

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES

PROJET DE FIN D'ETUDES

Gm. 0454

TITRE: SIGNALISATION AUTOMATIQUE
D'UN PASSAGE A NIVEAU

Auteur: ABDU. SOULEYE BA

GENIE : MECANIQUE

DATE : JUIN - 82


 école polytechnique
de thiès

SIGNALISATION

AUTOMATIQUE

D'UN

PASSAGE A NIVEAU

 université de Bourgogne

REMERCIEMENTS

Je remercie particulièrement Messieurs Martin mon directeur de projet et Simon Responsable du Laboratoire d'électronique et de machines électriques pour leurs soutiens précieux pendant toute la période de réalisation de ce projet.

Je remercie aussi Monsieur Batanella ainsi que tous les agents de la Régie qui ont collaboré aux différents essais qu'on a réalisés chez eux.

SOMMAIRE

Dans le rapport que voici, deux versions pour le dispositif de signalisation sont proposées:

1. La première est basée sur le principe du comptage et de la comparaison électroniques.
2. La seconde est une exploitation de la fonction de mémoire d'une bascule bistable.

Les deux versions utilisent cependant un détecteur inductif, ce qui est leur trait commun.

Les résultats obtenus dans les deux cas étant pareillement satisfaisants, seuls des raisons d'ordre économique ou de complexité d'une forme par rapport à l'autre peuvent déterminer un choix.


TABLE DES MATIERES

	PAGES
- <u>INTRODUCTION</u>	1
- <u>CAHIER DE CHARGE</u>	2
<u>PREMIERE PARTIE</u>	
<u>VERSION I :</u>	
I) SITUATION DU PROBLEME	3
II) PRINCİPE GENERAL	11
III) ETUDE DES ELEMENTS	13
<u>VERSION II</u>	
I) INTRODUCTION	26
II) schéma BLOC	27
III) Principe de Fonctionnement	27
IV) LA BASCULE BISTABLE	30
<u>DEUXIEME PARTIE</u>	
- VERSION I. DE DETECTION SUR VOIE UNIQUE	33
- VERSION. II. DE DETECTION SUR VOIE UNIQUE	34
<u>TROISIEME PARTIE : installations</u>	
- <u>CONCLUSION</u>	40
- <u>REFERENCES</u>	42
- <u>ANNEXES</u>	43

PREMIERE PARTIE:

PREMIERE

VERSION

 école polytechnique
de Lamezia

PREMIERE PARTIE:

DEUXIEME

VERSION

DEUXIEME PARTIE

TROISIEME PARTIE

INTRODUCTION

Notre motivation pour ce projet vient de notre constat que la plupart des accidents de train se situent aux passages à niveau. Ces passages à niveau constituent comme dirait un responsable de la régie, l'un des points faibles du système ferroviaire Sénégalais. Nous avons été confirmés d'avantage en ceci, quand, allant solliciter la collaboration d'employés de la Régie pour la réalisation, nous avons trouvé qu'ils avaient déjà reçu la mission de trouver un système de protection efficace de passages à niveau. Nous estimons donc qu'un système de signalisation entièrement automatique comme nous nous proposons de le faire dans ce projet-ci, ne peut être que le bienvenu.

CAHIER DE CHARGES

Pour que notre système soit véritablement opérationnel, il doit respecter les critères suivants:

1. La détection du train, c'est à dire le déclenchement des feux de signalisation doit se faire vingt cinq secondes avant que le train n'atteigne le passage à niveau. Ceci implique une grande fiabilité.
2. Les feux de signalisation doivent s'éteindre et les barrières se relever après le passage du train.
3. Une grande sélectivité doit être assurée, c'est à dire que le train et seulement le train doit être détecté.
4. Le système doit être protégé contre les intempéries, comme la pluie ou une hausse de la température due au soleil.

I) SITUATION DU PROBLEME

Le problème comme on l'a dit, consiste à mettre au point un système automatique de détection et d'annonce d'arrivée de train aux automobilistes qui doivent traverser le passage à niveau. On entre là dans un domaine qui n'est pas nouveau car certains travaux y ont déjà été consacrés.

Cependant, dans le cadre du Sénégal qui nous intéresse, il nous faut mettre en place un système s'adaptant au type de réseau que nous avons et expérimentable aussi dans le cadre de notre projet. On présentera tout d'abord les différentes possibilités de détection que nous connaissons et pourquoi nous les avons rejetées pour nous orienter vers une voie personnelle.

Nous présenterons aussi la détection par cellule photoélectrique que nous avons envisagée au début de ce projet, mais que nous avons finalement rejetée aussi pour des raisons que nous expliquerons.

a) DETECTION PAR CIRCUITS DE VOIE

Souvent pour prévoir les dilatations dues aux contraintes thermiques, on coupe les rails en certains endroits, comme l'indique la figure a-1

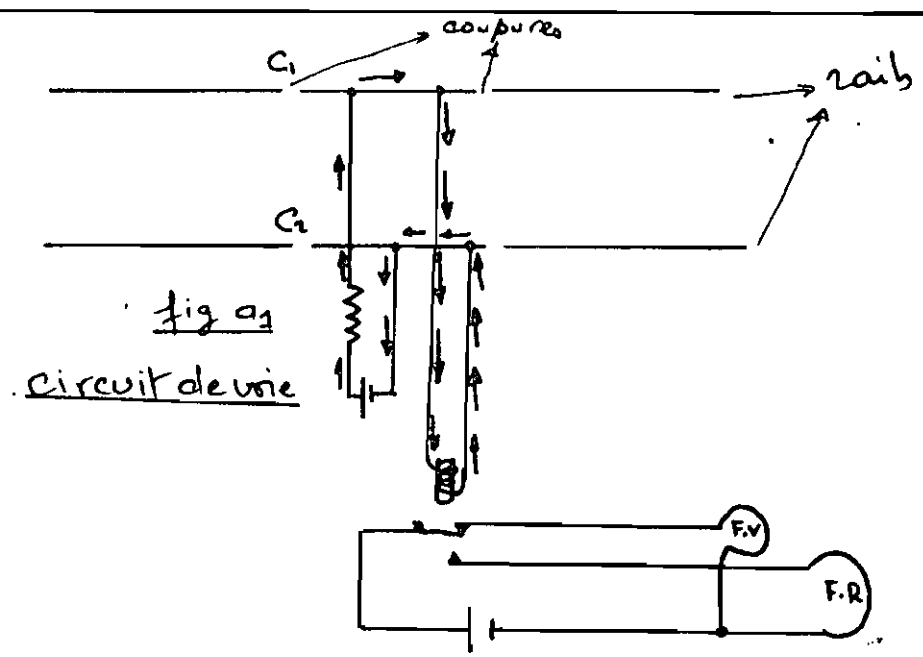


fig a1
circuit de voie

En l'absence de train, le courant suit le sens de flèches comme indiqué sur la figure a1. Le relais étant alimenté, l'attraction se fait et le contact du haut est assuré ce qui maintient le feu vert F.V.

Quand le train arrive, en franchissant les coupures C_1 et C_2 , ces dernières sont court-circuitées par les roues. A partir de ce moment, le courant décrit la boucle indiquée à la figure a2; le relais chute, c'est à dire que le contact s'établit vers le bas et le feu rouge F.R. est déclenché.

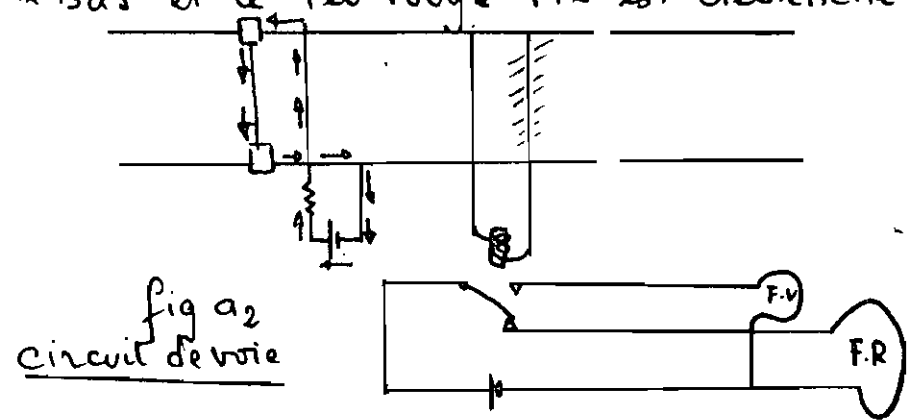
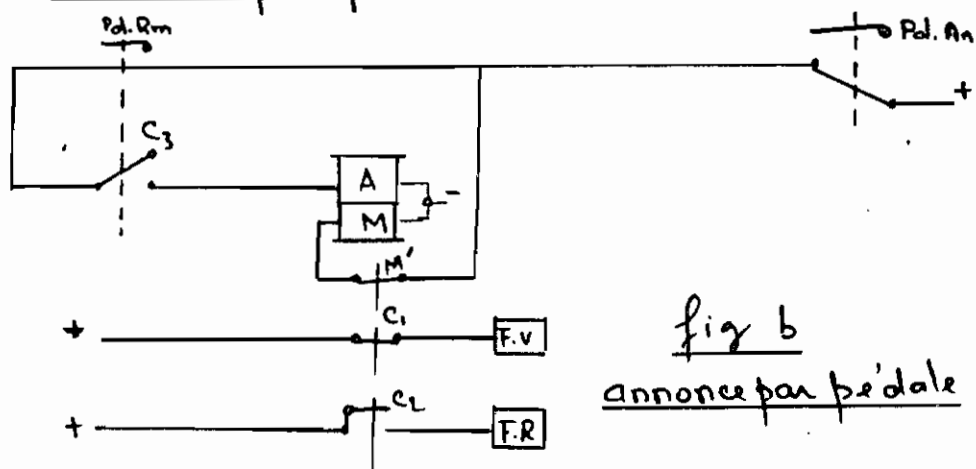


fig a2
circuit de voie

Ce système valable en France où les traverses des rails sont pour la plupart en bois, ne peut s'appliquer hélas au Sénégal, nos traverses étant généralement métalliques, constituant ainsi des courts-circuits naturels.

b) Annonce par pédales



Ici encore, c'est une vieille méthode de la S.N.C.F., la société Nationale Française des chemins de Fer.

Expliquons avant tout le fonctionnement d'un relais attraction-maintien symbolisé $\boxed{A \overline{M}}$.

La borne maintien M ne peut fonctionner que s'il y a excitation au préalable par la borne attraction A. Une fois le maintien commençant à fonctionner, il peut continuer à l'être même si l'excitation n'existe plus en A, et pour ceci même un faible courant suffit. Les pédales d'annonce Pd.An et de réarmement Pd.Rm sont temporisées, c'est à dire qu'une fois appuyées, elles se relevent d'elles-mêmes au bout

d'un certain temps. D'après la figure b, on voit qu'au départ il faut appuyer la pédale de réarmement Pd. Rm pour exciter la borne attraction et permettre au maintien d'être excité. Quand la pédale Rm se relève l'attraction A est désexcité mais le maintien lui, reste toujours excité par la source en amont de la pédale d'annonce. Cette situation ainsi créée est celle qui existe quand le train n'arrive pas.

Si le train arrive, le fait qu'il attaque la pédale d'annonce à la première roue, coupe le circuit.

Le contact maintien M s'ouvre en même temps que le contact C_1 . Le contact C_2 se ferme, ce qui allume les feux rouges. Ceci durera tant que le train n'aura pas entièrement libéré la pédale.

Seulement même si la pédale se relève et que le circuit soit fermé à nouveau, ne suffit plus pour fermer le contact maintien. On sait déjà en effet que pour ça, il faudrait d'abord exciter l'attraction A. Alors c'est seulement quand le train, après avoir dépassé le passage à niveau va attaquer la pédale de réarmement, que le contact C_3 va être excité, je veux dire fermé, la borne A excitée et le contact maintien assuré. A partir de ce moment, le train pourra

libérer la pédale de réar^{me}ment, et le contact C₃ se réouvrir, le contact maintien sera toujours fermé. Ainsi les Feux rouges s'éteindront et les Feux verts seront rallumés.

On a exclu le principe de cette pédale pour deux raisons :

- Le fait qu'elle fonctionne mécaniquement nous écarte du degré de fiabilité qu'on s'est fixé. En effet, elle pourrait lâcher ou refuser de répondre aux passages des roues.
- D'autre part, les enfants découvrant l'astuce pourrait^{ent} se mettre à jouer avec, notre système ne serait plus sélectif ds l'us.

- Nom.

C) DETECTEUR PHOTOELECTRIQUE :

Ce detecteur est réalisé à l'aide d'un phototransistor et d'une bascule de schmitt. Cette bascule est composée de deux circuits Nands N₁ et N₂, d'une résistance de 150 Ω et d'une autre de 1 KΩ comme montré à la figure C₁

Un phototransistor a la propriété de laisser passer le courant s'il est éclairé et de le bloquer s'il ne l'est plus.

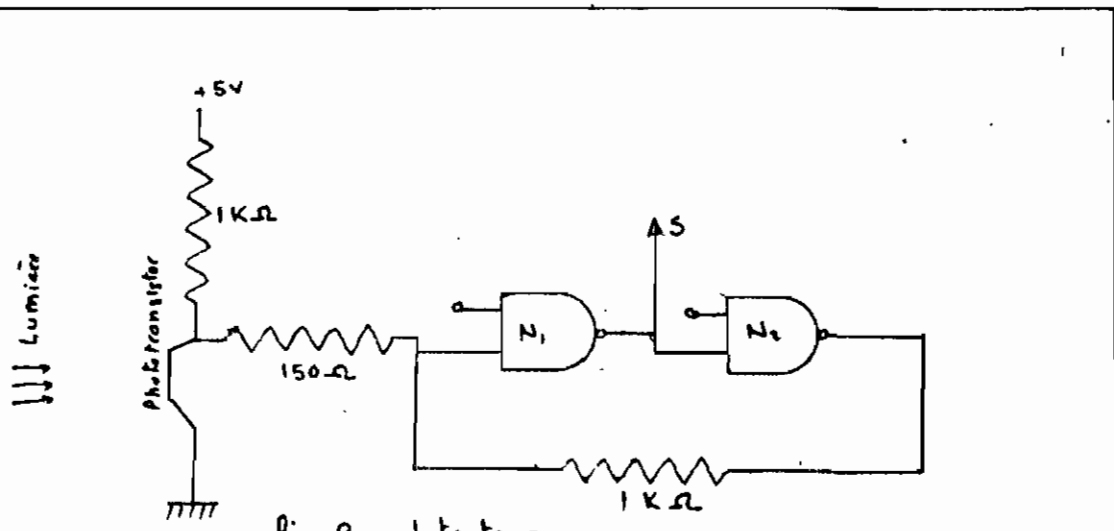
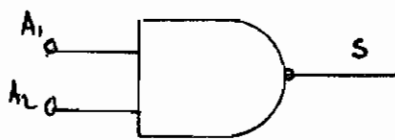


fig C1: detecteur.

Voyons tout d'abord ce qu'est un circuit Nand. Les deux dispositifs de logique oui et non (1 et 0) sont souvent matérialisés par une présence ou une absence de tension ou de courant. Dans notre cas, c'est la présence de tension qui figurera le niveau logique 1 et son absence le niveau logique 0. L'état 0 est garanti si le potentiel d'entrée est compris entre 0 et 0.8V, et l'état 1 si le potentiel d'entrée dépasse 2V. Un nand peut avoir plusieurs entrées. Dans notre cas on prendra des Nands à deux entrées A_1 et A_2 , et une sortie S .



A_1	A_2	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Table de Vérité d'un Nand

Les entrées de nos NANDs déconnectées sont à l'état 1. On voit donc que quand le phototransistor est éclairé, il y a l'état 1 à la sortie S.

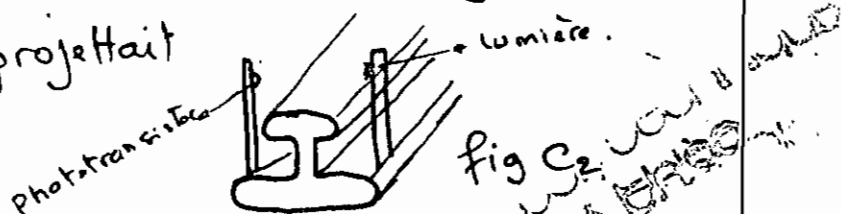
Quand un obstacle coupe le faisceau lumineux, la tension se présente alors à la borne connectée du NAND, le phototransistor étant bloqué, il y a l'état 0 à la sortie S.

Cette variation d'état à la sortie S est exploitée dans un autre bloc (compteurs, comparateur, etc..) qu'on verra plus loin. *et l'hystérésis ?*

Ce détecteur sur lequel on travaillait pendant les deux tiers de la durée de notre projet, nous l'avons abandonné en fin de compte, car il s'est révélé partiellement inadapté.

En effet, nous avions comme objectif de détecter les roues. Après avoir fait les études et la réalisation au laboratoire, on s'est rendu compte quand il s'est agi de faire la réalisation à grande échelle, que le dispositif fonctionnait sans problème, mais qu'on violait sans le savoir certaines normes de La Régie.

Voilà ce qu'on projetait



A la figure C3, nous montrons ce à quoi nous astreignent les normes de la Régie. A l'intérieur du gabarit suivant, rien ne doit se trouver, fonctionnel ou pas, sécuritaire ou pas.

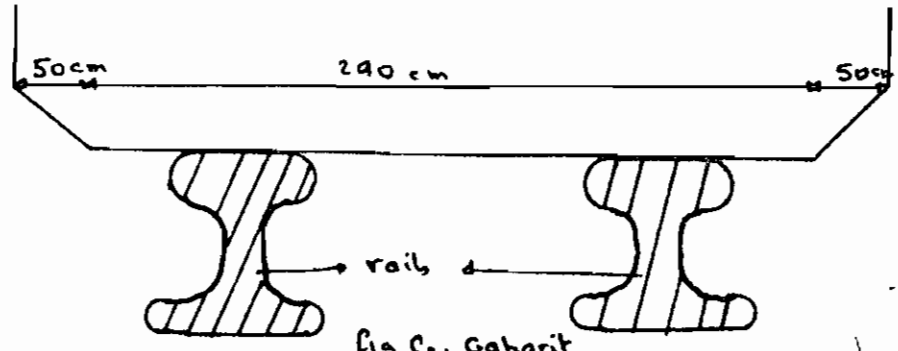


fig C3: Gabarit

Une deuxième raison qui nous a dissuadés est l'aspect indiscret de ce détecteur quoiqu'on peut utiliser si c'est nécessaire un détecteur fonctionnant avec la lumière infrarouge. En effet, les curieux, surtout la nuit seraient toujours attirés par la petite lumière qu'ils apercevraient sur la voie et pourraient être tentés d'y faire leurs propres essais. Il existe un autre détecteur qui est la pédale électronique. On ne juge pas opportun de le présenter, car il fonctionne suivant le même principe que le détecteur inductif que nous avons retenu et dont nous parlerons en détails.

II) PRINCIPE GENERAL

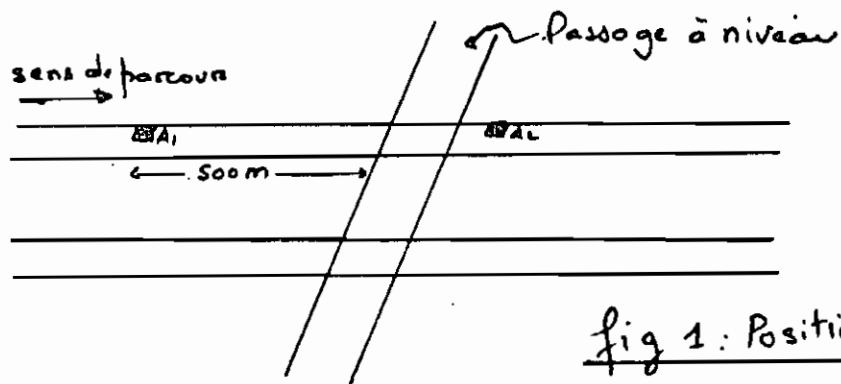


fig 1: Positionnement

Un détecteur d'annonce A_1 , placé à 500 m en amont du passage à niveau, permet pour un train roulant à 70 km/h, de déclencher les clignotants 25 secondes avant le franchissement du passage à niveau.

Le détecteur A_2 placé à 20 m en aval du passage à niveau permet d'effacer l'annonce.

Le détecteur A_1 est relié à un compteur d'impulsions B_1 , comme l'indique la figure 2. Ce compteur est lui-même relié à un comparateur C.

Le détecteur A_2 est relié à un autre compteur B_2 , relié lui aussi au même comparateur C.

Lorsque A_1 détecte la première roue du train, un signal est envoyé au Flip-Flop et les clignotants s'allument. En même temps, B_1 se met à compter le nombre d'impulsions, c'est à dire le nombre de roues détectées par A_1 . Ce nombre compté est enregistré au comparateur et gardé en mémoire.

Les clignotants continuent à s'allumer tant que le train n'est pas encore arrivé au détecteur A_2 .

A ce niveau, les roues ou impulsions détectées par A_2 , sont envoyées au compteur B_2 qui le compte et les envoie au comparateur C .

Si les nombres de roues comptés par B_1 et B_2 sont identiques, cela signifie que tout le train a dépassé le passage à niveau, et le comparateur envoie un signal au flip-flop pour éteindre les clignotants.

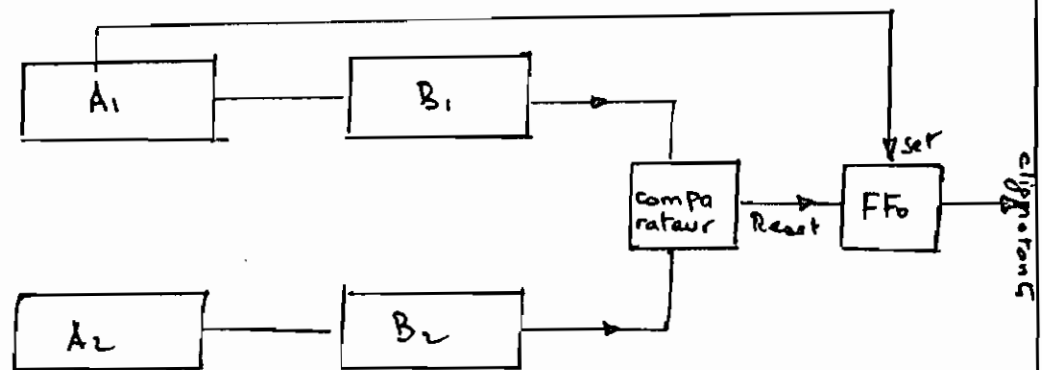


fig 2 : schéma d'ensemble

III) ETUDE DES ELEMENTS

1°) DETECTEUR INDUCTIF

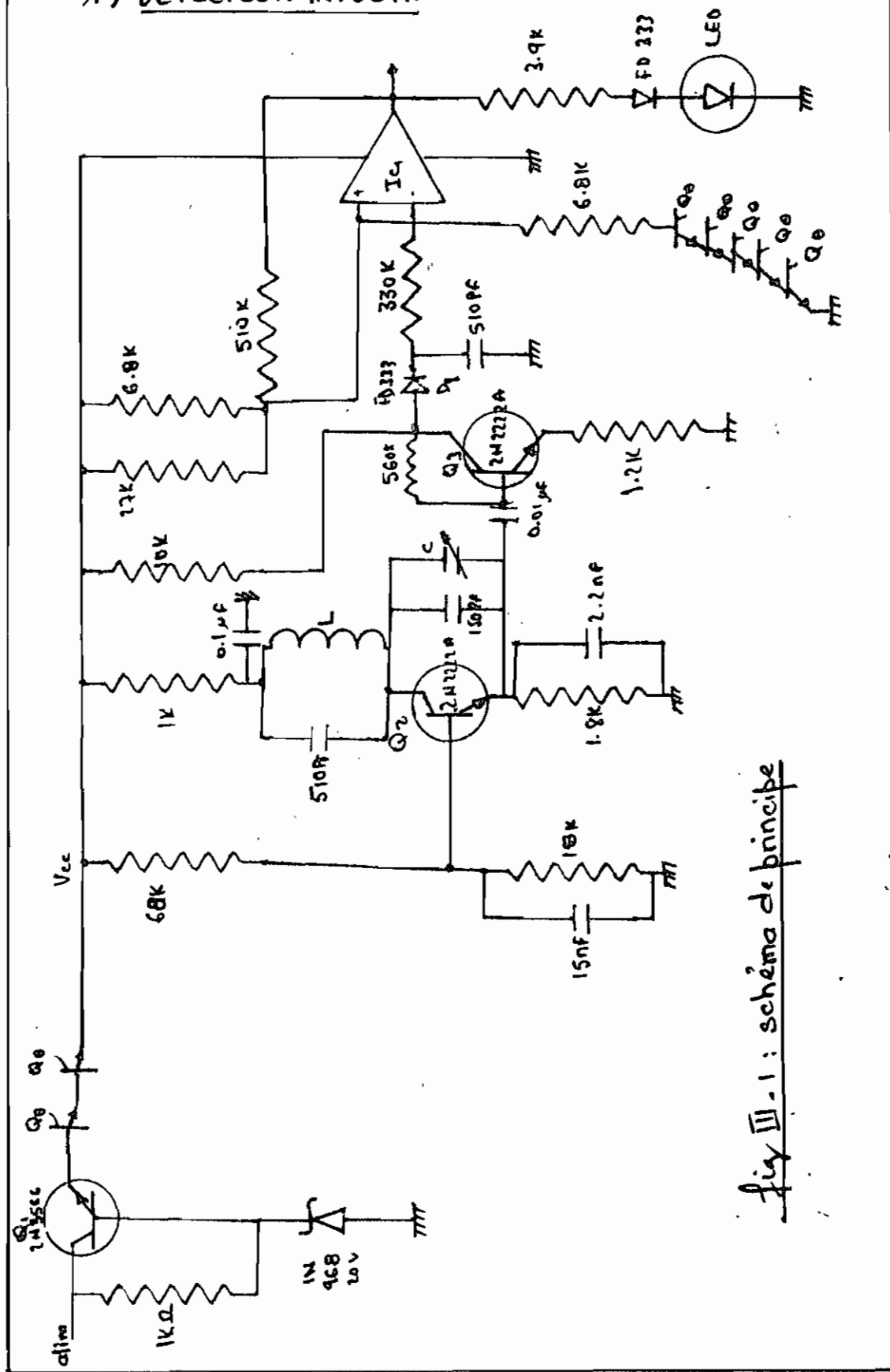


fig III-1 : schéma de principe

Nous allons étudier les caractéristiques de ce détecteur et présenter les différentes composantes de la fig III-1.

Caractéristiques :

Alimentation : 20 à 28 V c.c

Portée : environ 20 mm

Consommation : sans fer 15 mA max (sous 28 V)
avec fer 27 mA max (sous 28 V)

Température max : environ 55°C

Sortie : < 2 V à l'état sans fer
> 10 V avec fer

impédance de charge $Z_L > 1 \text{ k}\Omega$.

Nomenclature :

Q_1 et Z_{aver} : régulateur de tension

Q_2 : oscillateur base commune ($\approx 130 \text{ kHz}$)

Q_3 : Amplificateur AC

D_1 et 510 pF : détecteur crête.

IC_1 : comparateur avec un peu d'hystérésis (510k)

Q_0 : 7 transistors pour compensation de température. (2N3566).

REGULATEUR DE TENSION

IL sert à stabiliser la tension d'alimentation qui peut parfois fluctuer. on se servira de la fig III 2 pour illustrer le principe de fonctionnement d'un régulateur de tension

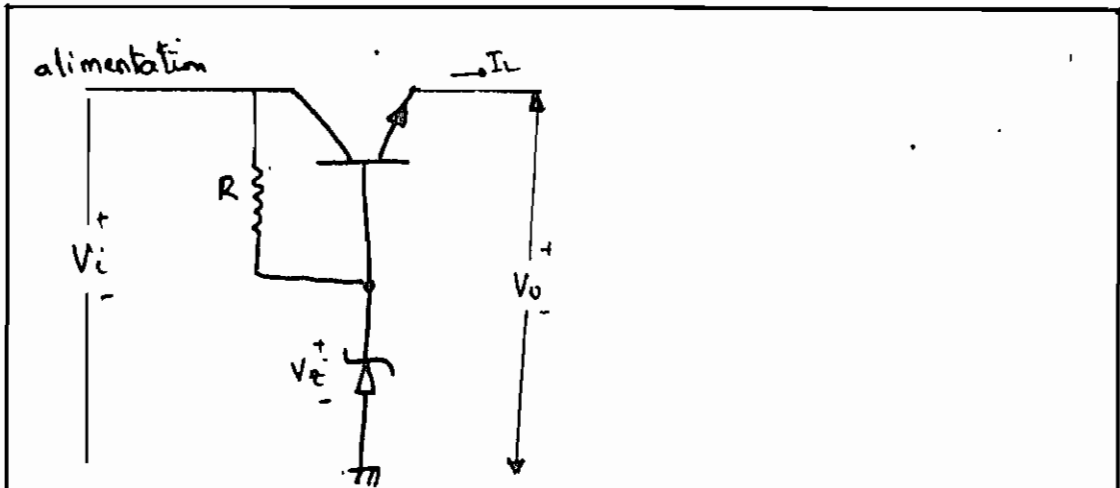


fig III.2 Regulateur de tension

Tant que V_i est plus grand que V_z (tension de rupture), la diode Zener fonctionne dans la zone de rupture. Idéalement, ceci implique que la tension de sortie finale est constante.

Quand une diode Zener fonctionne dans la zone de rupture, une toute petite augmentation de tension donne une forte augmentation de courant.

C'est pour palier à ces variations considérables de courant qu'on a mis le transistor à émetteur nuiveur. La tension de charge est toujours à la tension de Zener (moins la chute de tension.

V_{BE} dans le transistor), mais les variations de courant de Zener sont réduites par le facteur

$$\beta. \text{ on aura } \Delta I_z = -\frac{\Delta I_L}{\beta}.$$

Compensateurs thermiques:

Pour le régulateur de tension par exemple, quand la température augmente, il se produit une chute de tension à la diode Zener et un accroissement insuffisant des V_{BE} . Cet accroissement de V_{BE} ne suffit pas pour compenser la chute de tension. Pour cela, il faut placer un nombre suffisant de jonctions base-émetteur.

Toutes les jonctions base-émetteur de la figure II-1, désignées par Q_n , servent à compenser les chutes de tension aux différents transistors dues à l'accroissement thermique.

Oscillateur accordé à un circuit résonnant.

Le circuit résonnant constitue la tête de lecture sensible aux passages des roues.

Dès qu'une roue se trouve dans le champ créé par la bobine, les courants de Foucault qui se développent dans la masse métallique provoquent une diminution de l'impédance du circuit résonnant.

On approxime la diminution de l'impédance de la bobine à cause de la proximité d'une roue, à celle qui se ferait si la bobine était dans un écran cylindrique à section circulaire, coaxial à la bobine.

On a en ce moment: $L = L_0 \left(1 - \frac{V_B}{V_E}\right)$

L_0 = inductance en l'absence de l'écran.

L = inductance avec l'écran

V_E = volume de l'écran

V_B = volume de la bobine.

L'analyse suivante va nous montrer l'effet de cette diminution d'impédance sur le circuit oscillant.

Pour cela, on va utiliser un transistor monté comme suit:

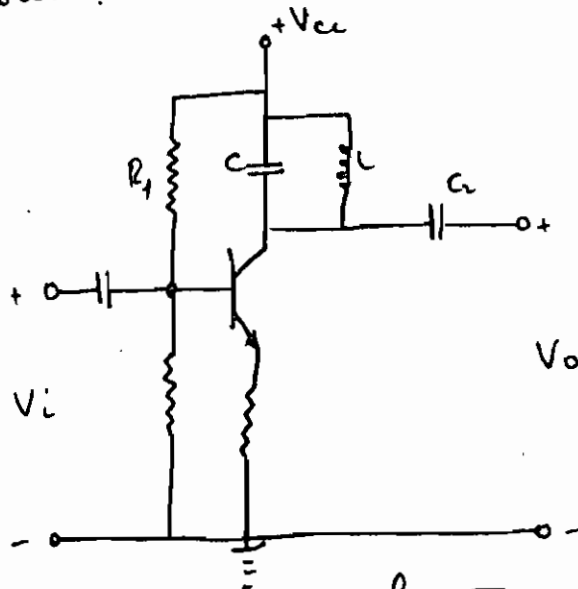


fig III-3 : Transistor stabilisé

Pour faciliter l'étude, on va remplacer la bobine L , par une bobine idéale L en série avec une résistance R .

Le circuit résonnant devient ainsi :

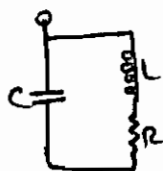


fig III-4 : circuit résonnant

L'impédance équivalente de ce circuit est

$$Z_L = \frac{\frac{1}{j\omega C} (R + j\omega L)}{\frac{1}{j\omega C} + R + j\omega L}$$

La fréquence de résonance est donnée par

$$f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \text{Pour l'amplificateur on a:}$$

$$\beta = \frac{h_{fe}}{h_{ie} h_{oe}} \quad R_0 = \frac{1}{h_{oe}} \text{ très grand.}$$

on définit un facteur Q sans unité qui sert à mesurer la qualité de la bobine. A la résonance, il est donné par :

$$Q_0 = \frac{2\pi f_0 L}{R} = \frac{1}{2\pi f_0 RC}$$

On peut écrire Z_L sous la forme

$$Z_L = \frac{R Q_0^2}{1 + j 2\delta Q_0} \quad \delta \text{ est la déviation de fréquence.}$$

En résonance $\delta = 0 \rightarrow Z_L = R Q_0^2 = R_{res}$

On voit donc que si Z_L diminue, le facteur de qualité diminue aussi. D'autre part le gain en tension de l'amplificateur est donné par $A_v = \beta \frac{Z_L}{Z_L + R_0}$

En divisant par Z_L en haut et en bas, on voit que

$$A_v = \beta \frac{1}{1 + \frac{R_0}{Z_L}} \quad \text{par conséquent } A_v \text{ diminue avec } Z_L.$$

Il s'en suit que l'amplitude des oscillations va être diminuée au niveau de l'oscillateur.

Avant de faire cette partie, on parlera aussi de quelques paramètres importants pour une bonne performance d'un oscillateur.

Il doit avoir une bonne stabilité de fréquence ou d'amplitude, l'une implique l'autre, c'est à dire son pouvoir de maintenir aussi faible que possible sa déviation de fréquence par rapport à celle de résonance.

D'autre part la boucle de réaction, en stabilisant le gain, sert par exemple à remplacer un transistor de feedback au cours de l'exploitation sans réglage supplémentaire.

En fin, plus le facteur de qualité Q est élevé, le circuit permettant de transformer le courant continu en courant sinusoïdal, plus les sinusoïdes de courant et le reste du circuit résonnant sont parfaits. D'autre part, on a vu que quand Q diminue, soit quand z_c diminue, l'amplitude des oscillations est diminuée.

DETECTEUR DE CRETE

Il permet d'éliminer tout signal en dessous de ^{20V} zéro volts. La décharge du condensateur de 510 PF permet si la constante de temps est assez grande, c'est à dire nettement supérieure à la période du signal d'entrée, d'obtenir une ondulation très faible de la tension de sortie.

COMPARATEUR

A cause du gain élevé de l'amplificateur opérationnel, la plus petite tension d'erreur, produit une excursion de sortie maximum.

La figure III-4 résume ce fonctionnement.

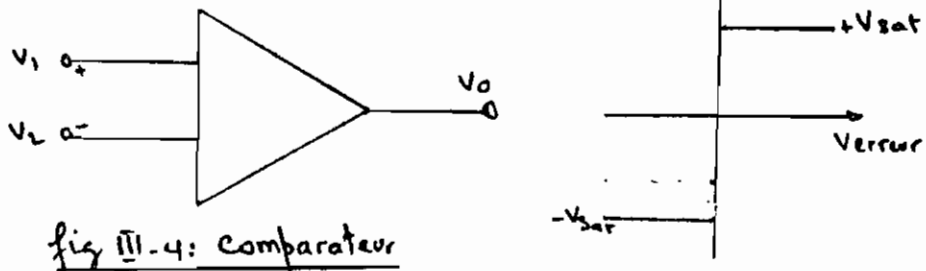


fig III-4: Comparateur

Une tension d'erreur positive, entraîne la sortie à $+V_{sat}$.
 Une tension d'erreur négative, entraîne la sortie à $-V_{sat}$.
 Le réglage du comparateur est tel qu'il y aura moins de 2V à la sortie, quand le train ne passe pas, et plus de 10V à cette même sortie dès qu'une roue entre dans le champ magnétique de la bobine.

2°) COMPTEURS :

Comme compteurs, nous utiliserons des boîtiers 7476 contenant chacun deux bistables, fig III.5.

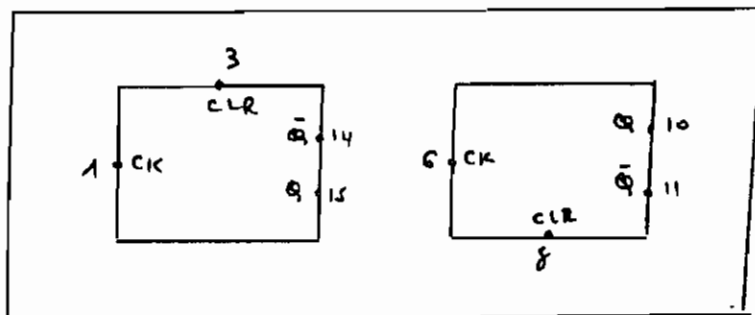


fig III.5 Boîtier 7476

Si nous appliquons à un bistable, une série de signaux carrés, il bascule pour chacun des passages de l'état 1 à l'état 0 par l'entrée CK, équivalent à une présence de 2V ou de 10V à la sortie du comparateur de notre détecteur.

Pour notre expérience, on s'est limité à un comptage de 16 impulsions.

Les compteurs sont composés chacun de 4 bistables FF₀ (Flip-Flop), montés en cascade de fig III.6.

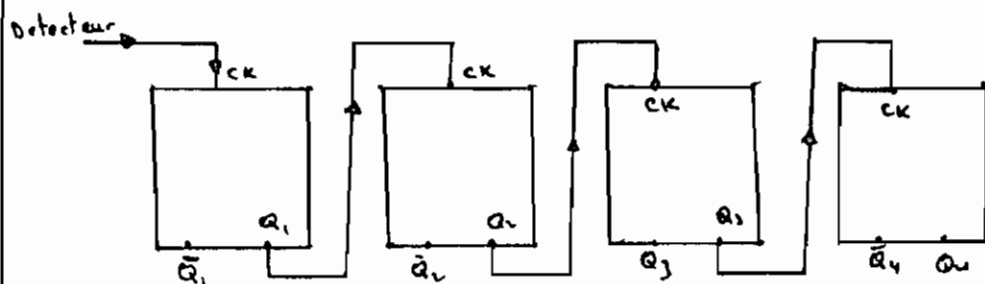


fig III.6 Compteur

La particularité de ces bistables est d'avoir une fonction mémoire. Lorsqu'on applique une impulsion qui passe de l'état 1 à l'état 0 sur l'entrée \overline{set} , le bistable bascule. De ce fait on obtient à la sortie Q l'état 1. Cet état 1 sera conservé tant qu'une impulsion qui passe de l'état 1 à l'état 0, ne sera pas appliquée au Reset. Par contre l'entrée \overline{clk} , comme on l'a dit plus haut fait basculer le bistable à chaque passage de l'état 1 à l'état 0. Si nous appliquons à l'entrée du compteur, une série de signaux carrés, au bout de deux fronts positifs, le premier bistable revient à son état initial.

C'est qu'au bout de quatre fronts appliqués à l'entrée, qu'un nouveau front positif apparaît à l'entrée FF2, pour le ramener à son état primitif. Une impulsion positive sera alors appliquée à l'entrée de FF3, qui à son tour, basculera de l'état 1 à son état primitif, au bout de huit fronts positifs.

Nous constatons que chaque bistable passe à l'état 0 quand a été appliqué à l'entrée, un nombre d'impulsions correspondant à la puissance de deux de son rang, dans la cascade.

3°) comparateur

des sorties Q et \bar{Q} des compteurs sont reliées au comparateur que nous pouvons schématiser comme suit :

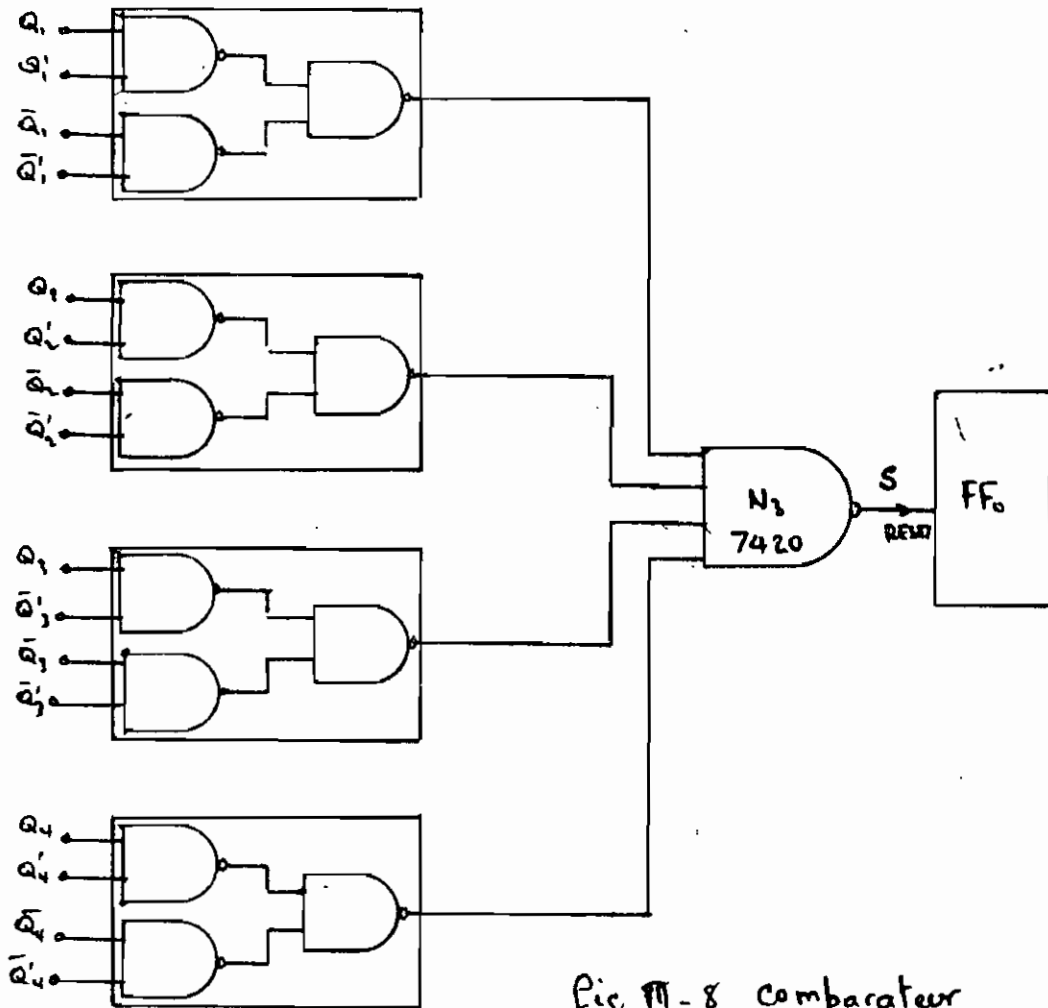


fig III-8 comparateur

Pour faire basculer le Flip Flop FF_0 , il faudrait que la sortie de N_3 passe de l'état 1 à l'état 0. Par conséquent, cela équivaudrait à l'état 1 à toutes ses entrées.

Le signal par le Reset est le seul dans ce montage habilité à effacer l'annonce par l'entrée SET.

Encore une fois, la sortie S passant de 1 à 0, signifie que les sorties des compteurs sont toutes

au même état, c'est à dire que le train a libéré
le passage à niveau.

En réalité pour le comparateur, on utilisera trois
briquets 7400 comme on le verra dans le schéma
d'ensemble.

SCHEMA D'ENSEMBLE

(voir Annexe)

I) INTRODUCTION

Dans cette partie, on va proposer une deuxième forme de détection qui va permettre d'annoncer le train et d'effacer l'annonce, sans recourir aux compteurs et comparateur de la version précédente. Ici, on va utiliser encore notre détecteur inductif mais raccordé à toute autre chose.

L'avantage qu'il présente par rapport au premier système est sa simplicité, on utilise un seul fil, par conséquent son prix de revient est relativement bas.

On essaiera de faire une description assez brève de ce système, puisqu'il est assez intéressant peut-être trouver en annexe un dessin détaillé du schéma d'ensemble.

Il faut dire d'ores et déjà que ce système aussi, testé d'abord au laboratoire puis à grande échelle au niveau des installations de la Régie a donné des résultats satisfaisants.

II) SCHEMA BLOC

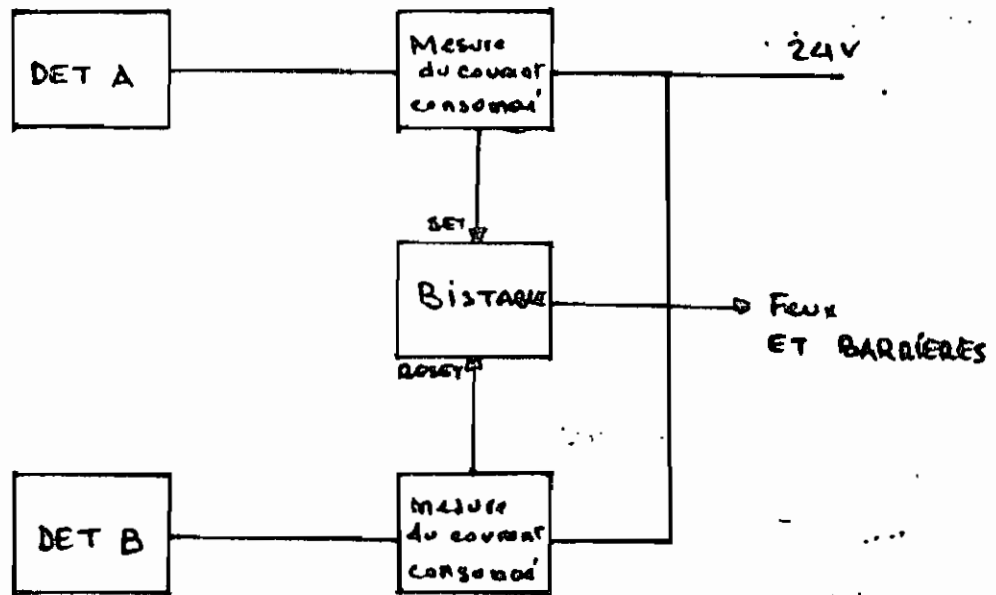
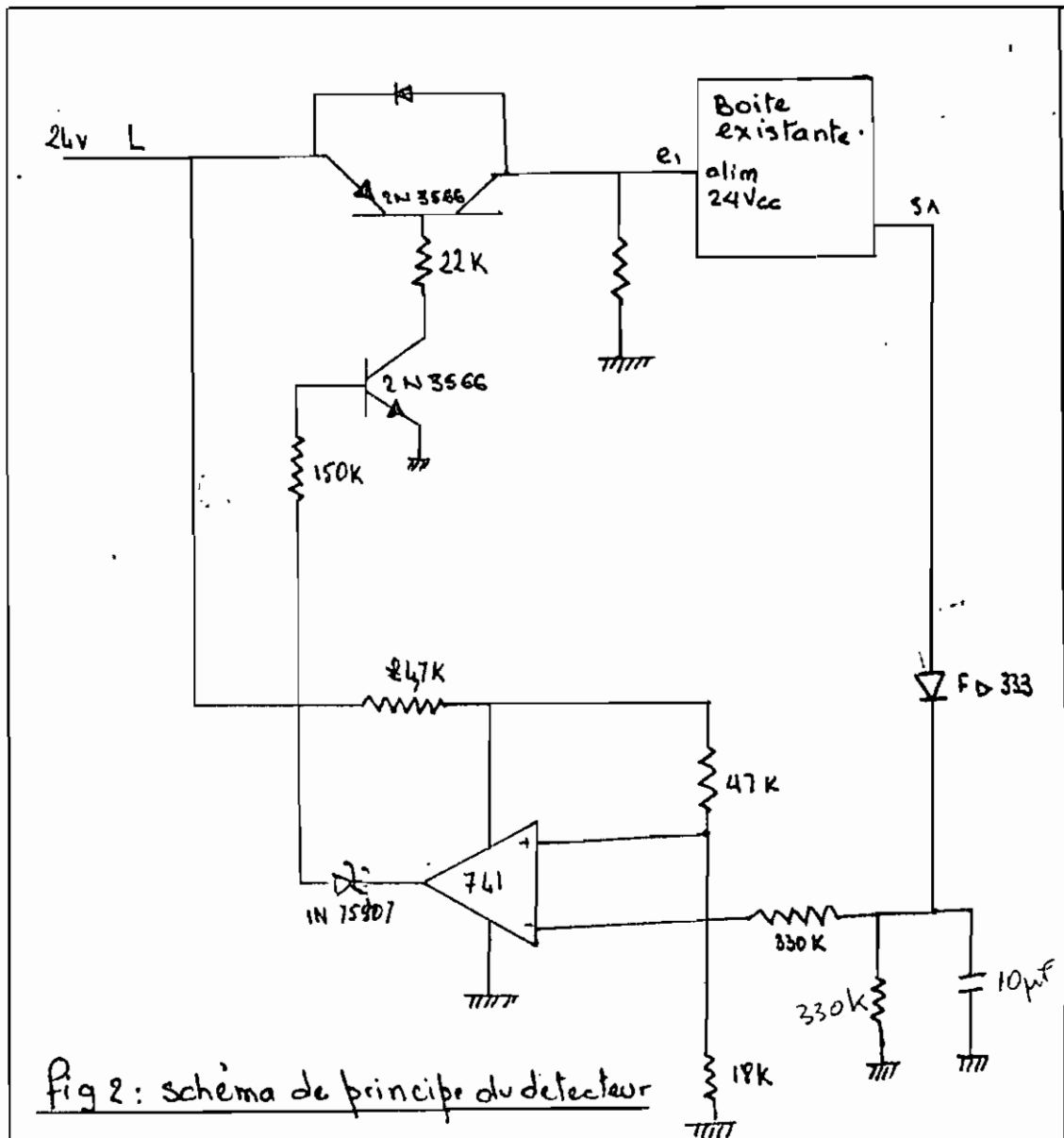


fig 1 : schéma bloc

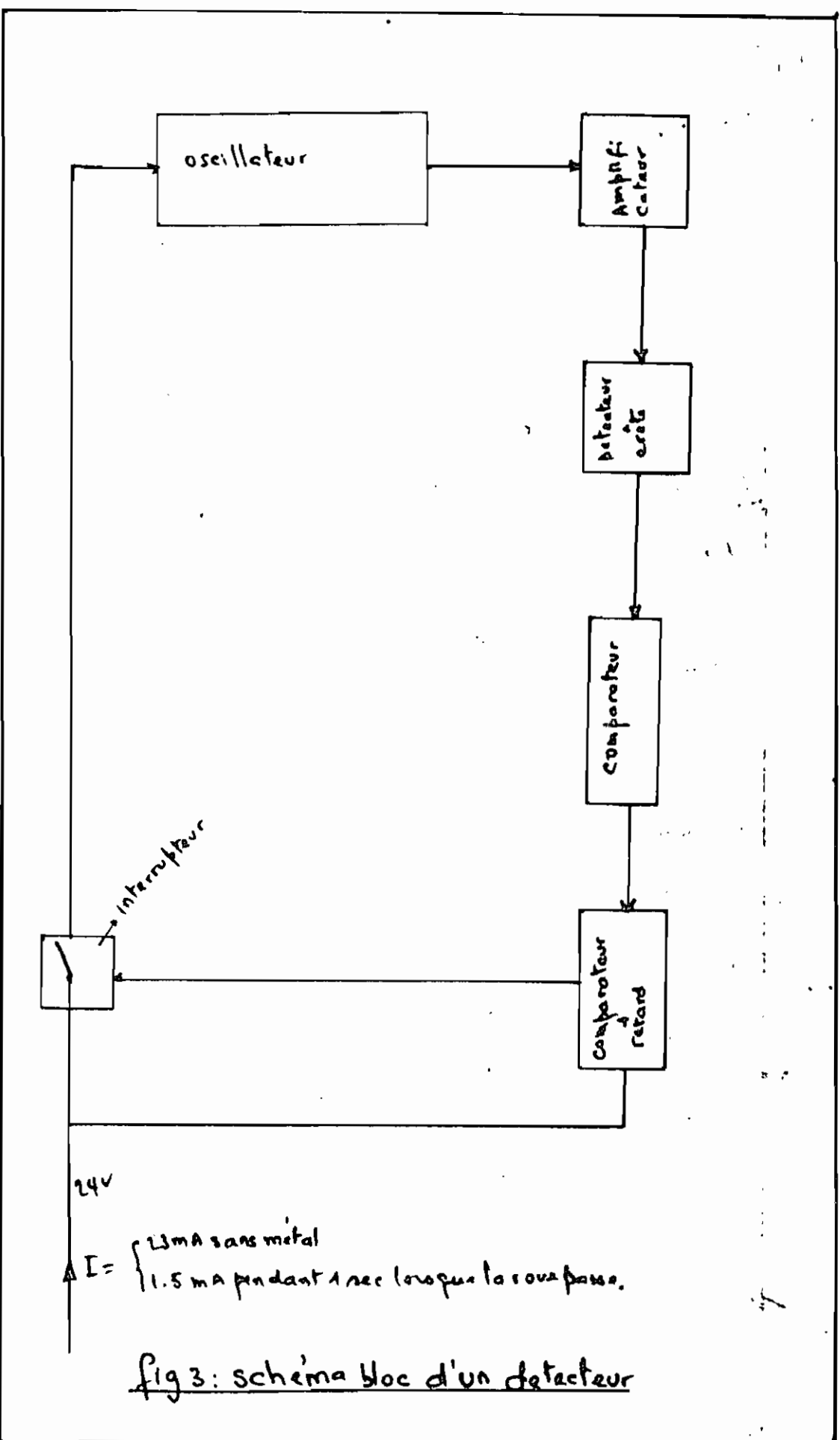
L'impulsion est créée par le passage d'une roue au dessus du détecteur. Elle est recueillie sous forme de variation de courant au niveau d'un relais électronique qui transmet l'information à une bascule bistable, fig 1.

III) PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

La boîte existante de la figure 2, n'est rien d'autre que le détecteur inductif de la première version. Son entrée e_1 coïncide avec le régulateur de tension. Sa sortie s_1 est la sortie du comparateur.



Sur la ligne L, le courant sera de 23 mA à l'état normal et 1.5 mA au passage de la roue. Un relais électronique placé sur la ligne L, va recueillir cette variation de courant et la transmettre à un bistable.



$\Delta I = \begin{cases} 13 \text{ mA sans metal} \\ 1.5 \text{ mA pendant 1 sec lorsque la soude passe.} \end{cases}$

fig 3: schéma bloc d'un detecteur

IV) LA BASCULE BISTABLE

chaque detecteur (annonce et liberation) est relie a un relais electronique. Ces deux relais vont constituer le deux entrees du Bistable, comme l'indique la figure 4. A la mise sous tension du montage, l'un des deux Transistors T₁ ou T₂ conduira le premier.

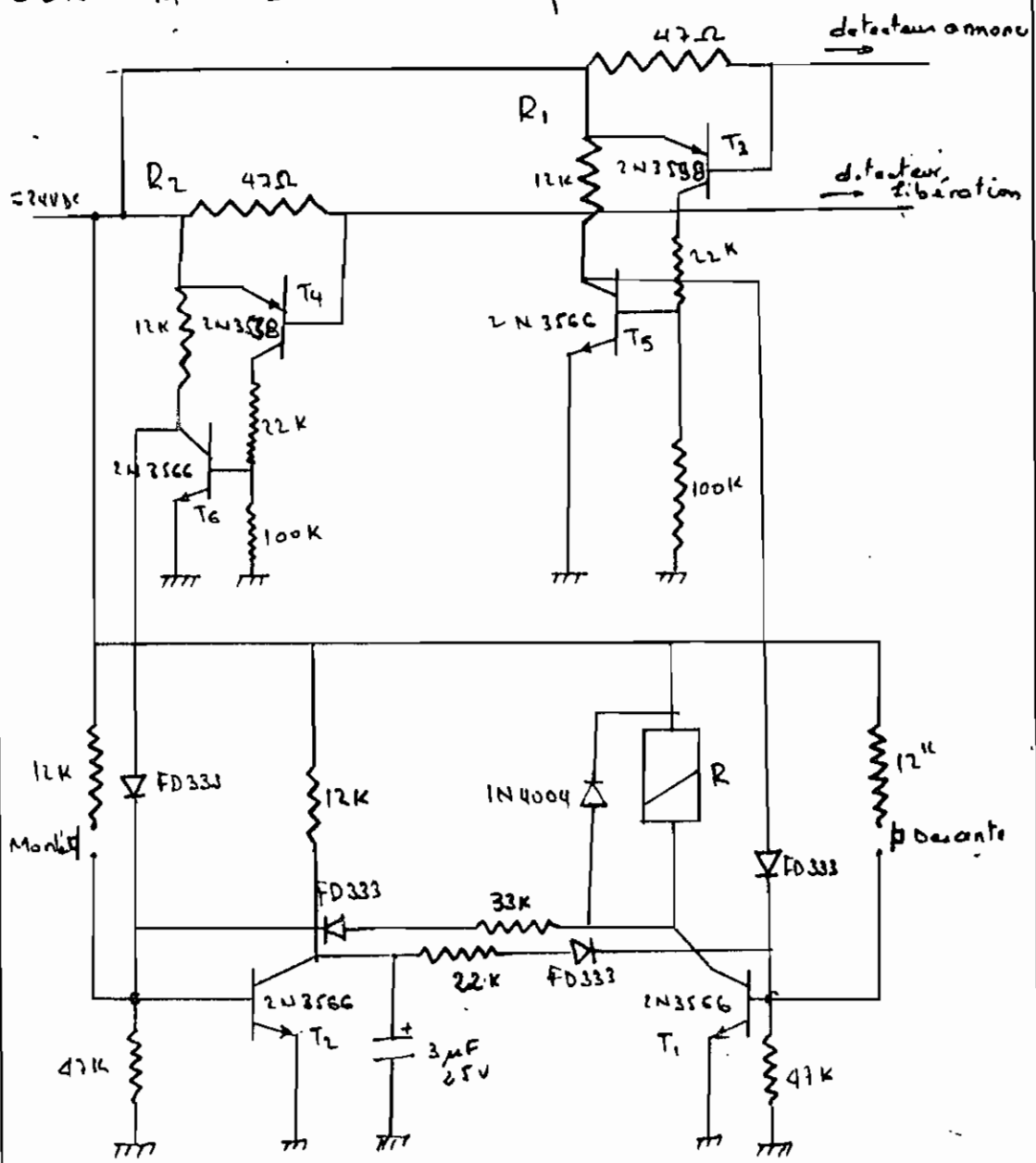


Fig 4 : Bascule Bistable

est l'inversion Auto-Main?

5031

La sortie du transistor conducteur se trouve donc au potentiel 0, maintenant ainsi l'autre transistor à l'état bloqué.

Ce dernier à son tour ayant sa sortie au potentiel 1, entretiendra le premier transistor à l'état de saturation et cet état ne sera modifié qu'avec une action extérieure. Si le train arrive, le fait qu'il passe par le détecteur d'annonce, amène le courant dans R_1 de 23 mA à 1.5 mA. Le transistor T_3 est alors bloqué, de même que T_5 . Le courant va alors alimenter la base de T_1 pour le saturer et son V_{ce} sera très faible, bloquant ainsi le transistor T_2 .

Le V_{ce} de T_2 étant ainsi très élevé va confirmer T_3 dans son état en le saturant d'avantage, l'attaquant par la base. Cet état va correspondre à une position de contacts du relais R qui va abaisser les barrières du passage à niveau.

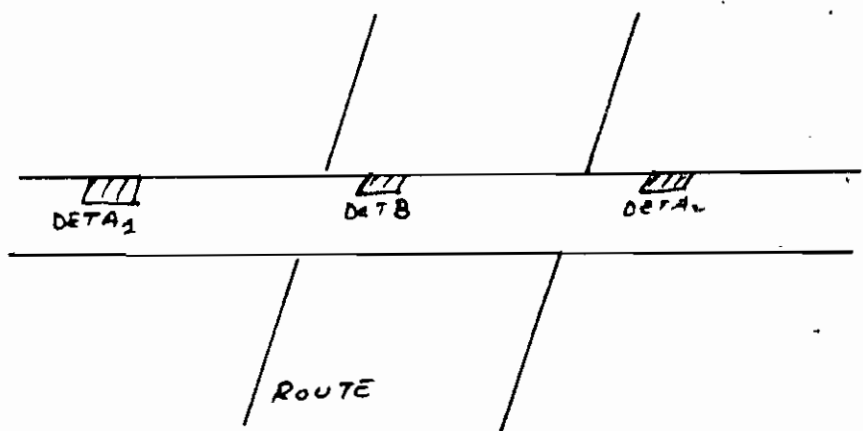
Ensuite le relais R_1 pourra recevoir autant d'impulsions que l'on voudra, cela ne fera que confirmer l'état obtenu.

Quand le train arrive au niveau du détecteur de libération, le courant du relais électronique R_2 passe de 23 mA à 1.5 mA. La tension aux bornes de la résistance de 100Ω (0.15V) ne suffit plus pour vaincre la tension de seuil de T_4 qui est de l'ordre de 0.7V. Le transistor T_4 est alors bloqué de même que T_5 . Le courant attaque alors la base de T_2 et le sature. T_2 saturé, son V_{CE} devient faible ce qui va bloquer T_1 . Le V_{CE} de ce dernier va devenir très 'élevé', ce qui va changer l'intensité du courant traversant le relais R . Ainsi les contacts de ce relais vont changer de position correspondant à une ouverture des barrières. Il faut noter la présence de boutons poussoirs mécaniques pour compléter le système automatique.

DETECTION DE TRAINS sur VOIE UNIQUE

Ici on presentera aussi deux versions et on ajoutera une troisième possibilité.

1^{ere} VERSION



La detection de trains roulant dans les deux sens est réalis e grâce au circuit suivant:

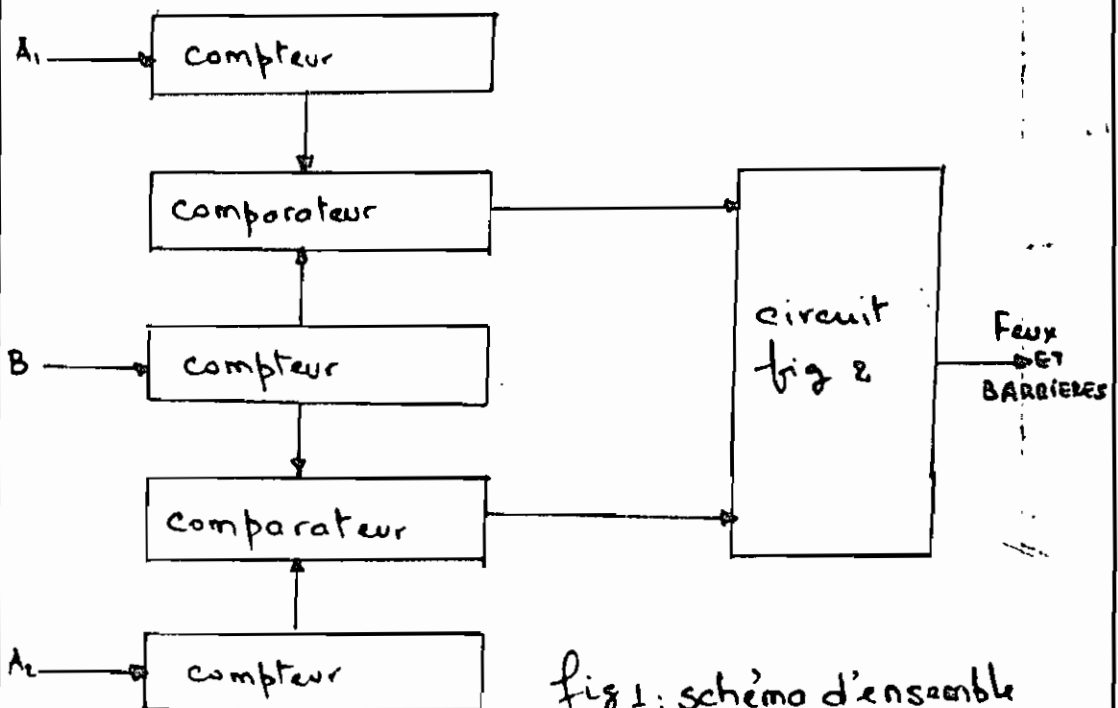
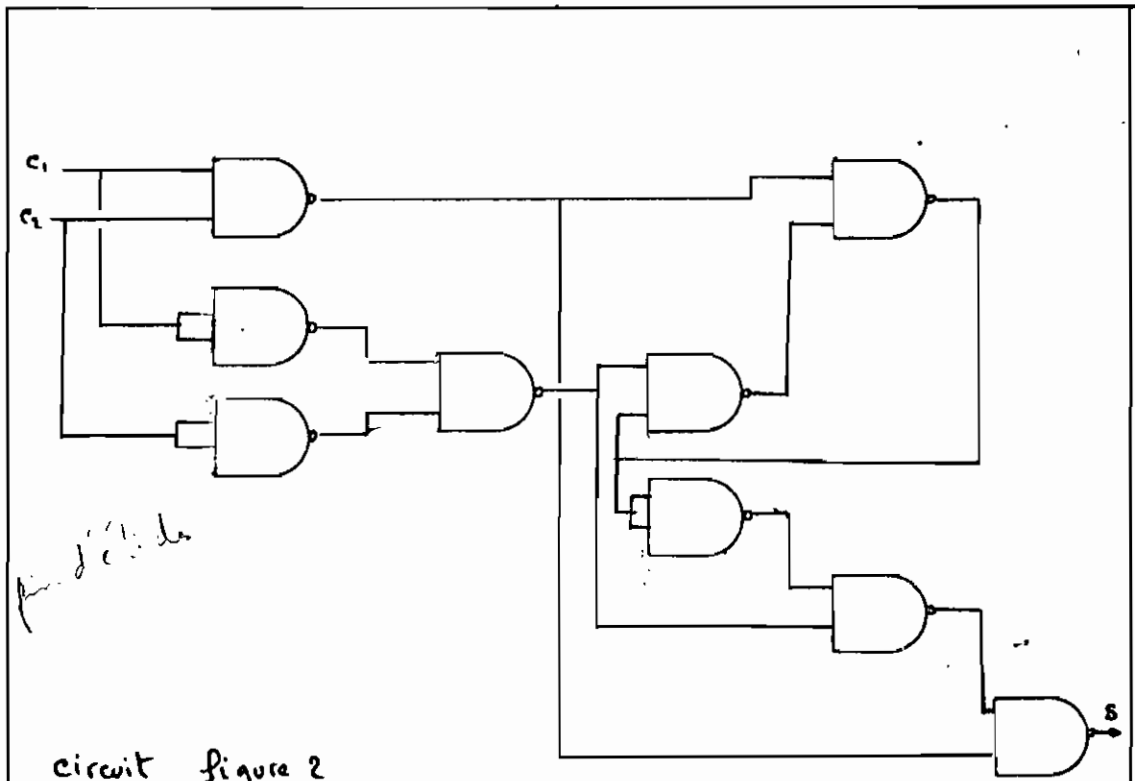


fig 1: schéma d'ensemble

d si ce
système
vient-il?
(Voir point de
fin d'étude)

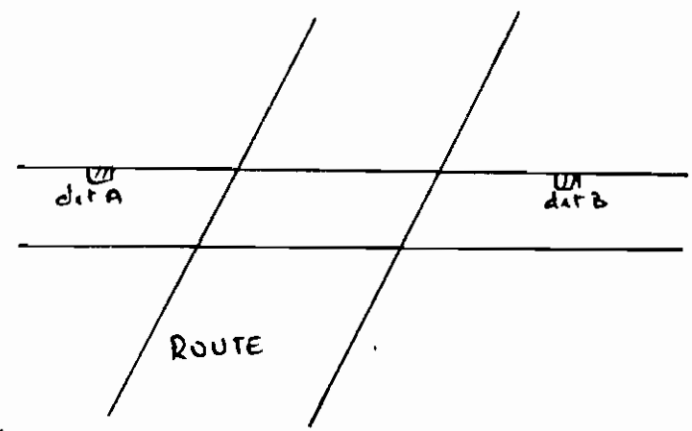


circuit figure 2

La sortie S va vers les feux et barrières

DEUXIEME VERSION

Elle est de loin la plus simple. En effet avec beaucoup moins d'éléments, on détectera ici les trains roulant dans les deux sens.



La figure 3 de la page suivante nous donne le schéma d'ensemble.

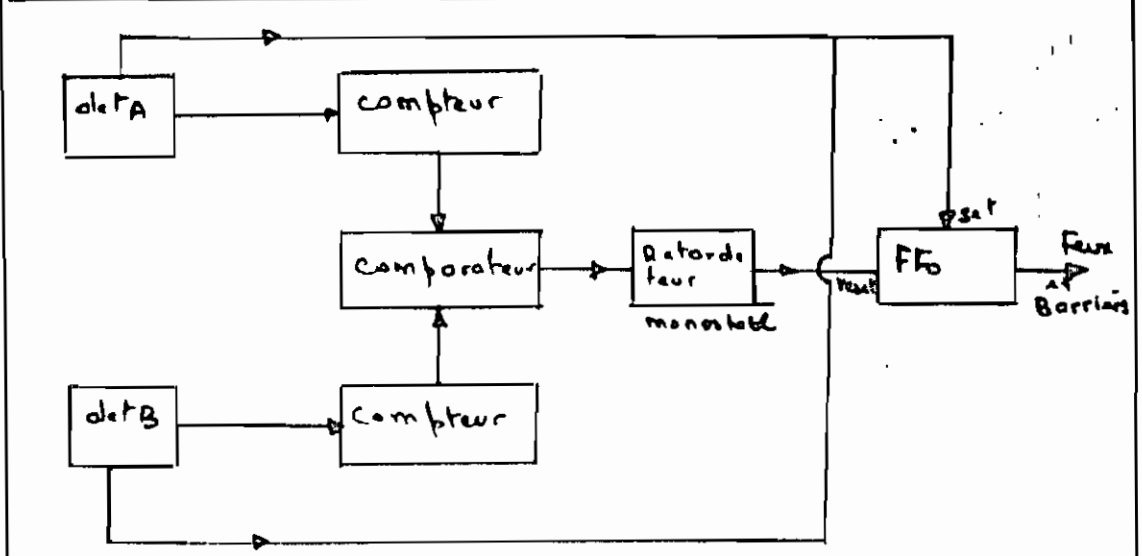


fig 3: schéma d'ensemble

Une troisième possibilité qui nous dispenserait des compteurs, pourrait consister à prendre à la place de A deux détecteurs A_1 et A_2 et à la place de B ; deux autres détecteurs B_1 et B_2 . On imposerait en ce moment que le train passe d'abord par A_1 avant A_2 ou B_1 avant B_2 pour qu'il y ait détection.

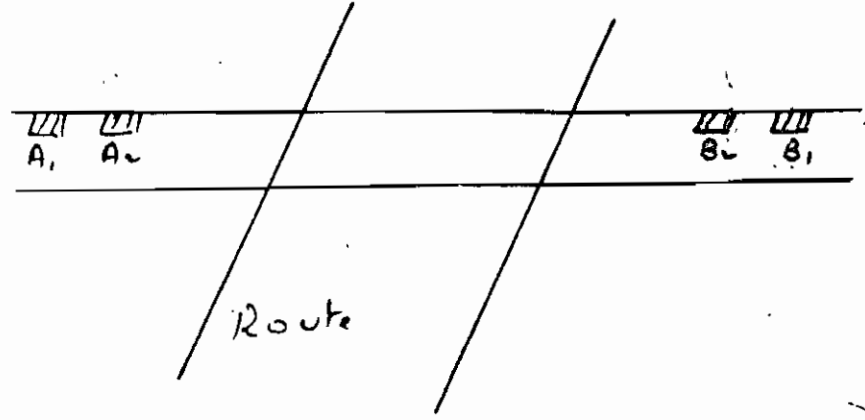


fig 4: Autre proposition.

INSTALLATION :

Contrairement à ce qu'on pourrait croire, cette partie est extrêmement délicate.

En effet, il s'agit à ce niveau de réaliser trois choses à la fois :

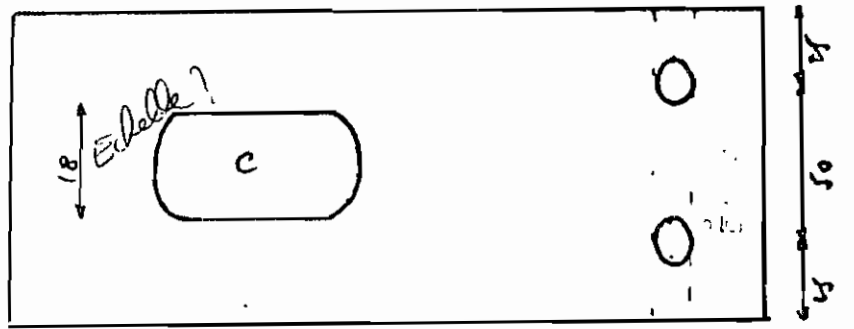
- Faire une installation solide et insensible aux intempéries.
- Assurer entre le détecteur et la roue une distance qui ne leur permettra pas de se toucher, tout en assurant la détection.
- Respecter surtout les normes de la Régie. Les modalités d'installation ont été déterminantes dans le choix de notre type de détecteur. En effet du point de vue de performances, un phototransistor vaut bien un détecteur inductif. Cependant avec le phototransistor, on a eu d'énormes problèmes à détecter les roues tout en respectant les normes de la Régie.

D'autre part, il nous était imposé de ne faire subir aucune altération même aux travers des rails, fût-ce pour installer le plus petit détecteur.

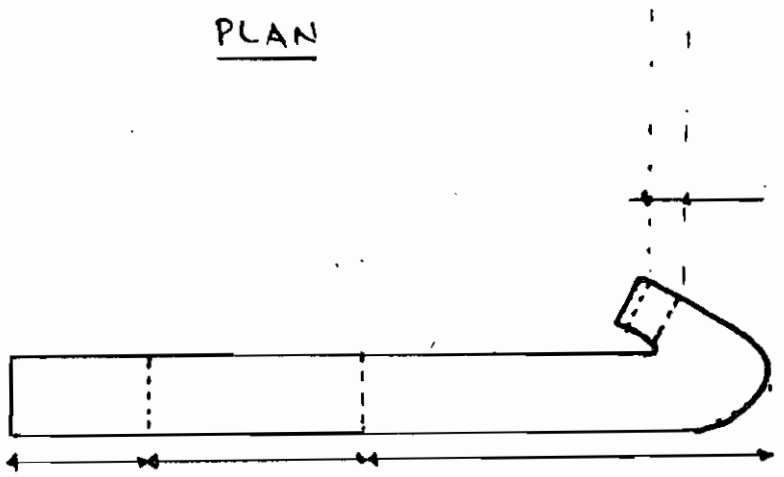
Nous avons alors pensé en dernier recours à leur dispositif de calage d'aiguille. Il est utilisé à la régie pour maintenir la lame d'aiguille assujettie contre le rail dans la position normale, au moyen d'un tenon cisailable amovible.

En y faisant des transformations adéquates, on est parvenu à y fixer nos détecteurs. Le support sera ensuite boulonné aux rails.

fig 1: schéma du support



PLAN

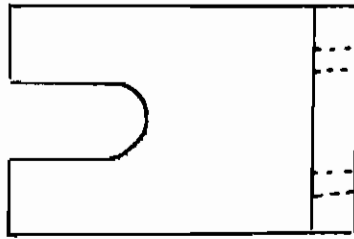


ELEVATION

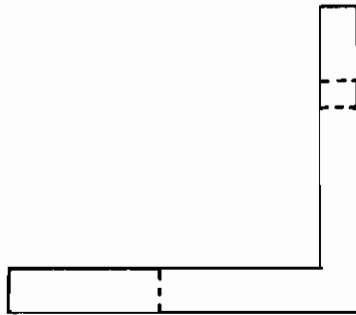
Le trou oblong e , nous permet d'ajuster le détecteur à la position qu'on veut et nous facilite le montage et le démontage.

Le détecteur \bar{a} proprement parler est fixé d'abord sur une plaquette métallique et cet ensemble va être fixé sur le support. Ce support est lui-même boulonné aux rails.

fig 2 : plaquette de fixation du détecteur

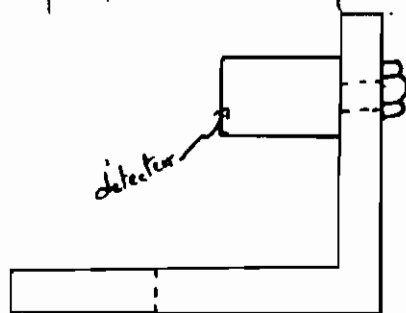


Plan



elevation

fig 3 : plaquette accolée avec détecteur



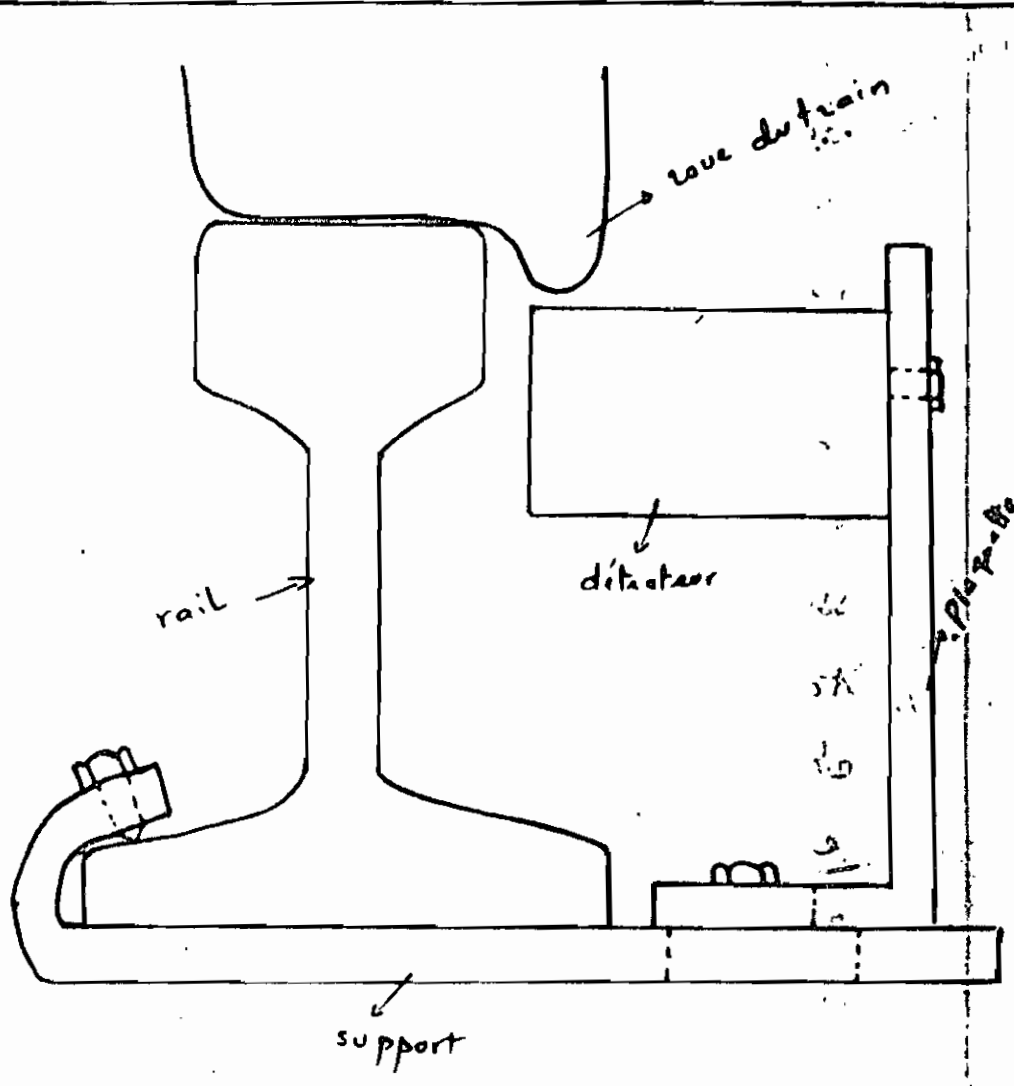


fig 4: schéma d'ensemble

CONCLUSION

Les résultats ont été satisfaisants pour les deux types de détection que nous avons proposés. Nous n'avons pas eu le temps d'évaluer le coût monétaire d'une automatisation complète d'un passage à niveau, mais nous savons que le système de détection impliquant le comptage électronique doit être plus cher à cause de l'importance numérique des éléments utilisés. Du reste, ce système peut être aussi utilisé comme compteur d'essieux pour voir s'il n'y a pas un wagon qui a été perdu.

Pour une installation en série, on suggère à l'exploitant d'acheter à la Télémécanique un détecteur inductif de type XSA C10731. Il coûte trente trois mille huit cents (C.F.A). Ses caractéristiques nous suffisent largement pour détecter les roues d'un train. Les données SVF

On pourrait aussi utiliser parallèlement les deux systèmes pour accroître la fiabilité. Une étude devrait aussi être faite sur le moyen de coupler le système avec le réseau de la Senelec dans les localités où pas

sent les fils électriques. Dans ce cas une batterie auxiliaire rechargeable et rechargeable par le réseau, devrait être toujours prête à alimenter le système en cas de coupure de courant dans le réseau.

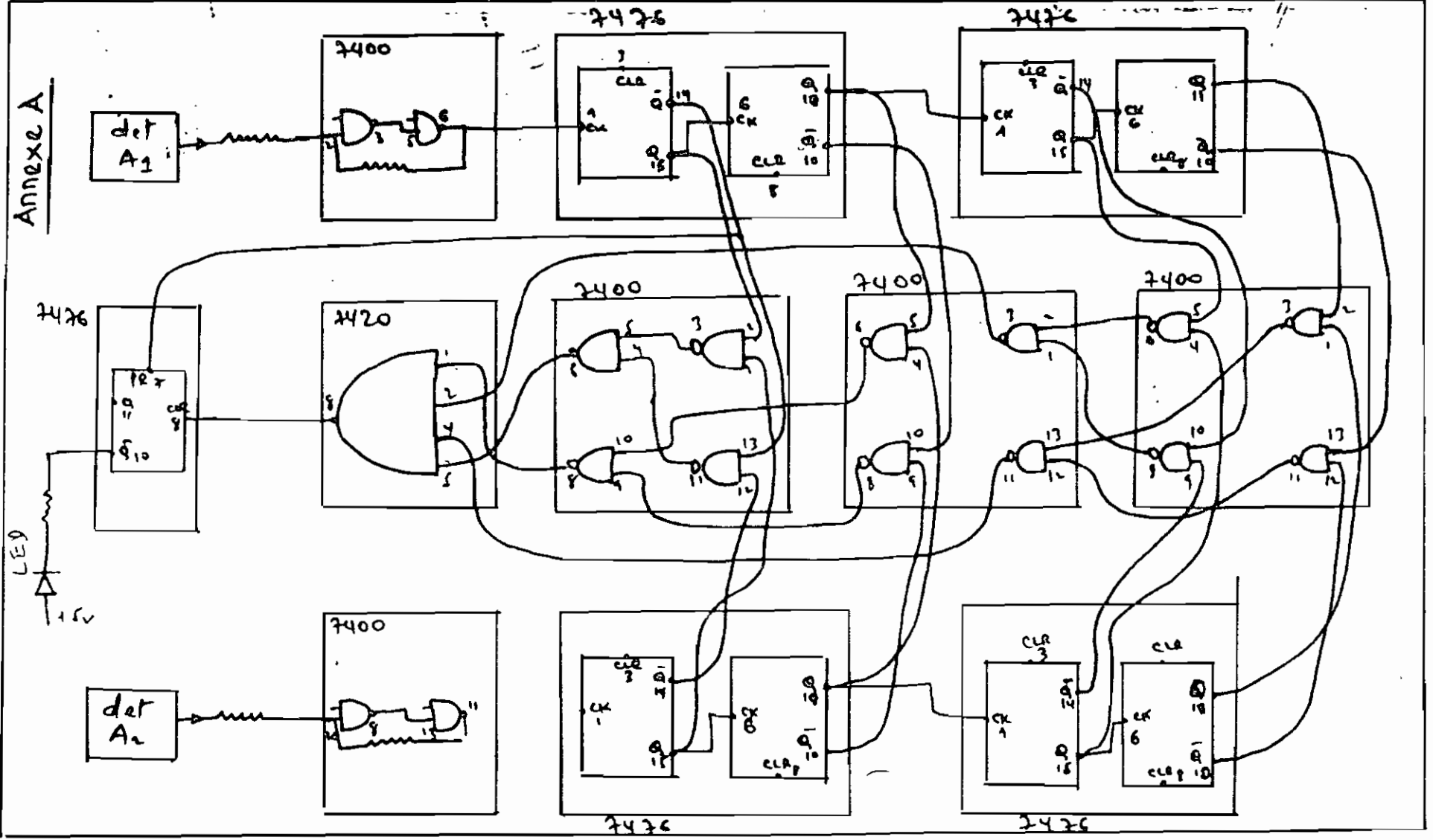
D'autre part, une prévision a été faite sur le comportement du système en cas de coupure d'un fil. On sait alors que cela entraînerait le déclenchement de feux et la baisse des barrières.

Nous estimons que ce projet doit être reconduit l'année prochaine pour régler les problèmes que causerait un court circuit par exemple, pour pousser la fiabilité au maximum, bref pour la dernière touche.

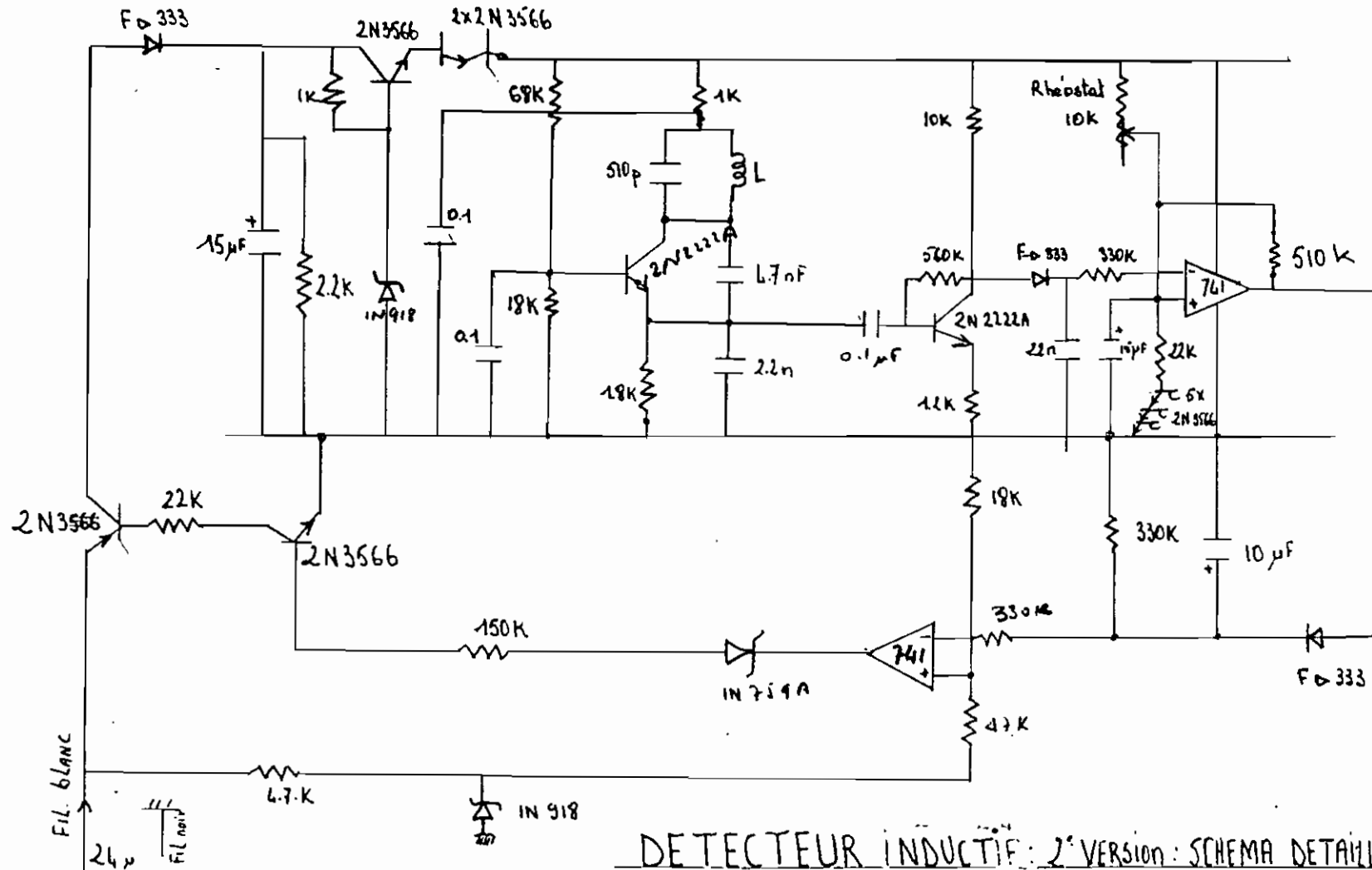
REFERENCES :

- Circuits logiques : R. Damay 4^e édition
édition Radio - 1976
- Circuits à semi-conducteurs dans
l'industrie; VATASESCO, SINNREICH, ...
Tome II : Amplificateur ET oscillateurs
- Amplificateur opérationnel: R. Damay
Edition Radio - 2^e édition
- Principes d'électronique: Malvino
2^e édition.
- Notes de cours de M^r WOLSKI
Professeur à l'E.P.T.
- Projet de fin d'études 78 de Alouane SY

Annexe A



Annexe B



DETECTEUR INDUCTIF: 2e VERSION: SCHEMA DETAILLE.