher. Le signal se présente comme suit



Nous pouvons apporter une autre précision: Vu que le monostable 2 est déclenché sur front négatif, on remarque que: si le détecteur 2 casse, A_2 reste à zéro et Q_2 retombe à 0 au bout de 5s, ce qui rend le détecteur 1 bidirectionnel.

II - 4-2) Détection unidirectionnelle par comptage d'essieu

Ce système n'a pas été utilisé, mais il est quand même bon de le mentionner ici. Son diagramme en bloc s'établit comme suit.



étant donné que ce diagramme n'est donné qu'à titre d'information, il ne sera pas nécessaire d'entrer dans les détails. Le circuit 1 est celui de la figure. V-1 (voir plus loin)

CHAP III

SUPPORT du DÉTECTEUR

et

PROTECTION

Après avoir étudié la détection de notre appareil, il est important de passer maintenant à une phase beaucoup plus pratique, celle concernant la mise en place même du détecteur, et pour cela, il nous faut un support. Pour ce dernier, nous n'avons pas à proprement parler de problèmes de résistance, car il ne supporte aucune charge significative (le détecteur ayant une masse de 0,300 kg, ce qui est assez négligeable). Le seul problème pouvant se poser étant celui des vibrations (le détecteur ayant une certaine tenue aux vibrations)

Nous prendrons donc la démarche suivante pour notre étude:

Il s'agira dans un premier temps de trouver une forme de support adéquate pour que le détecteur puisse remplir dans les meilleures conditions sa fonction, ensuite nous nous pencherons sur le problème des vibrations, et présentera enfin le support effectivement utilisé avec nos commentaires et suggestions

III - 1) forme du support

Pour la forme du détecteur, il est nécessaire de tenir en considération, un certain nombre de facteurs:

- Nous avons d'abord le fait que la détection se fera "côté champ", c'est à-dire à l'extérieur du rail. De ce fait, le détecteur devra être placé verticalement, sur la position de la roue du train sur le rail.

(Nous avons en annexe le profil d'une roue de train, et celui du rail, ce qui nous permet de voir la partie de la roue que nous avons à détecter)

- Le détecteur devra aussi être réglable sur le plan vertical, pour pouvoir régler, si nécessaire, le domaine de fonctionnement.

Voyons dans un premier temps, de combien, va dépasser la roue du train "côté champ". Schématiquement la roue se posera sur le rail de la manière suivante :

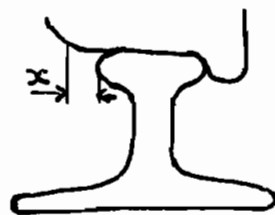


fig III - 1

Il convient de chercher la distance x . Avec les dimensions dont on dispose (voir Annexes),

$$\text{nous aurons } x = (130 - 32,5) - 58 = 39 \text{ mm}$$

Nous disposons ainsi de 39 mm sur la roue, pour la détection. Ceci nous permet dans une certaine mesure de dimensionner, notre support

Nous avons ainsi proposé dans un premier temps, la forme de support suivante (schématiquement) :

(le dessin au complet se trouve en annexe 5)

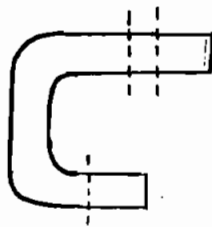


fig III - 2

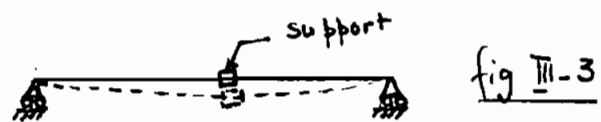
Pour ce type de support, nous utilisons la pièce que la régie utilisait pour le calage des aiguilles. Pièce que nous fixerons sur le rail pour pouvoir ensuite fixer le support. Signalons enfin, que ce support a été effectivement utilisé pour l'essai en fiabilité de notre appareil.

III - 2) Vibrations et protection

Lors de la circulation des trains sur la voie ferrée, un certain nombre de vibrations plus ou moins soutenues se propagera le long de la voie et de ce fait, tout appareil fixé à la voie, directement ou indirectement aura à supporter ces vibrations. Ainsi donc, notre support sera effectivement soumis à ces vibrations. Dans le cadre de cette présente étude, nous n'aurons pas à étudier de façon très poussée ce problème, vu sa complexité. Car en fait, l'étude complète des vibrations au niveau des rails sous l'effet des trains peut être un sujet complet d'étude. Vu aussi que la régie des Chemins de fer du Sénégal, n'a pas à sa disposition des chiffres pouvant quantifier les vibrations, nous allons faire une étude

très approximative, pour avoir une idée grossière de ces vibrations.

Nous allons utiliser une supposition très pessimiste: Nous considérons, un bout de voie ferrée reposant sur deux traverses, nous l'assimilons à une poutre reposant sur deux appuis simples.



Nous avons la situation suivante: A chaque fois qu'une roue de train passe dans cette portion, la voie aura une certaine déformation (dans le domaine élastique), après le passage de la roue en question, le rail reprend sa position initiale et ainsi de suite, de telle sorte que ceci crée des vibrations au niveau de cette portion de voie, vibrations qui se transmettront au niveau du support, supposément fixé au milieu de cette voie.

Essayons de voir la période de ces vibrations. Cette période dépend évidemment de la vitesse des trains, étant entendu que la vitesse maximale prévue est de 95 km/h, soit 26,4 m/sec.

La distance moyenne entre deux roues de train étant de 2m. Nous avons que la période des vibrations sera

$$T = \frac{d}{v_{\max}}$$

T: étant la période, c'est-à-dire le temps s'écoulant entre deux déformations

d: étant la distance moyenne entre deux roues.

donc $T = \frac{2}{264} = 0,0761$ d'où la fréquence des vibrations

$$f = \frac{1}{T} = 13,16 \text{ Hz}$$

Nous voyons que cette fréquence est bien en dessous de celle admissible par le détecteur (55 Hz).

Cela fait que nous n'avons en fait rien à craindre du point de vue des vibrations. Il ne sera pas nécessaire de vérifier la déformation de la voie, vu que le détecteur, avec une fréquence de 55 Hz peut résister à une amplitude de 2mm (Amplitude très grande devant les déformations de cette portion de voie dans le domaine élastique). Précisons aussi qu'avec la fréquence que nous avons calculée, il faudrait une amplitude supérieure à 2mm avant que notre appareil ne soit affecté.

En ce qui concerne la protection, signalons d'abord que l'épaisseur du support a été choisie pour que ce dernier puisse bien s'adapter au rail (dont la base a une épaisseur de 10mm), pour qu'on n'ait pas de glissement. Pour protéger le détecteur contre les pièces traînantes, nous avons pensé à utiliser des blochets en bois qui seront disposés de part et d'autre du support, blochets ayant la forme suivante :

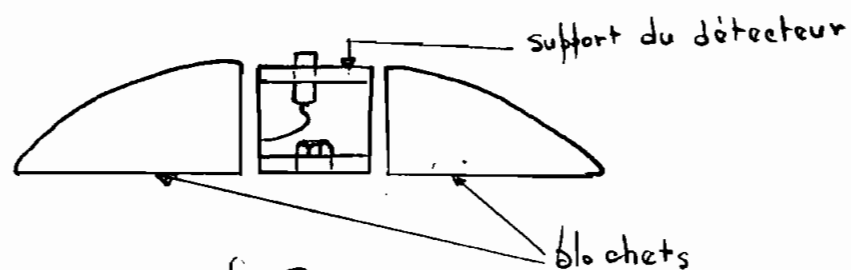


fig III - 4

III-3) Support utilisé - Commentaires et suggestions

Bien qu'utilisé, dans notre installation de test, les inconvénients suivants ont été décelés sur notre premier support:

Il se trouve qu'avec ce premier support, le détecteur devient très visible et pourrait donc par la suite attirer l'attention de passants qui pourraient être, par la suite, tentés d'y toucher, ce qui affecterait passiblement la fiabilité de l'installation. Ceci étant en fait le défaut majeur du support. Vu tout ceci, nous avons été obligé de changer de support pour retenir un support, ayant la forme suivante, proposé par la REFS

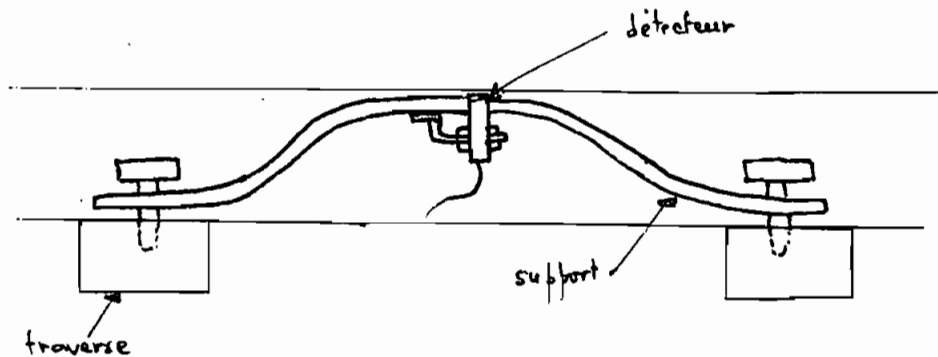


fig III-5

Ce support ayant une hauteur de 123mm, pour respecter le domaine de fonctionnement du détecteur, si la tête de lecture est au ras du support. Nous voyons que ce dernier peut effectivement remplir le rôle qui lui est dévolu.

Ce support permet de par sa forme, de protéger notre détecteur contre les pièces traînantes.

Mais toujours est-il que, bien que ce dernier support soit plus discret envers le détecteur que le précédent, il n'en demeure pas moins qu'il ne protège pas complètement, ce dernier contre les curieux, de ce fait nous suggérons d'utiliser pour l'avenir, une pièce supplémentaire qui sera fixée sur le rebord du support. Pièce ayant la forme suivante



(en tôle mince)

fig III-6

De ce fait l'épaisseur du support se justifiera car elle nous permet d'y faire des trous taraudés tout autour du support, de telle sorte que ce dernier élément servant d'abri puisse être démontable.

Effectivement l'épaisseur du support ne se justifiait pas (environ 12mm), du fait qu'il n'y avait plus de risque de glissement (Ce support étant fixé sur les traverses). Et comme nous l'avons étudié, les vibrations ne sont pas tellement à craindre, donc la masse du support peut être diminuée (donc l'épaisseur), de telle sorte que cela nous donne tout juste, l'épaisseur nécessaire pour mettre des trous taraudés. Ceci permettra en fait d'économiser du matériel.

CHAP IV FEUX de SIGNALISATION et SONNERIE

IV-1) Poteaux et Boîte lumineuse

IV-1-1) Poteaux

Comme nous l'avons vu au début, l'installation comprend effectivement des feux de signalisation et une sonnerie, ceci devant être supporté par un poteau. Pour ces derniers, nous avons pensé utiliser des poteaux de section carrée disponibles au niveau de la régie.

Les dimensions sont les suivantes : longueur $L = 2,6\text{m}$
section de côté 110mm , avec une épaisseur de 6mm .

Ces poteaux ont un poids de $490,5\text{N}$

Signalons qu'en définitive, ces poteaux ont été laissés au profit de poteaux provenant d'une ancienne installation, ayant une section circulaire avec environ la même hauteur. Mais toujours est-il que les premiers poteaux pourront être utilisés pour de futures installations, c'est pourquoi, il est quand même bon de les mentionner ici.

Voyons quand même quelques règles à propos de ces poteaux. Dans les normes, il est dit que la hauteur des feux, de l'axe optique à la chaussée doit être égale à $1,84\text{m}$ au minimum, hauteur que l'on pourra facilement atteindre, vu la hauteur des poteaux utilisés. Ces poteaux seront fixés au sol à l'aide d'un massif de béton.

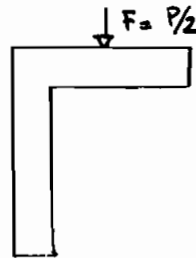
IV-1.2) Boîte lumineuse

Comme cela a été dit au début, les éléments nous servant pour signaler directement aux automobilistes et passants, l'arrivée d'un train sont des unités lumineuses et sonores représentées par des lampes de voitures (R4) et un klaxon. Comme notre étude incluait l'utilisation des éléments de "bord", si l'on peut s'exprimer ainsi, et étant donné que ces lampes et sonneries étaient disponibles au niveau de la régie, ne moyennant aucun frais, nous avons jugé bon de les utiliser pour l'installation. Les lampes et le klaxon sont alimentés sous 12 volts en courant continu. Ces éléments seront associés à un clignotant que nous verrons en détail plus loin, pour que surtout du point de vue sonore, cela ne constitue pas un gêne pour les automobilistes, car un son continu pourrait devenir à la longue agaçant.

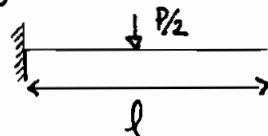
Ces unités seront fixées à un boîtier en tôle qui sera par la suite assemblé au poteau. Pour chaque poteau de signalisation, on aura besoin de quatre lampes et d'un klaxon. Nous avons ainsi adopté la forme de boîtier que nous avons en annexe.

Le seul problème de résistance pouvant se poser, se trouve au niveau des cornières qui seront soudées d'une part au boîtier et assemblées d'autre part au poteau par l'intermédiaire de part et d'autre (à l'aide d'une tige filetée).

La partie soudée au boîtier ne recevra que le poids de la boîte lumineuse. Comme nous avons deux cornières, en supposant que la masse est uniformément répartie et que les cornières sont disposées de façon symétrique, chacune de celle-ci recevra la moitié du poids du boîtier. On considère les cornières comme ceci.



La force F étant la résultante de la réaction due au poids uniformément réparti le long de cette tranche de cornière. Considérons cette partie, pour une étude grossière et simple, comme une poutre encastrée de longueur $l = 71 \text{ mm}$



La partie critique se trouve dans la partie encastrée où le moment vaut $M = \left(\frac{P}{2}\right) \frac{l}{2} = \frac{Pl}{4}$

De la théorie de la résistance des matériaux, on sait que $M = \frac{\sigma I}{y}$ y étant la distance de l'axe neutre à la fibre extrême, ici $y = \frac{e}{2}$ e étant l'épaisseur de la cornière.

Pour dimensionner la pièce, on considérera que σ est la contrainte maximale que peut supporter la pièce avec un facteur de sécurité $n = 1,5$ donc on a $\sigma = (1,5)(\sigma_y)$: σ_y limite élastique de la pièce.

Prenons $F_y = 300 \text{ MPa (N/mm}^2) \Rightarrow \sigma = (1,5)(300) = 450 \text{ MPa}$

$$\text{on tire } \left(\frac{I}{y}\right) = \frac{M}{\sigma} = \frac{PP}{4\sigma} = \frac{PP}{4 \times 450} = \frac{PP}{1800}$$

I étant le moment d'inertie, pour une plaque rectangulaire $I = \frac{bh^3}{12}$ ici b est la largeur de la cornière h l'épaisseur (représentée par e)

$$\text{on a } \frac{I}{y} = \frac{b(e)^3}{12(e/2)} = \frac{be^2}{6} \quad \text{on pose } b = 30 \text{ mm}$$

$$\frac{I}{y} = \frac{30e^2}{6} = 5e^2 = \frac{PP}{1800} \Rightarrow e^2 = \frac{PP}{5 \times 1800}$$

$$\text{avec } l = 71 \text{ mm}, P = 5 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 49,05 \text{ N}$$

$$\Rightarrow e = \sqrt{\frac{PP}{5 \times 1800}} = \sqrt{\frac{49,05 \times 71}{5 \times 1800}} \Rightarrow e = 0,6 \text{ mm}$$

Nous voyons qu'avec une épaisseur de 1 mm, cette cornière peut résister. Mais nous prendrons une épaisseur de 2 mm, considérant les éventuelles surcharges sur le boîtier, l'autre partie du boîtier étant moins sollicitée que celle calculée, tout le boîtier sera fait en tôle de 2. Pour la fixation, nous allons mettre des trous de diamètre 15 mm, pour pouvoir éventuellement utiliser des écrous de 14 (disponibles à la régie)

IV-2) Clignotant alternatif

Nous allons vous montrer en détail le circuit du clignotant utilisé dans la suite

Circuit du clignotant

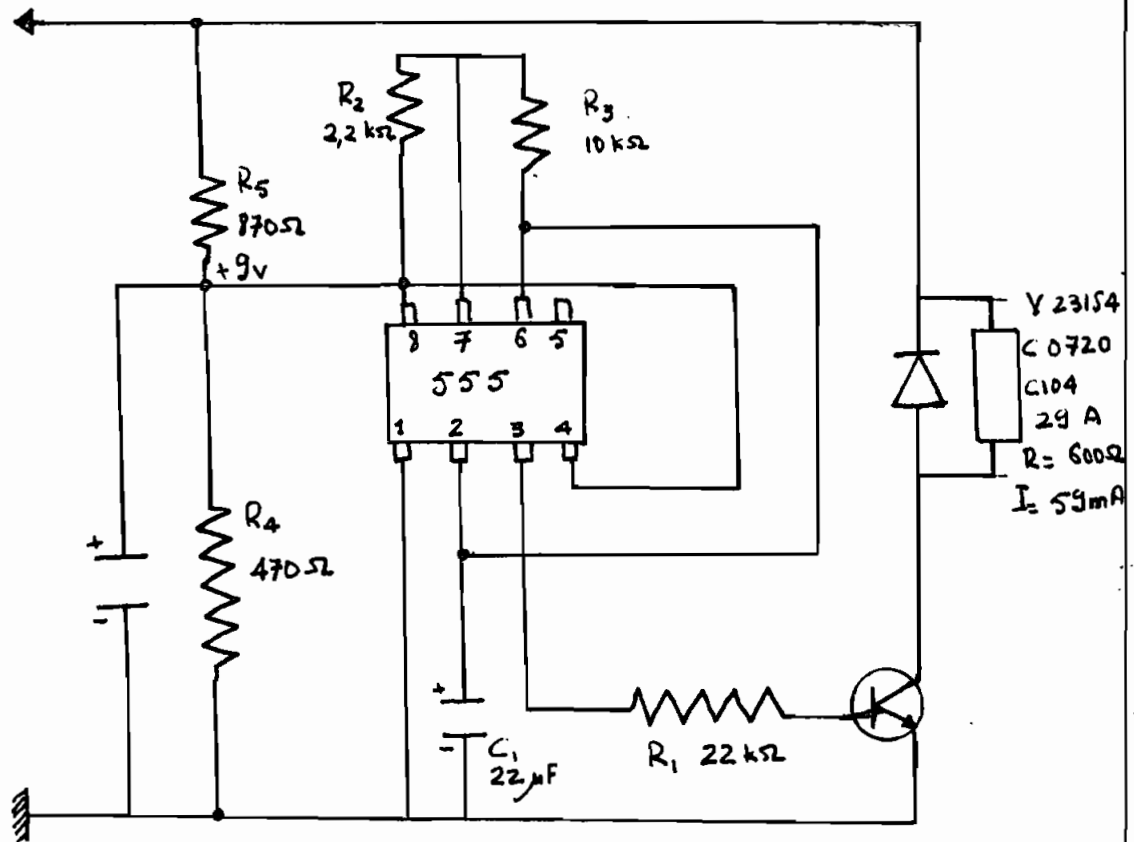


fig IV-1

Caractéristiques du transistor : c'est un transistor

BC 317 B NPN SE on a $I_{cmax} = 150 \text{ mA}$ $\beta_{moy} = 250$

$V_{CE} = 25 \text{ volts}$ $I_b = 0,14 \text{ mA}$

le 555 est un circuit intégré monté en multivibrateur
astable

la fréquence de l'appareil est donnée par

$$f = \frac{1,44}{(R_2 + 2R_3)C_1} = \frac{1,44}{(2,2 + 2 \times 10) 22 \cdot 10^{-3}}$$

donc $f = \underline{2,95 \text{ Hz}}$

Le rapport cyclique est $D = \frac{R_3}{R_3 + 2(R_3)} = \frac{10}{2,2 + 20} = 0,45$

Ainsi, c'est ce clignotant qui a été utilisé pour assurer l'intermittence de la signalisation.

Mais allons passer maintenant à l'étude de visibilité après ce bref aperçu sur le clignotant.

IV - 3 Étude de visibilité

Avant de commencer cette étude, énonçons une règle de la Régie des chemins de fer française (dont les normes sont valables au Sénégal), et ce sera sur la base de cette règle que se fera toute cette présente étude.

D'après ces normes, pour un système de signalisation automatique lumineuse et sonore, il est dit que la signalisation lumineuse doit être vue sur la route à une distance $D = 0,01 V^2 + 0,60 V$

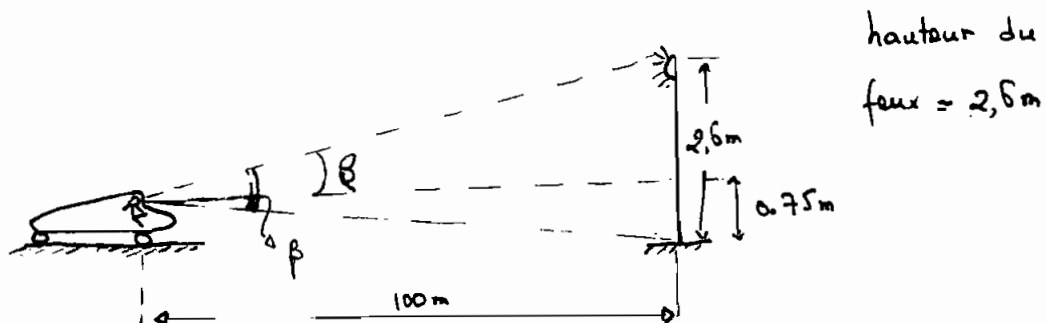
D en mètre, V étant la vitesse moyenne des voitures franchissant le Passage à niveau en km/heure.

Dans notre cas, nous avons $V = 60$ km/h. Ceci nous donne $D = 72$ mètre.

Nous pourrions ainsi dire que nos signaux devront être visibles à 100 m du P.N. Ainsi une première contrainte consiste à disposer les poteaux de telle sorte qu'au moins ces derniers soient visibles pour les automobilistes suivant tous les

angles possibles. Sans obstacles, un signal lumineux est visible pour l'oeil humain à 100m. Il faudra disposer les poteaux de telle sorte que les obstacles soient évités. Nous verrons ceci plus loin avec les dispositions générales de l'implantation.

Voyons d'abord, si effectivement, notre signal sera visible à 100m, pour une petite voiture (hauteur $\approx 1m$)
Nous avons le schéma suivant



Pour que le signal soit visible il faut que l'angle de vision du chauffeur soit au moins égal à β (ce qui est évident), faisons le calcul quand même

on a $\text{tg } \beta = \frac{1,85}{100}$ en supposant que le chauffeur est à une hauteur de 0,75m

$$\Rightarrow \beta = \text{arctg } \frac{1,85}{100} = \text{arctg } 0,0185$$

$$\beta = 1^{\circ}3'$$

on voit bien que ceci est bien inférieur à l'angle de vision d'un homme normal, dans ces conditions nous jugeons qu'il ne sera pas nécessaire de faire la vérification pour une grande voiture. Il importe quand même de signaler que la couleur des feux a de l'importance, ainsi nous proposons la couleur rouge car étant plus perceptible pour l'homme.

Au niveau de la visibilité, le seul problème susceptible de se poser est celui concernant les véhicules se trouvant assez près du feu de signalisation. Mais, il importe de signaler à cet effet que, même si dans ces conditions, l'automobiliste ne voit pas les signaux à temps et qu'il s'engage dans le passage à niveau, le délai d'annonce a été établi en tenant compte de ces possibilités.

Ainsi au niveau de la visibilité, le seul problème consiste à détourner les obstacles naturels (arbres, murs, ... etc.) de manière à ce que nos poteaux soient visibles au moins à 100m. Ceci est traité dans la section suivante

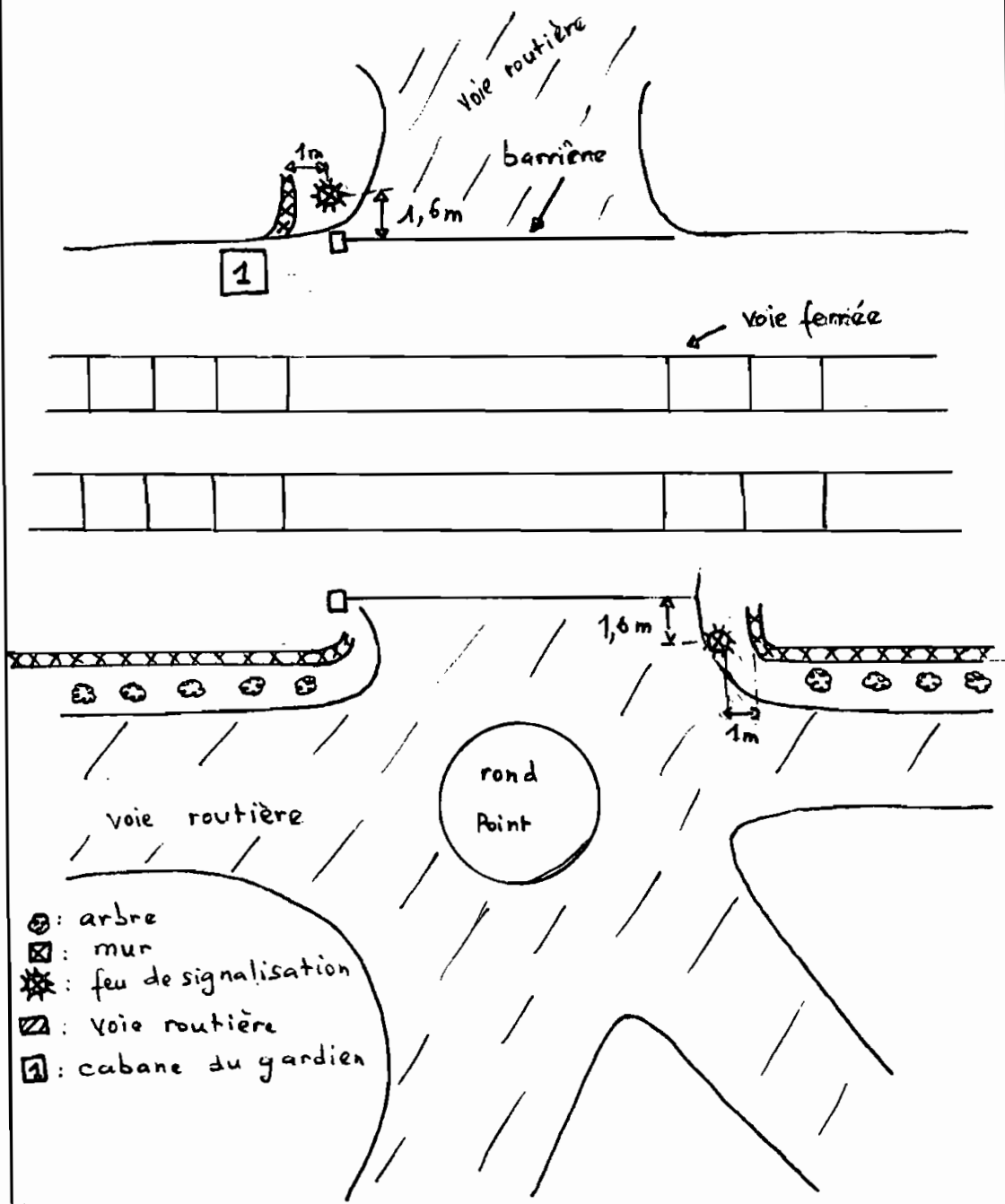
IV-3-1) Disposition générale d'implantation

Sur ce point, il y a quelques normes à respecter et qui sont les suivantes :

- La distance entre les deux poteaux de signalisation parallèlement à la voie ferrée doit être égale à 6 mètres au minimum au cas où la largeur de la route est inférieure à cette distance (Dans notre cas la largeur de la route est égale à 11m)
- La distance de la voie ferrée aux poteaux doit être égale à 1,60 mètres. Signalons à ce sujet que ceci est valable pour des passages sans barrières. Pour notre cas ponctuel, étant donné

que le passage à niveau concerné est pourvu de demi-barrières, notre contrainte sera que les poteaux de signalisation se trouvent au moins à 1,60 m des barrières (à l'extérieur du P.N.)

En tenant compte de toutes ces normes, nous proposons la disposition suivante, schématiquement :



Précisons, qu'étant donné que nos poteaux sont plus hauts que le mur, cette disposition reste correcte à notre sens, car permettant ainsi à toutes les voitures de pouvoir voir les feux de signalisation.

Aussi, du moment que la largeur de la voie routière à l'entrée du passage à niveau est supérieure à 6m, nous disposons nos poteaux, juste à côté de la route, ainsi la distance entre les deux poteaux, parallèlement à la voie ferrée reste supérieure à 6m

CHAPV

INSTALLATIONS

COMMENTAIRES

Dans ce présent chapitre, nous allons essayer de vous présenter toutes les installations effectuées et de vous faire les commentaires qui s'imposent.

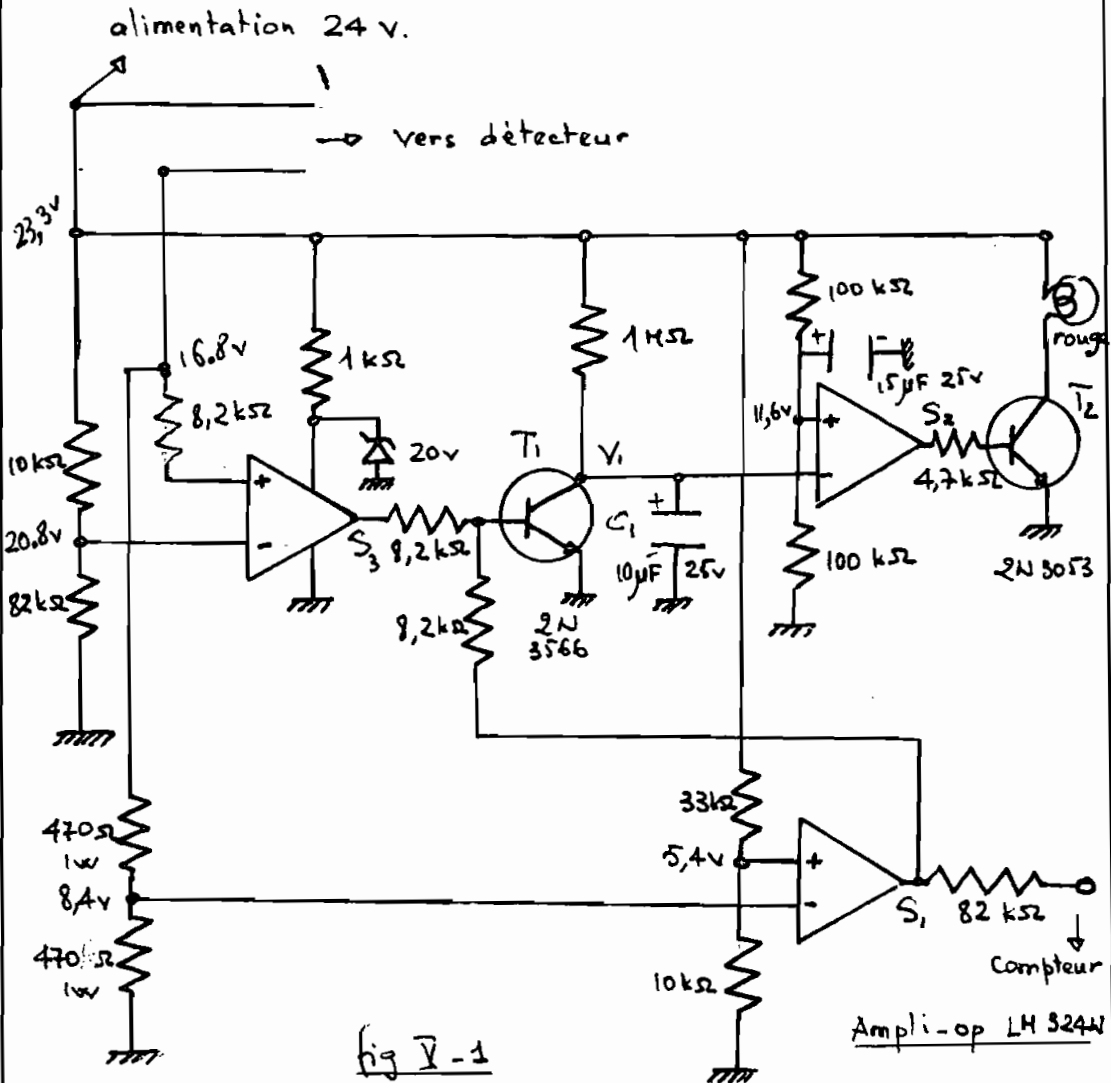
V-1) Etude de faisabilité

Pour le début, il est effectivement nécessaire de voir si, ce que nous voulons, est faisable. C'est à dire qu'il fallait vérifier, si le rôle assigné au détecteur était viable. En d'autres termes, il fallait tester le détecteur et en fonction des résultats obtenus, avoir une idée précise de notre problème. Il faut voir donc, si on pouvait avoir un circuit qui lors du passage d'un train pourrait envoyer un signal d'environ 20 volts, ainsi que si un fil est coupé ou court-circuité.

Une fois ce circuit trouvé, il fallait le tester. C'est dans cette optique qu'une installation de test a été effectuée le Mardi 08 Février 1983, à notre passage. L'installation utilisait le circuit suivant conçu par Mr Martin. Il s'agissait de voir en fait si le détecteur détectait effectivement toutes les roues des trains. Ceci nous permettait de voir aussi l'efficacité de notre support. Nous vous présentons ci-après le circuit utilisé.

Montage effectivement réalisé pour
tester le détecteur inductif sur voie

40



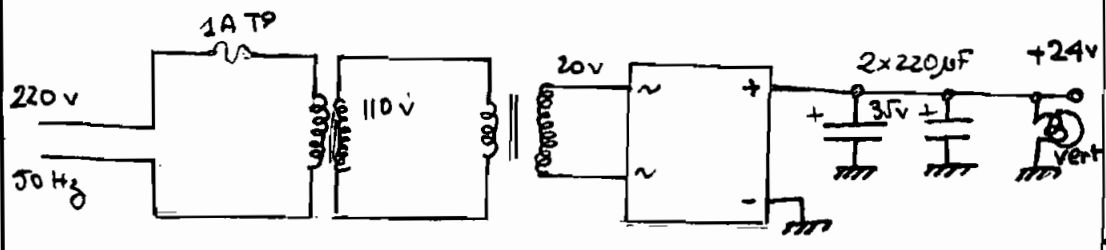
en tenant compte des différentes chutes de tension, et de la tension de déchet de l'appareil, nous avons aux bornes de la charge ($470\Omega \times 2$), une tension de 16,8v, le courant circulant dans la charge est égal à $I = \frac{16,8}{940} \approx 19\text{mA}$ donc normalement nous avons un courant de 19mA circulant dans la charge

Principe de fonctionnement: si le train passe, nous n'avons

plus un courant normal de 19 mA, mais un courant résiduel d'environ 1,2 mA, la tension aux bornes de la charge tombe à $470 \times 1,2 \cdot 10^{-3} = 0,56 \text{ V}$ que l'on compare à une tension de référence égale à 5,4 V, on a alors à la sortie S_1 une valeur forte ($S_1 > 20 \text{ V}$) que l'on envoie à la base du transistor T_1 qui conduit alors, et la tension V_1 (presque nulle) devient inférieure à 11,6 V (tension de référence aussi), on a donc $S_2 > 20 \text{ V}$, ainsi le transistor T_2 conduit, donc la lampe rouge s'allume. Si le fil du détecteur est coupé, le courant devient nul; ainsi que la tension aux bornes de la charge, le même phénomène se produit alors.

Dans le cas où un fil du détecteur est court-circuité, la tension de 16,8 V monte à une valeur très supérieure à 20 V, on compare cette tension à la tension de 20,8 V, la sortie S_3 est à une tension supérieure à 20 V, alors le transistor T_1 conduit, d'où une tension V_1 presque nulle, comparée à la tension de 11,6 V, on a ainsi une sortie S_2 qui permet au transistor T_2 de conduire d'où l'allumage de la lampe rouge.

Signalons que le 24 volt est obtenu à l'aide de la transformation suivante. Le voyant vert montre la présence de tension sur le secteur



Signalons aussi que le circuit est fait de telle sorte que la lampe rouge s'allume tant que le train passe, grâce au monostable redéclenchable.

Normalement, le condensateur C_1 est chargé sous 24 volts (précisément 23,3V). Si une roue passe la tension V_1 passe à 0 volt et C_1 se décharge dans le transistor T_1 , tandis que S_2 passe à environ 20 volts; la roue est partie C_1 se charge alors à travers la résistance de $1M\Omega$, si la deuxième roue repasse avant que C_1 ne se charge complètement, ce dernier se redécharge et pendant tout ce temps, S_2 reste à 20 volts, donc la lampe rouge est toujours allumée et ainsi de suite.

Après la dernière roue, C_1 se charge, et quand il s'est complètement chargé, S_2 retombe à zéro et la lampe rouge s'éteint. La constante de temps du monostable est égale à $RC = (1M\Omega)(10\mu F) = 10\text{sec}$.

On suppose que le train est assez rapide pour que deux roues passent par un même point en un temps inférieur à 10 sec.

Nous remarquons qu'un compteur est monté dans le circuit de telle sorte que, chaque fois qu'une roue est détectée, une impulsion est envoyée au compteur, ceci nous permet de vérifier, si on détecte effectivement toutes les roues.

Ce système installé a fonctionné pendant environ un mois, sans aucune défaillance, ce qui nous a permis

de dire que non seulement le système était fiable, mais que sur un intervalle d'un mois notre détecteur était fiable à 100%.

V-2) Montage définitif

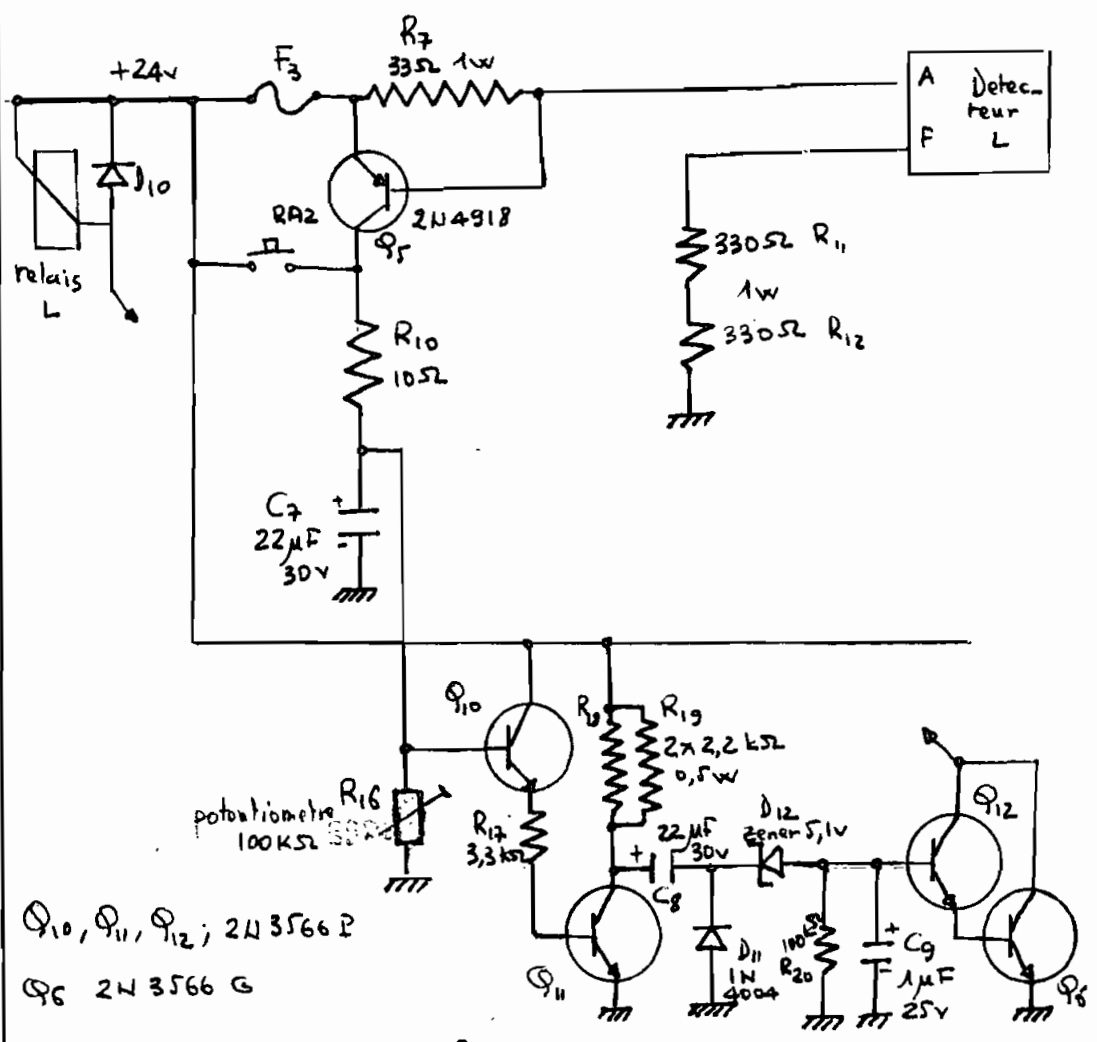
Comme nous l'avons dit, nous avons un passage à voie unique. De ce fait nous avons utilisé le montage du détecteur unidirectionnel temporisé dont le bloc-diagramme a été vu au chapitre II et nous avons le circuit détaillé en annexe.

Le signal issu de ce circuit^{est} envoyé à une boîte de contrôle électromécanique dont le circuit détaillé est en annexe avec les explications nécessaires.

Ainsi nous avons utilisé, cinq détecteurs, deux détecteurs de chaque côté du passage (amont et aval) pour assurer l'unidirectionnalité et un détecteur servant de pédale de libération. Nous allons ici nous appuyer sur cette pédale de libération (effacement d'annonce)

Après diverses modifications le circuit de la page suivante a été utilisé.

La libération s'effectuant après la dernière roue du train, pour nous prémunir contre les trains excessivement longs.



Q₁₀, Q₁₁, Q₁₂; 2N3566 P
 Q₆ 2N3566 G

fig V-2 : Circuit pédale de libération

fonctionnement de la pédale de libération :
 Normalement (aucun train ne passe) Q₅ est bloqué C₇ déchargé ; Q₁₀, Q₁₁ sont bloqués, C₈ est chargé à 24 volts, Q₁₂ et Q₆ sont bloqués donc le relais ne s'enclenche pas.
 Quand un train passe, la première roue charge C₇, et Q₁₀, Q₁₁ se saturent, C₈ se décharge alors à travers Q₁₁ et D₁₁.

Si une deuxième roue n'arrive pas avant environ 5 secondes, C_7 se décharge jusqu'à ce que Q_{11} se bloque. Alors C_8 se charge à travers $R_8 // R_{19}$, D_{12} , Q_{12} et Q_6 étant montés en Darlington, Q_6 est saturé, le relais L s'enclenche alors tant que le courant de base de Q_{12} est suffisant, quand C_8 est assez chargé, le courant devient insuffisant et Q_6 se bloque, on retourne à l'état initial (le relais reste enclenché pendant environ 1sec)

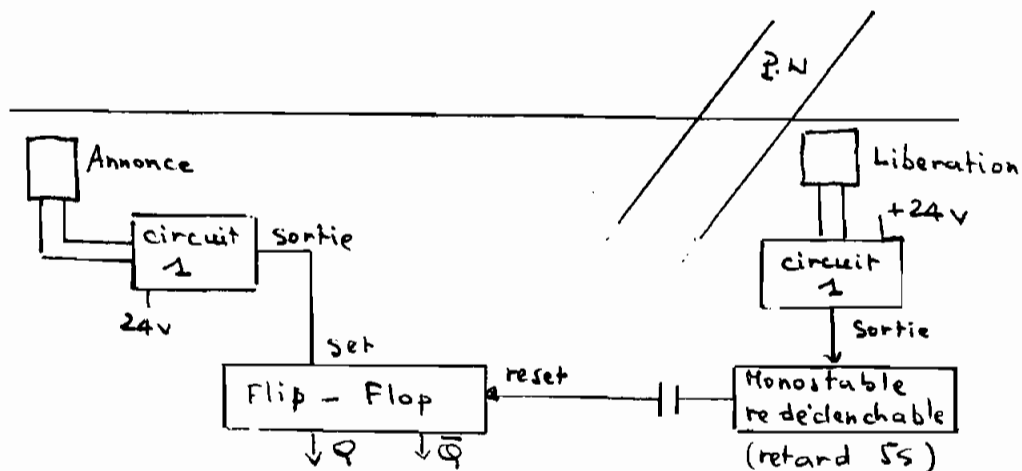
- Par contre si une deuxième roue (puis une troisième... etc..) arrive avant 5 secondes, C_7 est rechargé, Q_{10} et Q_{11} n'ont pas eu le temps de se bloquer. (la temporisation est réglable de 0 à 10s grâce au potentiomètre)

V-3) Différentes versions - Commentaires - fiabilité

Dans cette présente étude, nous avons surtout parlé du détecteur unidirectionnel, car ayant affaire à un passage à niveau à voie unique. Il serait quand même utile de se poser la question de savoir la démarche à suivre dans le cas où l'on a un passage à voie double. Dans ce cas effectivement le problème serait un peu plus simple et moins onéreux, vu le nombre de détecteurs à utiliser.

Dans le cas d'une voie ^{unique} ~~double~~, nous pouvons utiliser le comptage d'essieux vu au chapitre II, ou bien la détection unidirectionnelle par temporisation que nous avons utilisée.

Mais si on a une double voie, donc sur une voie les trains ne passent que dans un sens, dans ce cas nous pourrions utiliser un circuit dont le bloc-diagramme s'établirait comme suit



le circuit peut être le circuit utilisé pour tester le détecteur inductif sur voie (donc un circuit relativement simple)

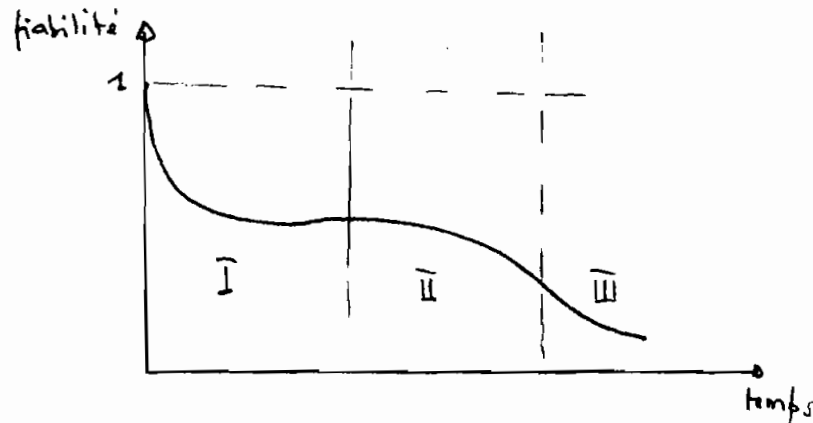
Ayant vu cette principale version, disons un mot sur la fiabilité

V-3-1) fiabilité

Le mot fiabilité vient d'un mot latin qui signifie confiance, ce qui permet de donner une première définition très générale de la fiabilité en disant que c'est le degré de confiance que l'on peut avoir dans le bon fonctionnement d'un composant ou d'un ensemble de composants. A tous les stades de la production, de la technique la plus générale destinée au grand public, à la technique la plus élevée, on retrouve cette idée de confiance dans le matériel, ce qui conduit à expliciter et à donner une définition plus précise de la fiabilité qui est la probabilité pour qu'un objet remplisse de manière satisfaisante les fonctions auxquelles il est destiné dans des conditions données et pendant un temps donné.

La fiabilité est donc une probabilité, elle ne pourra donc qu'être estimée d'après les lois de la statistique. Pour des raisons pratiques, il est d'un intérêt particulier de relever les défauts de l'installation en exploitation, ainsi la mesure de la fiabilité apparaît comme un sous produit de l'exploitation de l'appareillage.

la fiabilité est donc une fonction du temps et ce sera naturellement une fonction décroissante. Elle aura l'allure de la courbe suivante.



Zone I : Au temps 0, la fiabilité est maximale et égale à 1, elle décroît très rapidement correspondant aux défauts de jeunesse.

Zone II : C'est la vie utile de l'objet, pendant cette partie le taux de défauts est constant. On doit s'attendre à trouver dans cette région des causes de défauts très variées et dont l'apparition n'a aucune raison de se produire à un instant plutôt qu'à un autre.

Zone III l'usure commence à se faire sentir, la fiabilité diminue à nouveau, on a ici un taux de défauts croissant, c'est la zone d'usure.

Notre appareillage n'étant pas du matériel nouveau, je trouve dans la zone II, car ce n'est non plus pas du matériel défectueux.

Nous pouvons énoncer le théorème fondamental de

La fiabilité qui dit que :

Si un appareil électronique, constitué de n_1 composants ayant un taux de défauts λ_1 , n_2 composants ayant un taux de défauts λ_2 etc --- est tel qu'un défaut sur un composant entraîne un défaut sur l'appareil, cet appareil a un taux de défauts constant λ_0

$$\text{tel que } \lambda_0 = n_1 \lambda_1 + n_2 \lambda_2 + \dots + n_k \lambda_k$$

Cette formule permet de calculer le λ_0 d'un appareil en fonction des λ des composants. On peut ainsi décider de changer les composants dont le $n\lambda$ est le plus grand.

Ce théorème n'étant plus valable dans le cas où la panne d'un élément n'entraîne pas la mise hors service de l'autre.

On voit ainsi que la fiabilité n'est qu'un aspect de l'amélioration de la qualité et de la sécurité.

CHAP VI

ETUDE du CÔT

et

PERSPECTIVES

VI-1) Etude du coût

Pour faire l'étude du coût de l'installation, nous allons nous baser sur la liste du matériel utilisé, avec les différents prix:

Signalons que les prix obtenus, sont des prix moyens, que nous avons majorés pour plus de sûreté. Le prix de la main d'œuvre se trouve en fin de liste, sachant que les agents de la régie ont en moyenne un salaire journalier de 2500 CFA/jour. Pour chaque travail effectué nous avons mentionné le nombre d'agents utilisés et le nombre d'heures passées. Ainsi, après tous ces calculs, nous avons obtenu un coût global de l'installation estimé à environ 630 000 CFA.

Alors qu'actuellement les coûts des installations du type SALO sur secteur sont estimés à environ 149862,5 FF soit 7498 125 CFA (fournitures et travaux)

Nous voyons ainsi que notre installation est très économique, nous avons une différence sur le coût, d'environ 6 868 125 CFA.

Nous avons ainsi réduit le coût d'environ 91,5%, sans compter le coût de l'énergie, car pour

effectuer la comparaison, il n'était pas nécessaire d'y inclure le coût de l'énergie. Nous allons actuellement le comptabiliser quand-même. Estimant que notre système consomme $2,5A \times 24 \text{ volts}$, soit $50W$, et que nous avons eu moyenne de annonces par jour qui durent environ $2,5mn$, nous avons ainsi $30mn$ d'annonces par jour. La consommation journalière est de $25Wh$.

Le prix de l'énergie, actuellement au Sénégal est d'environ $30 \text{ CFA} / kWh$. Le coût mensuel de l'énergie sera donc de $30 \text{ CFA} \times (25Wh \times 30) \cdot 10^{-3} = 22,5 \text{ CFA}$, ce qui est négligeable.

En conclusion, disons simplement que nous jugeons cette installation économiquement rentable vu le surplus de sécurité que cela nous donne.

VI-2) Perspectives

Une fois que la fiabilité de l'installation est reconnue, il serait intéressant de voir un peu dans le futur. A ce propos, il est bon de penser dans un premier temps à la possibilité de créer un atelier de montage pour ces types d'installation, mais à y réfléchir de plus près, on voit que cela ne serait peut-être pas rentable, vu que l'on a sur place, au niveau de la RCFS des ateliers divers qui pourront se charger du montage et de la fabrication des éléments adéquats (liste de tous les éléments en annexe). Il s'agirait par contre de chercher à former des agents qui se chargeront surtout de l'entretien de ces installations, et de créer peut-être une section spéciale qui se chargera de la supervision des prochaines installations. Le nombre d'unités à construire dépendra bien sûr du nombre de passages à niveau non gardés, car notre étude se fonde surtout sur les installations de type SALO. Installations qui pourront être très utiles dans la brousse.

CONCLUSION

Ainsi se termine cette étude que nous jugeons assez riche. Mais ce qui nous intéresse le plus, c'est en fait, la finalité. L'important dans cette étude se trouve au niveau de la sécurité et des finances. Ce sont deux objectifs que nous nous étions fixés. Du point de vue sécurité, tout ce que l'on peut dire, c'est que pour le moment, l'installation s'avère fiable, mais il faudra attendre un temps assez long d'exploitation pour pouvoir juger de manière beaucoup plus objective l'installation.

Du point de vue financier, nous pouvons nous prononcer tout de suite, en disant que ce n'est pas une mauvaise chose d'avoir songé à l'électronique d'une part et d'autre part à utiliser le matériel disponible à la REFS. En fin de compte nous nous retrouvons avec une installation dont le coût est plus qu'abordable, sur ce plan l'objectif peut être jugé atteint, si l'on jette un coup d'œil aux coûts actuels des installations de ce genre (voir étude du coût), la différence est quand même appréciable. Il faudrait donc songer à doter la majorité des passages à niveau de systèmes pareils. Nous pensons surtout aux passages à niveau situés dans la brousse, les installations de type SALO conviendraient beaucoup pour résoudre le problème de la sécurité en ces points.

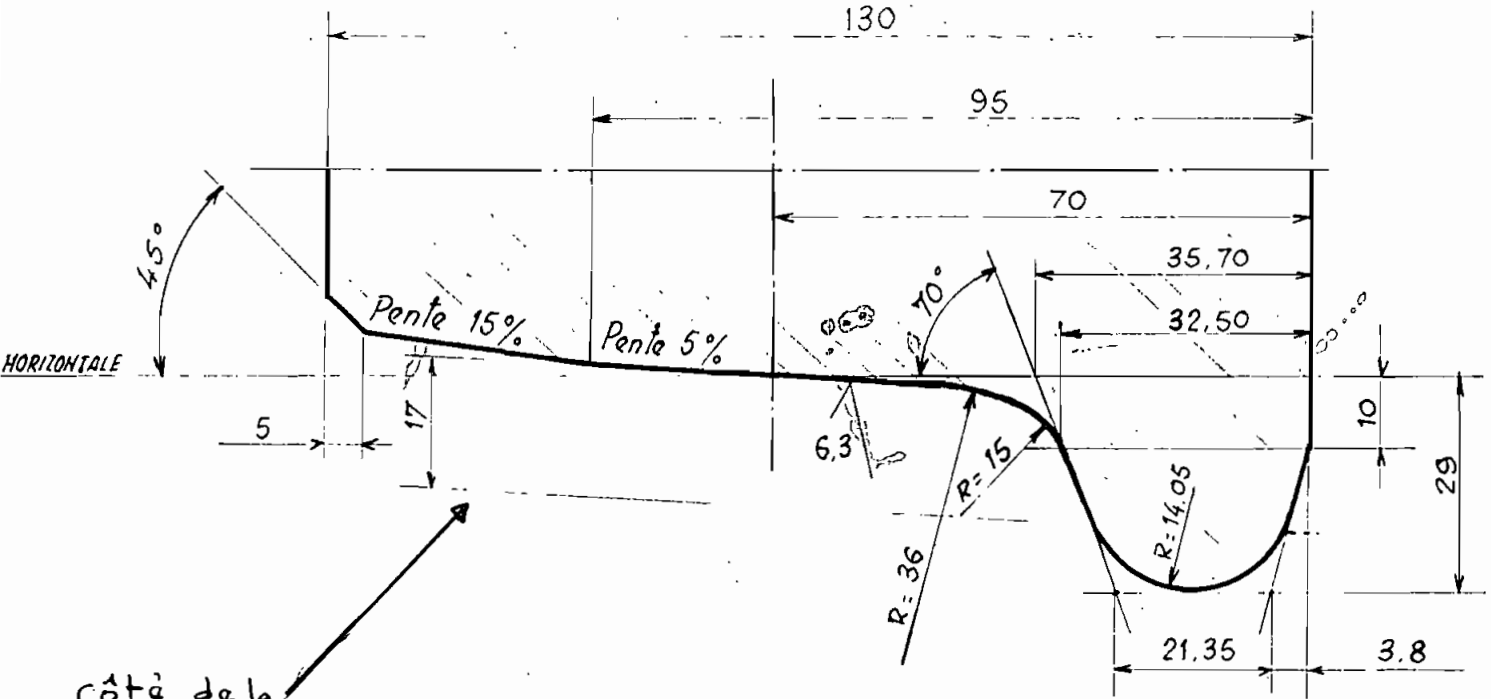
Dans ce cas quelques modifications pourront être faites, car vu que le problème de l'électricité peut se poser en brousse, l'utilisation de l'énergie solaire pourrait être une solution.

Il faudrait aussi chercher un moyen de surveillance, à distance, de la marche de telles installations, une fois installées en brousse.

A-2

RÉSEAU	APPLICATION
RCFS	MATÉRIEL MOTEUR
MT	" REMORQUÉ

56

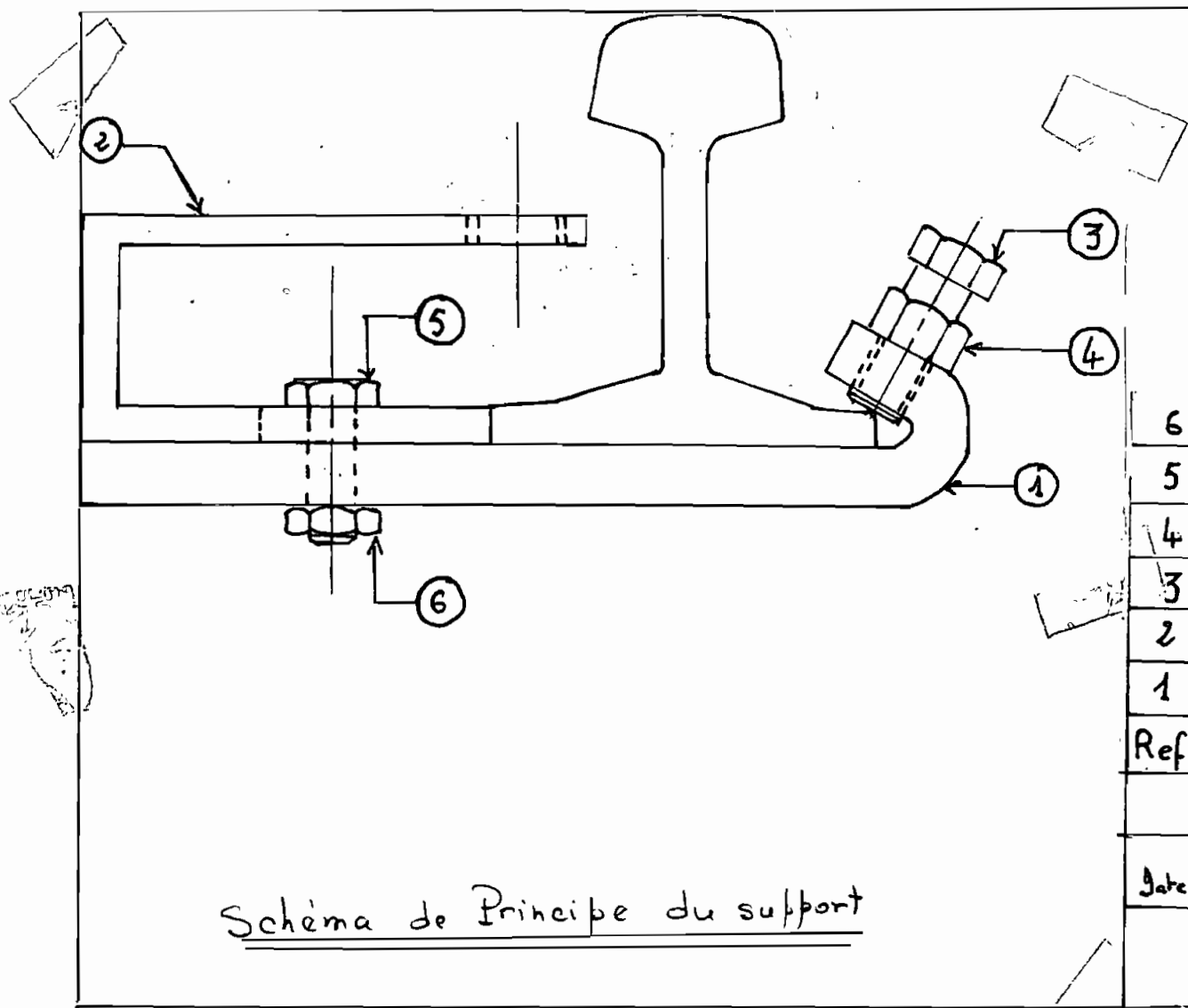


Côté de la
roue, à
détacher

Calqué du dessin OFEROM 652 038

ANNULE ET REMPLACE LE PROFIL RCFS 104871

ÉCHELLE	PROFIL UNIFIE DE BANDAGE FINI				DATE : 21.3.1980	
					DESSINÉ :	
1	Matière				CALQUÉ : M. FAAL	
					VÉRIFIÉ :	
			LE CHEF DU BTMT		LE D.M.R.	
MODIFICATIONS			RÉGIE DES CHEMINS DE FER DU SÉNÉGAL			
			107 569			



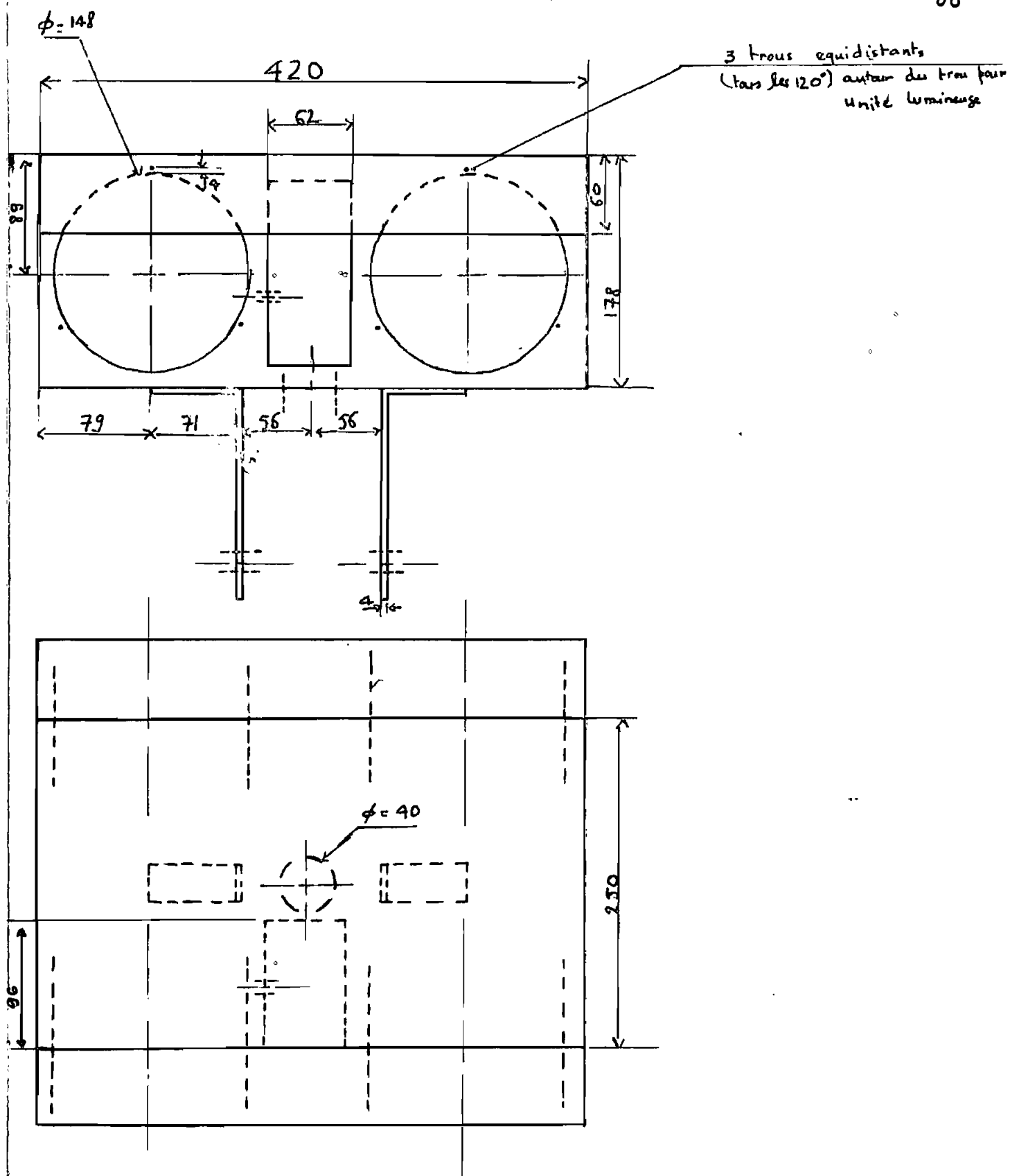
A-3

6	2	ecrou H15
5	2	Boulons $\phi 15$
4	4	Contre ecrou H18
3	4	Boulons $\phi 18 \times 50$
2	2	Support
1	2	Semelle
Ref	Nbre	Designation

Dessiné par: Amadou A. POUYE

Date: Dec 82	echelle 0,5
Projet de fin d'études	

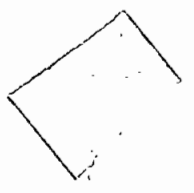
Schéma de Principe du support



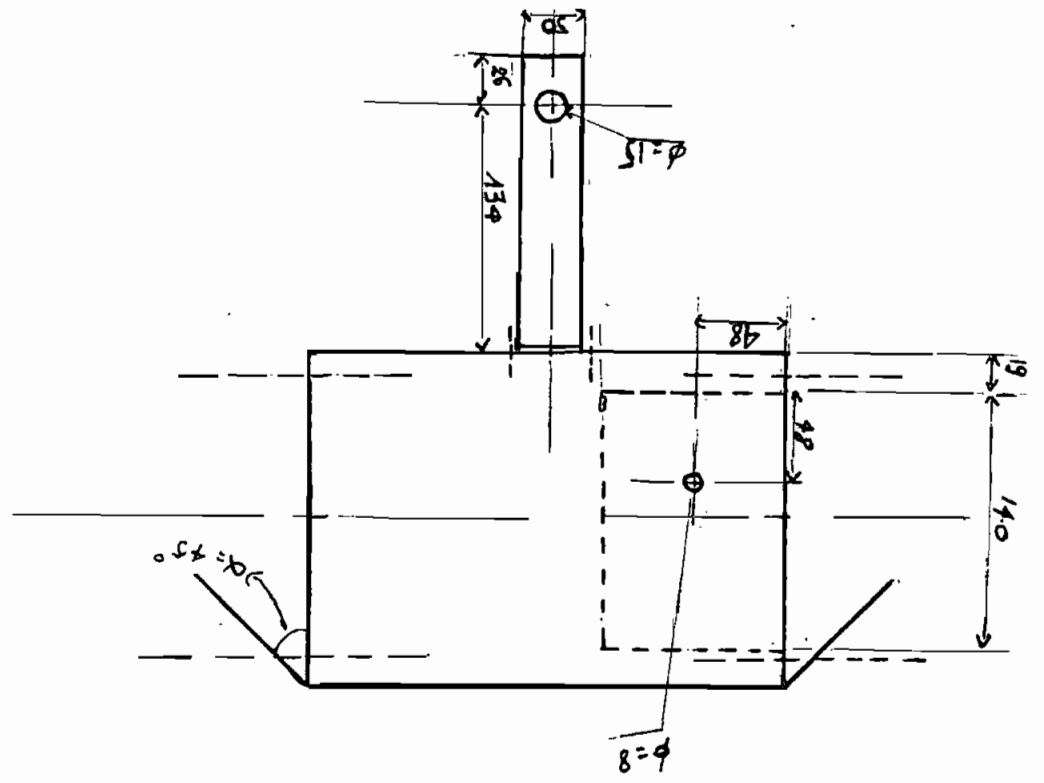
ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES
BOITIER POUR UNITES
SONORE et LUMINEUSES

Dessiné Par ARONA POWE
Echelle 1/4 en tête de 2
Année scolaire 82-83

A-4 (suite) 59



89



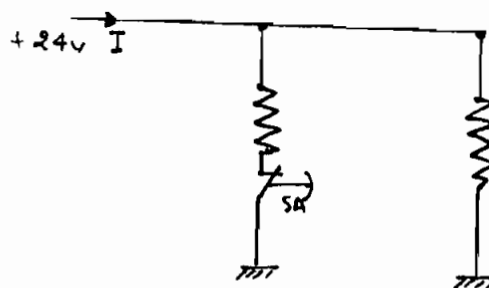
Nous allons donner ici quelques précisions à propos du détecteur unidirectionnel temporisé.

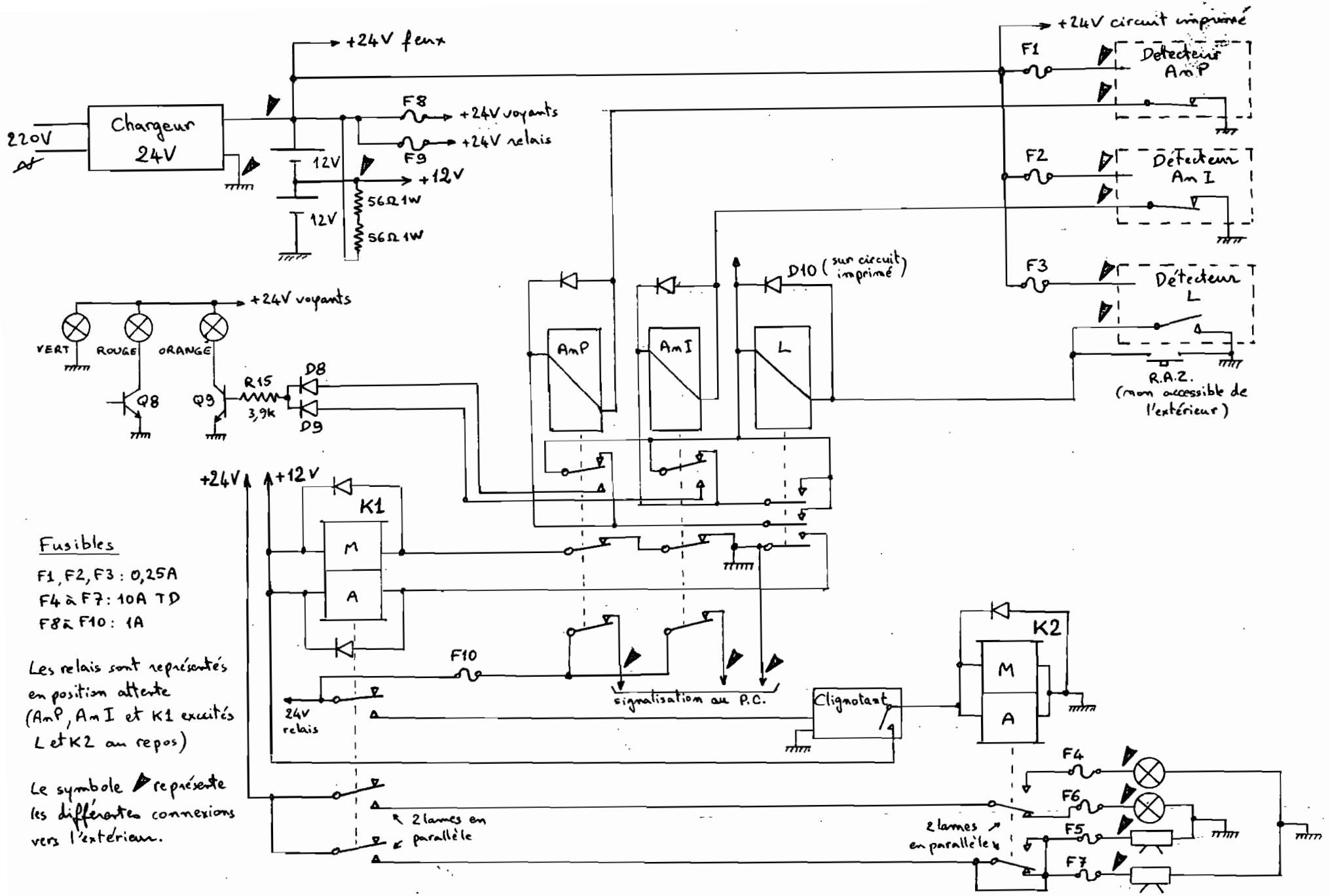
Ici l'alimentation peut varier de 20 à 30v. Nous avons au tableau ci-dessous le courant I et la valeur de la tension de sortie S , suivant qu'on a détection ou pas.

		Alimentation				
		20 v	24 v	30 v		
I		39	49	63	mA	normal
	*	6,5	11,5	13,5	mA	détection
S		20	24	30	V	normal
	*	0,002	0,002	0,03	V	détection

les composants marqués d'un asterix (*) sont éliminés pour la version utilisant un seul détecteur

le schéma équivalent du circuit détecteur s'établit comme suit





Fusibles

- F1, F2, F3 : 0,25A
- F4 à F7 : 10A TD
- F8 à F10 : 1A

Les relais sont représentés en position attente (AmP, AmI et K1 excités L et K2 au repos)

Le symbole représente les différentes connexions vers l'extérieur.

Boîte de Contrôle électromécanique.

Commentaires sur la boîte de contrôle
électromécanique suite

- Les détecteurs AnP et AnI sont des détecteurs unidirectionnels temporisés. (la détérioration d'un des deux détecteurs donne une annonce, ou rend l'autre bidirectionnel), voir précédemment

- Le détecteur L (de libération) est fait de telle sorte que si le détecteur casse, il n'y ait pas de libération d'annonce. Le bouton RAZ est utilisé lors de la mise sous tension, car à ce moment les détecteurs AnP et AnI annoncent pendant 5 secondes, et passé ce délai on appuie sur ce bouton pour annuler cette fausse annonce.

- Commentaire sur le relaiage.

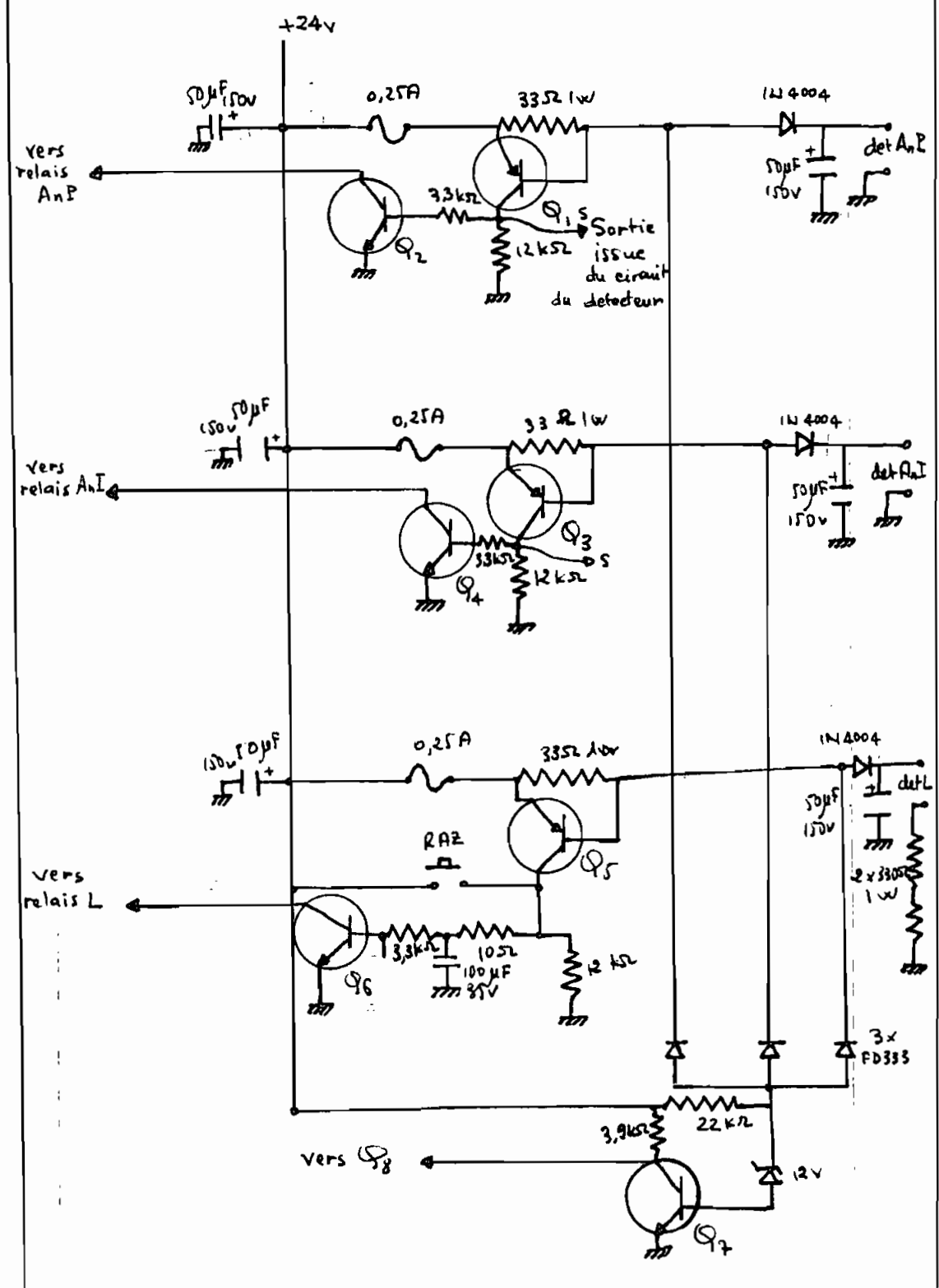
Les relais AnP et AnI sont normalement excités ainsi que K₁. Les relais L et K₂ sont normalement au repos.

a) si on annonce par le détecteur AnP, le relais AnP est au repos, K₁ se désexcite, ce qui met en marche le clignotant et excite à intervalles réguliers le relais K₂, les feux et les sonneries sont ainsi mis en marche. (voyant orange allumé)

b) Le passage sur le détecteur L excite le relais L, le relais AnP se réalimente par contact de L, puis s'autoalimente, K₁ est excité par contact de AnP, puis s'autoalimente, le clignotant est désexcité et la signalisation s'arrête.

Il y a une signalisation au Poste de Contrôle de la Régie pour voir si effectivement le système marche.

Boîte de contrôle : Partie électronique

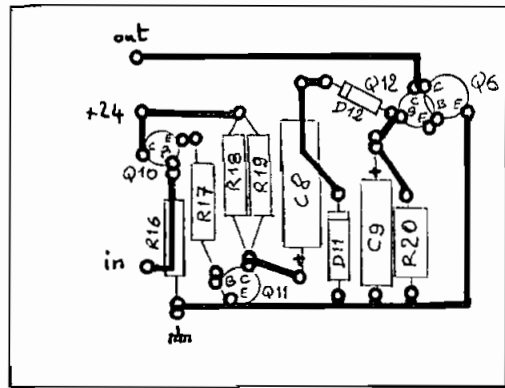


MATERIEL UTILISE	Qté.	Coût CFA Unitaire	TOTAL CFA
Supports détecteurs (réalisés par la RCFS).....	3	10 000	30 000
Détecteurs télémécanique XSA-C10-731..... (4 fournis par la RCFS, 1 par l'E.P.T.)	5	30 000	150 000
Câble bifilaire de liaison, en mètres.....	500	300	150 000 45 000
Boîte étanche enterrée près des détecteurs.....	3	1500	4 800
Coffret de contrôle.....	1	4800	4 800
Barrette de connexion.....	1	1000	1000
Chargeur de batterie 24 V.....	1	15000	15 000
Batteries cd/Ni 1,2 V.....	20	1000	20 000
Unité sonore et lumineuse.....	2	5000	10 000
<u>Electronique</u> : composants			
Transistors { Clignotant 1 Coffret de contrôle 12 Détecteurs midirectionnels 2 X 6	25	1000	25 000
Circuit intégré LM 324N	2	5500	11 000
Circuit intégré NE555	1	4200	4 200
Résistances diverses	60	300	18 000
Condensateurs divers	18	300	5 400
Diodes diverses	32	500	16 000
<u>Relais</u> : Petit relais clignotant	1	3 000	3 000
Relais d'annonce et libération	3	4 000	12 000
Relais de puissance	2	4 000	8 000
<u>Fusibles</u> : et supports fusibles	10	1000(30)	10 000
<u>Voyants</u> lumineux 24 V	3	1000	3 000
<u>Divers</u> : cartes circuits imprimés à réaliser	5	1000	5 000
tôlerie	}	4000	4 000
visserie			
câbles et fils			
<u>Main d'oeuvre</u> : - circuits imprimés 3 → pour 3 heures			2812,5
- supports détecteurs 3 → " 8 heures			7500
- câblage coffret de contrôle 1 pour 4 heures			1250
- installation 4 pour 4 heures			5000
-unités sonore et lumineuse 4 pour 4 heures			5000
<u>Total</u>			622462,5

A-9

66

Circuit de temporisation pour la libération



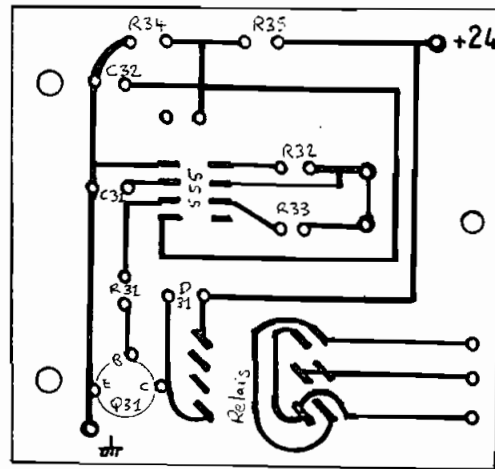
RESISTANCES : R16 : pot. 100k (tempo. réglable de 0 à 10 sec.)
 R17 : 33k
 R18 : 2.2k
 R19 : 2.2k
 R20 : 100k

CONDENSATEURS : C8 : 22µF-30V
 C9 : 1µF-25V

DIODES : D11 : 1N4004
 D12 : zéner 5.1V

TRANSISTORS : Q6 : 2N3566G
 Q10 : 2N3566P
 Q11 : "
 Q12 : "

clignotant



RESISTANCES : R31 : 22k
 R32 : 2.2k
 R33 : 10k
 R34 : 470
 R35 : 870

CONDENSATEURS : C31 : 22µF
 C32 : 22µF

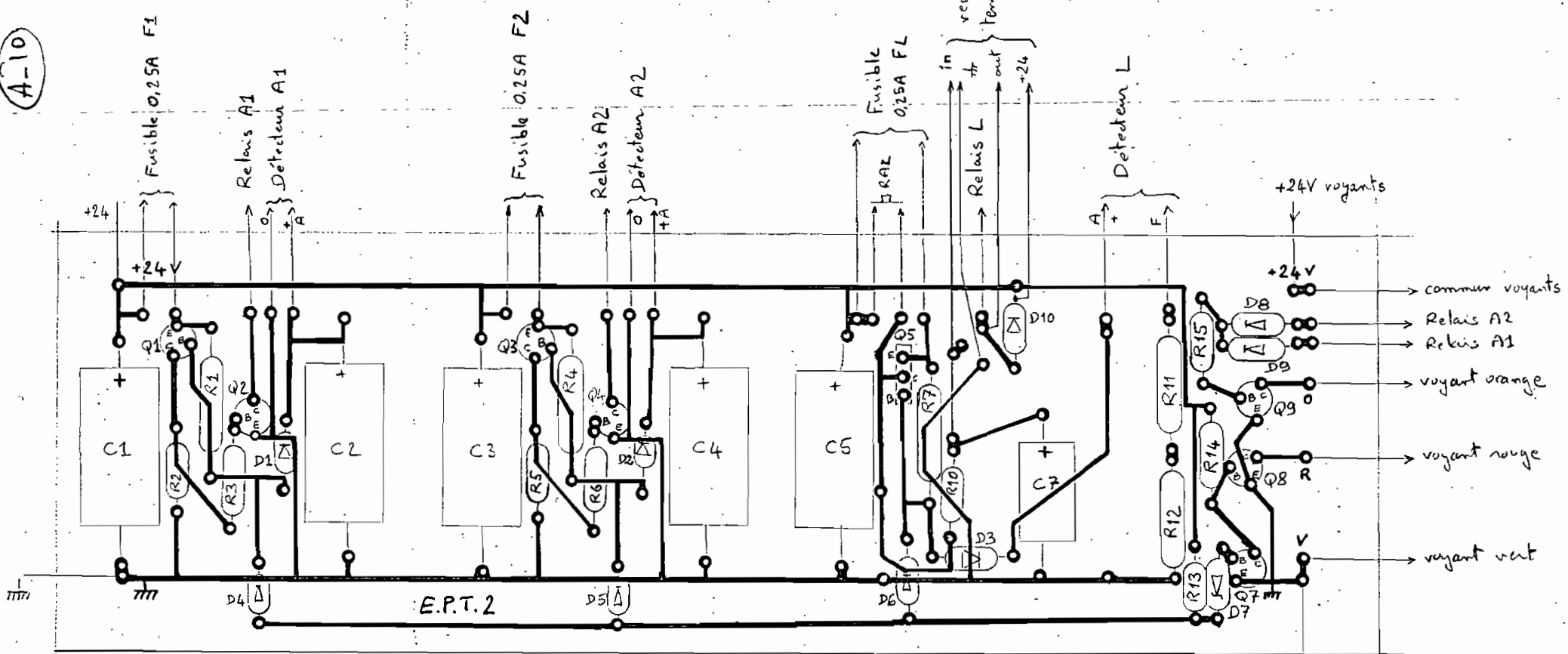
DIODE : D31

TRANSISTOR : Q31 : BC317B

CIRCUIT INTÉGRÉ : NE555

RELAIS 24V

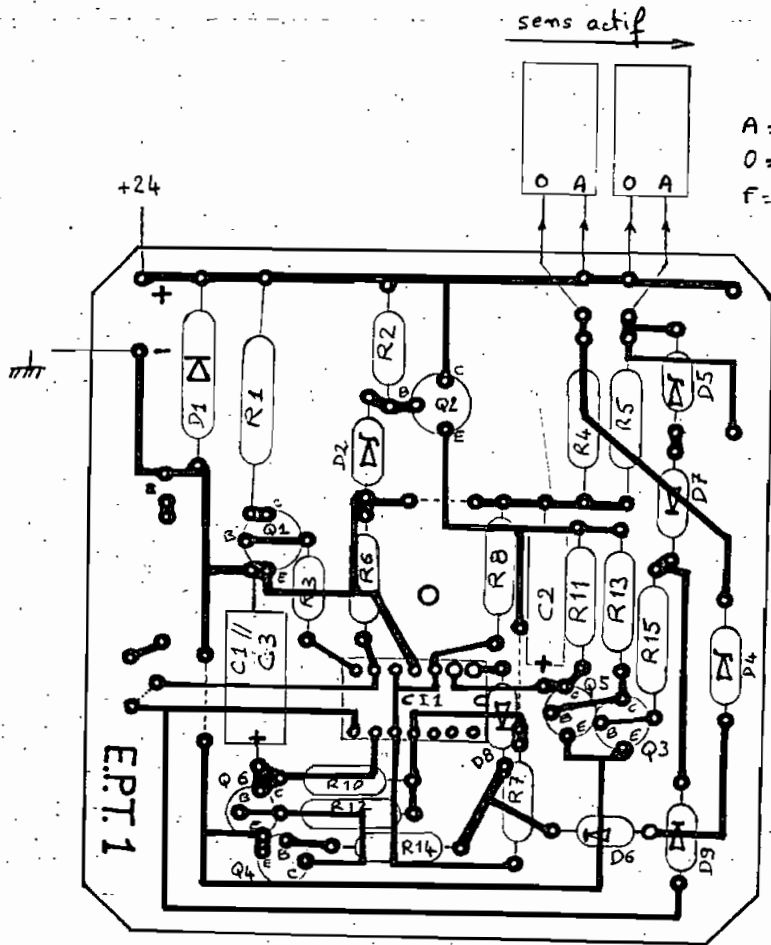
Circuits intégrés



TRANSISTORS	DIODES
Q1: 2N3638G	D1: 1N4004
Q2: 2N3566G	D2: "
Q3: 2N3638G	D3: "
Q4: 2N3566G	D4: FD333
Q5: 2N4918	D5: "
	D6: "
Q7: "	D7: 1N759A
Q8: "	D8: FD333
Q9: "	D9: "
	D10: 1N4004

CONDENSATEURS	RESISTANCES
C1: 50µF 150V	R1: 33Ω 1W
C2: "	R2: 12k
C3: "	R3: 3.3k
C4: "	R4: "
C5: "	R5: "
C6: éventuel	R6: "
C7: µF	R7: "
	R10: 10Ω
	R11: 330Ω 1W
	R12: "
	R13: 22k
	R14: 3.9k
	R15: "

Circuit imprimé: Boîte de Contrôle



A = fil brun
 O = fil blanc
 F = fil noir (non connecté)

DIODES

- D1 : 1N4004
- D2 : 1N968 (zener 20V)
- D4 : 1N759A (zener 12V)
- D5 : "
- D6 : FD333
- D7 : "
- D8 : "
- D9 : "

RESISTANCES

- R1 : 1kΩ 2W
- R2 : 18k
- R3 : 22k
- R4 : 7.5k 1W
- R5 : "
- R6 : 22k
- R7 : 47k
- R8 : "
- R9 : 12k
- R10 : 680k
- R11 : "
- R12 : 22k
- R13 : "
- R14 : 100k
- R15 : "

CONDENSATEURS

- C1 : 10µF 35V
- C2 : "
- C3 : 10µF 35V (en parallèle avec C1)

CIRCUIT INTEGRE

CI1 : LM324N

----- = "jumper"

TRANSISTORS :

- Q1 : 2N3566G
- Q2 : "
- Q3 : 2N3566P
- Q4 : "
- Q5 : "
- Q6 : "

Circuit imprimé
Détection unidirectionnelle par
temporisation

BIBLIOGRAPHIE

68

- Cours à l'usage des chefs de District - Passages à niveau
Direction de l'équipement SNCF

- Les schémas d'automatismes tome 2 Jean Pierre Raymond

- Technologie du matériel électronique - Bernard Mongot

- Signalisation et installations de sécurité électriques
par A. Dheu (SNCF)

- Projet de fin d'études de Mr Abdou Souleye BA.
école Polytechnique de Thies.