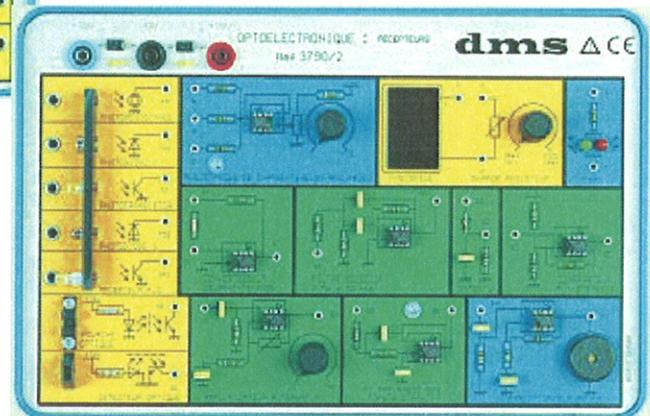
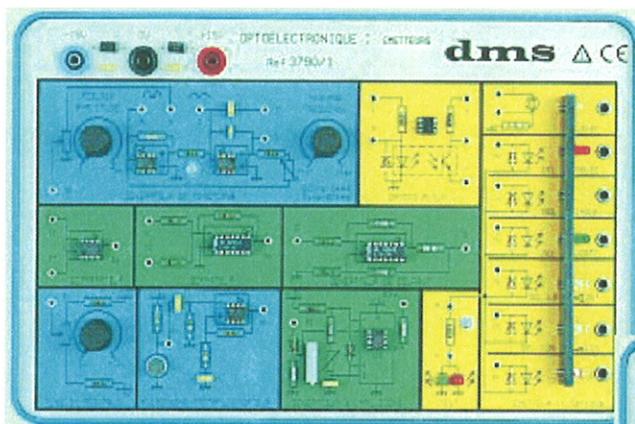


PED037900

ETUDE DES TRANSDUCTEURS OPTOELECTRONIQUES

Marc DEMONCHY et Robert LE GOFF
Professeurs
LSI Gustave Eiffel - CACHAN



TRAVAUX PRATIQUES



Z.A. de la Clé St Pierre - 5, rue du Groupe Manoukian
78990 Elancourt FRANCE
Tél. : (33) 01 30 66 08 88 - Fax : (33) 01 30 66 72 20
e-mail : ge@didalab.fr – Web : www.didalab.fr

Date de révision: 05/03/09

Réf. : PED037900

Sommaire

TRAVAUX PRATIQUES SUR L'OPTOELECTRONIQUE

A) ETUDE DE QUELQUES FONCTIONS DE LA MAQUETTE EMETTEUR.....	p.1
I. GENERATEUR DE FONCTIONS.....	p.1
II. GENERATEUR D'IMPULSIONS.....	p.2
III. ENSEMBLE MICROPHONE-PREAMPLIFICATEUR.....	p.3
IV. SOMMATEUR.....	p.4
V. GENERATEUR DE COURANT.....	p.5
 B) ETUDE DE QUELQUES FONCTIONS DE LA MAQUETTE RECEPTEUR.....	p.6
I. CONVERTISSEUR COURANT TENSION.....	p.6
II. AMPLIFICATEUR ALTERNATIF.....	p.7
III. FILTRE PASSE-BAS.....	p.8
IV. FILTRE SELECTIF.....	p.8
V. COMPAREUR A HYSTERESIS.....	p.9
VI. AMPLIFICATEUR ET HAUT PARLEUR.....	p.10
 C) ETUDE DE QUELQUES CARACTERISTIQUES D'EMETTEURS OPTOELECTRONIQUES.....	p.11
I. CARACTERISTIQUES D'UNE LAMPE.....	p.11
I.1 CARACTERISTIQUE STATIQUE.....	p.11
I.2 CARACTERISTIQUE DYNAMIQUE.....	p.12
II. CARACTERISTIQUES D'UNE DIODE ELECTROLUMINESCENTE (D.E.L.).....	p.14
II.1 CARACTERISTIQUE STATIQUE.....	p.14
II.2 CARACTERISTIQUE DYNAMIQUE.....	p.15
 D) ETUDE DE QUELQUES CARACTERISTIQUES DE RECEPTEURS OPTOELECTRONIQUES.....	p.17
I. CARACTERISTIQUE D'UNE PHOTORESISTANCE.....	p.17
I.1 MONTAGE.....	p.17
I.2 EXPERIMENTATION.....	p.17
II. CARACTERISTIQUE D'UNE PHOTODIODE.....	p.18
II.1 MONTAGE.....	p.18
II.2 EXPERIMENTATION.....	p.19
III. CARACTERISTIQUE D'UN PHOTOTRANSISTOR.....	p.20
III.1 MONTAGE.....	p.20
III.2 EXPERIMENTATION.....	p.20

E) TRANSMISSION D'UN SIGNAL PAR OPTOCOUPLEUR : ISOLATION GALVANIQUE.....	p.22
I. TRANSMISSION D'UN SIGNAL SINUSOIDAL.....	p.22
I.1. OPTOCOUPLEUR.....	p.22
I.2. POLARISATION DE L'OPTOCOUPLEUR.....	p.23
I.3. TRANSMISSION DES SIGNAUX SINUSOIDAUX.....	p.23
I.3.1 Amplification.....	p.24
I.3.1.1 Linéarité.....	p.24
I.3.1.2 Bande passante.....	p.24
I.3.1.3 Déphasage.....	p.24
I.3.2 Impédance d'entrée.....	p.24
I.3.3 Impédance de sortie.....	p.25
I.3.4 Modélisation.....	p.25
F) ETUDE EXPERIMENTALE DU MILIEU DE TRANSMISSION D'UNE FOURCHE OPTOELECTRONIQUE.....	p.26
I. DENSITE OPTIQUE D'UN MILIEU DE TRANSMISSION.....	p.26
I.1. MILIEU HOMOGENE.....	p.26
I.2. MILIEU HETEROGENE.....	p.27
II. COURBE D'ETALONNAGE.....	p.28
II.1. EXPERIENCE.....	p.28
II.2. EXPLOITATION.....	p.29
G) BARRIERES OPTIQUES.....	p.30
I. DETECTION DE LA PRESENCE DE LUMIERE.....	p.30
I.1 DETECTION PAR PHOTOTRANSISTOR.....	p.30
I.2 DETECTION PAR D'AUTRES RECEPTEURS.....	p.31
II. DETECTION D'UNE ONDE EMISE PAR UN EMETTEUR.....	p.31
II.1 ATTAQUE EN CONTINU.....	p.32
II.2 ATTAQUE EN IMPULSIONS.....	p.33
H) TRANSMISSIONS D'INFORMATIONS PAR MODULATION DE LARGEUR D'IMPULSIONS.....	p.37
I. MONTAGES.....	p.37
I.1 MONTAGE DE LA PARTIE EMETTRICE.....	p.37
I.2 MONTAGE DE LA PARTIE RECEPTRICE.....	p.39
II. EXPERIMENTATION.....	p.40

I) TRANSMISSION D'UN SON PAR FIBRE OPTIQUE	p.42
I. MONTAGES	p.42
I.1 MONTAGE DE LA PARTIE EMETTRICE	p.42
I.2 MONTAGE DE LA PARTIE RECEPTRICE	p.43
II. EXPERIMENTATION	p.45
ANNEXE 1 :	
Plan de la maquette "EMETTEUR"	p.46
ANNEXE 2 :	
Plan de la maquette "RECEPTEUR"	p.48
ANNEXE 3 :	
Câblage de la maquette : caractéristique statique d'une DEL	p.50
ANNEXE 4 :	
Câblage de la maquette : caractéristique dynmique d'une DEL	p.52
ANNEXE 5 :	
Câblage de la maquette : caractéristique statique d'une photodiode	p.54
ANNEXE 6 :	
Câblage de la maquette : détection de la présence de lumière	p.56
ANNEXE 7 :	
Câblage de la maquette : production d'impulsions de lumière	p.58
ANNEXE 8 :	
Câblage de la maquette : détection d'impulsions de lumière	p.60
ANNEXE 9 :	
Câblage de la maquette : production d'impulsions modulées de lumière	p.62
ANNEXE 10 :	
Câblage de la maquette : détection d'impulsions modulées de lumière	p.64

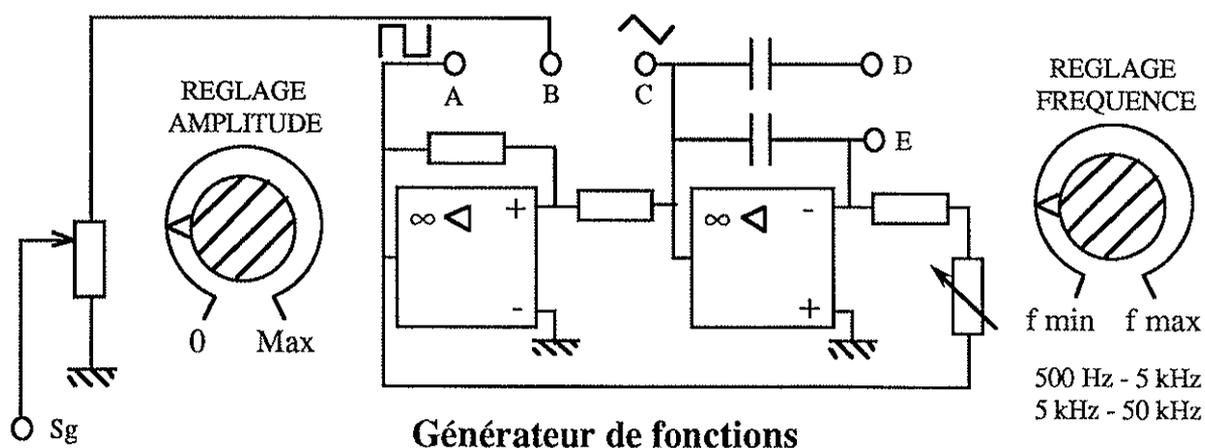
TRAVAUX PRATIQUES SUR L'OPTOELECTRONIQUES

A) ETUDE DE QUELQUES FONCTIONS DE LA MAQUETTE EMETTEUR

Cette étude nécessite l'utilisation de la maquette "OPTOELECTRONIQUE" de référence 4790/1.

I. GENERATEUR DE FONCTIONS

Le circuit du générateur de fonctions est représenté sur le schéma ci-après :



Alimenter la maquette en ± 15 V.

Relever, à l'oscilloscope, la forme des signaux disponibles aux sorties A et C.

Agir sur le potentiomètre "Réglage de fréquence" et mesurer les plages de fréquences des signaux lorsque les bornes D et E sont court-circuitées, puis lorsqu'elles ne le sont pas.

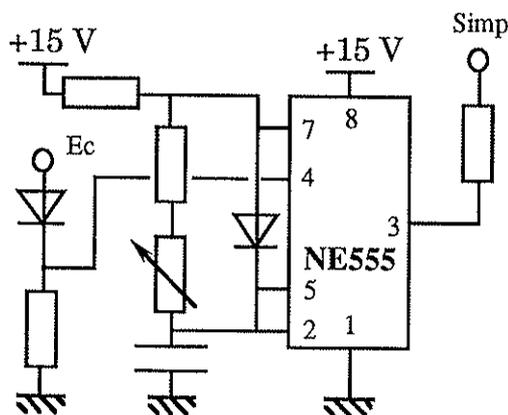
Relever, à l'oscilloscope, la forme des signaux disponibles à la sorties Sg lorsque l'on court-circuite :

- d'abord les bornes A et B,
- puis les bornes B et C.

Quelle est la plage de variation de l'amplitude de ces signaux lorsque l'on agit sur le potentiomètre "Réglage amplitude" ?

II. GENERATEUR D'IMPULSIONS

Le circuit du générateur de d'impulsions est représenté sur le schéma ci-après :



Générateur d'impulsions

Appliquer en E_c une tension de + 15 V.

Visualiser la tension disponible à la sortie S_{imp} du montage.

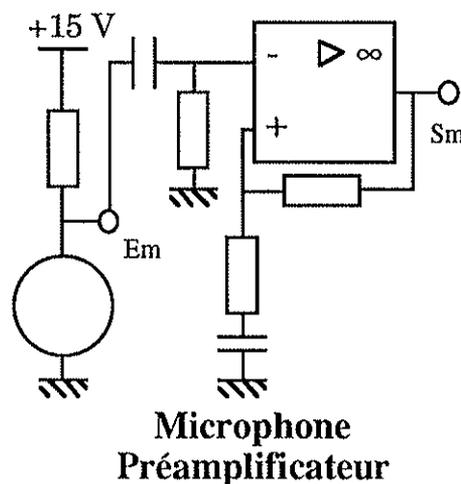
Mesurer l'amplitude et la fréquence des impulsions obtenues.

Diminuer la tension continue appliquée en E_c . A partir de quelle valeur de cette tension le montage ne fonctionne-t-il plus ?

Avec un tournevis, agir sur le potentiomètre : quelle est l'influence de la résistance de ce potentiomètre sur la forme du signal de sortie ?

III. ENSEMBLE MICROPHONE-PREAMPLIFICATEUR

Le circuit de l'ensemble microphone-préamplificateur est représenté sur le schéma ci-après :



La maquette est toujours alimentée en ± 15 V.

La sortie S_m du montage est reliée à l'une des voies d'un oscilloscope.

Agir sur le microphone en appliquant un son (un sifflement par exemple).

Vérifier la présence d'une tension à la sortie S_m de l'amplificateur.

Appliquer maintenant en E_m une tension sinusoïdale de fréquence $f = 1$ kHz et d'amplitude 1 V. Visualiser la tension en S_m . Mesurer l'amplification du montage.

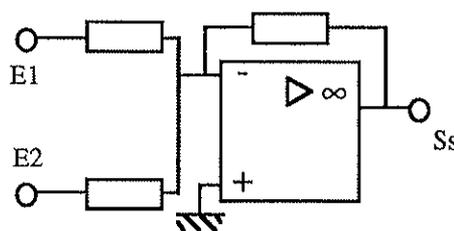
Pour quelle amplitude du signal d'entrée, le signal de sortie se sature-t-il ?

Ajouter une composante continue au signal d'entrée. Le signal de sortie est-il modifié ?

Pourquoi ce montage est-il qualifié d'amplificateur alternatif ?

IV. SOMMATEUR

Le sommateur est représenté sur le schéma ci-après :



Sommateur

Appliquer en E1 et en E2 deux tensions continues respectivement de 1 V et de 2 V.

Mesurer la tension disponible à la sortie Ss.

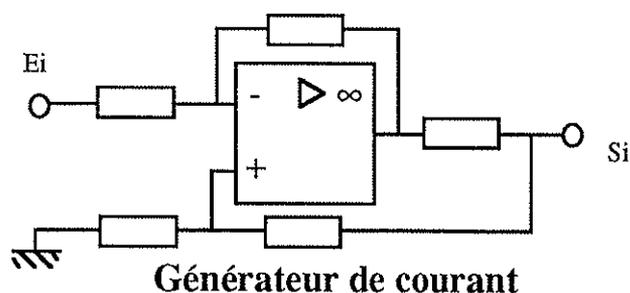
Vérifier que le montage est un sommateur inverseur.

Appliquer en E1 une tension sinusoïdale de fréquence 100 Hz, d'amplitude 1 V et en E2 une tension en créneaux de fréquence 500 Hz, d'amplitude 0,5 V.

Visualiser la tension disponible à la sortie Ss et vérifier que cette tension est égale à l'inverse de la somme des tensions appliquées en E1 et en E2.

V. GENERATEUR DE COURANT

Le générateur de courant est représenté sur le schéma ci-après :



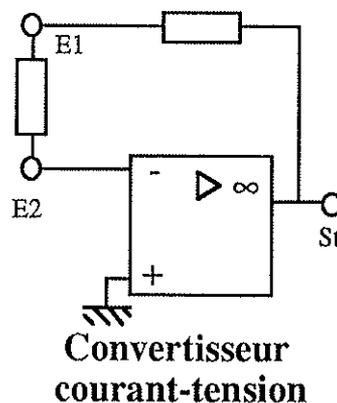
Appliquer une tension continue à l'entrée E_i du générateur. Visualiser la tension disponible à la borne S_i . Charger le générateur par une résistance et tracer le graphe représentant l'évolution de l'intensité du courant de sortie en fonction de la tension d'entrée.

B) ETUDE DE QUELQUES FONCTIONS DE LA MAQUETTE RECEPTEUR

Cette étude nécessite l'utilisation de la maquette "OPTOELECTRONIQUE" de référence 4790/2.

I. CONVERTISSEUR COURANT TENSION

Le circuit du convertisseur courant-tension est représenté sur le schéma ci-après :



Alimenter la maquette en ± 15 V.

Placer un voltmètre à la sortie St du montage.

Appliquer à l'entrée E1 un courant continu (en utilisant par exemple une alimentation stabilisée fonctionnant en générateur de courant).

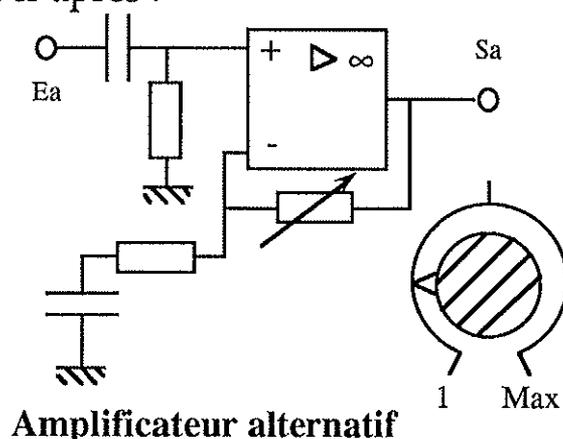
Relever la caractéristique tension de sortie en fonction de l'intensité du courant d'entrée.

Effectuer le même travail en utilisant l'entrée E2 à la place de l'entrée E1.

Justifier le nom de convertisseur courant-tension.

II. AMPLIFICATEUR ALTERNATIF

Le circuit du montage "amplificateur alternatif" est représenté sur le schéma ci-après :



La maquette étant toujours alimentée en ± 15 V, appliquer une tension continue à l'entrée Ea de l'amplificateur.

Mesurer la tension disponible à la sortie Sa du montage pour une position quelconque du potentiomètre. Est-ce conforme au résultat attendu ?

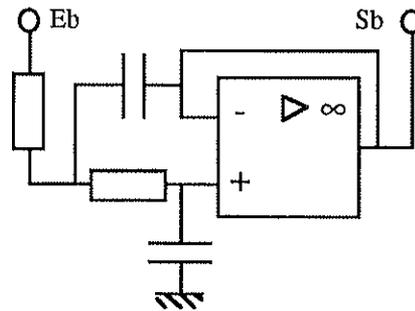
Appliquer maintenant une tension sinusoïdale de fréquence $f = 1$ kHz et d'amplitude 0,1 V. Visualiser les tensions en Ea et en Sa.

Déterminer l'amplification du montage lorsque le potentiomètre est en position 1 puis en position Max.

Pourquoi ce montage est-il qualifié d'amplificateur alternatif ?

III. FILTRE PASSE-BAS

Le filtre passe-bas est représenté sur le schéma ci-après :



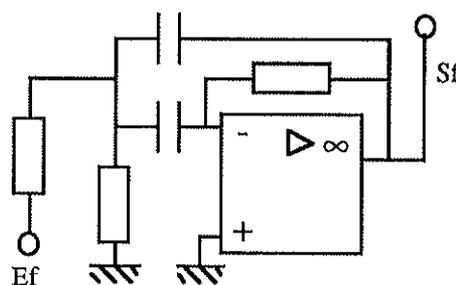
Filtre passe-bas ($f_c=3$ kHz)

A partir de relevés expérimentaux, tracer le diagramme de Bode de ce filtre.

Vérifier que c'est un filtre passe-bas de fréquence de coupure voisine de 3000 Hz.

IV. FILTRE SELECTIF

Le sommateur est représenté sur le schéma ci-après :



**Filtre sélectif
($f_0=30$ kHz)**

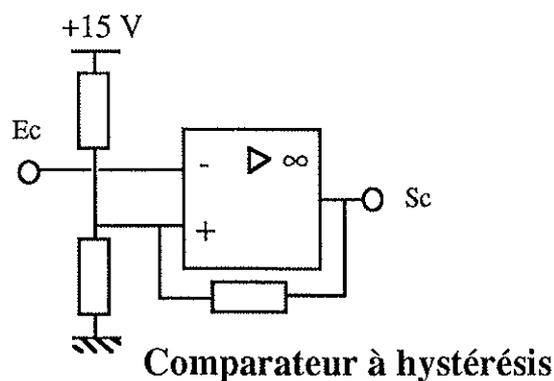
Appliquer à l'entrée E_f une tension sinusoïdale.

A partir de relevés expérimentaux, tracer le diagramme de Bode de ce filtre.

Déterminer les fréquences de coupure à -3 dB ; en déduire la bande passante du filtre et vérifier que la fréquence de résonance est voisine de 30 kHz.

V. COMPAREUR A HYSTERESIS

Le comparateur à hystérésis est représenté sur le schéma ci-après :



Appliquer une tension continue réglable à l'entrée E_c du montage. Visualiser la tension disponible à la borne S_c .

En faisant croître cette tension de - 10 V à + 10 V puis en la faisant décroître de + 10 V à - 10 V, déterminer les tensions de seuils provoquant le basculement de la tension en S_c .

Appliquer en E_c une tension triangulaire ou sinusoïdale d'amplitude 10 V et de fréquence 1 kHz.

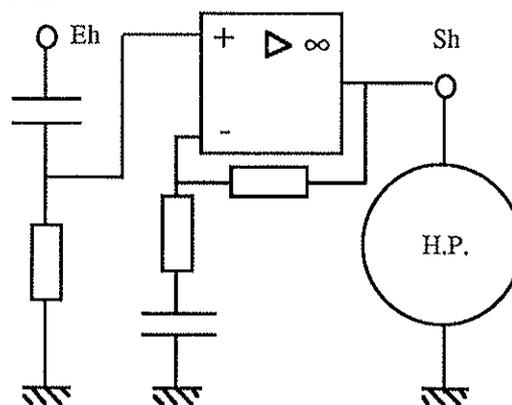
Relever en concordance des temps, les tensions disponibles aux bornes E_c et S_c .

En plaçant l'oscilloscope en fonctionnement XY, relever la caractéristique de transfert du comparateur.

Indiquer sur le graphe, le sens de parcourt du cycle. Pour vérifier que le sens indiqué est le bon, il faut diminuer la fréquence de la tension d'entrée (jusqu'à 1 Hz par exemple) pour que l'œil ait le temps de suivre le déplacement du spot qui décrit le cycle.

VI. AMPLIFICATEUR ET HAUT PARLEUR

L'ensemble "amplificateur et haut parleur" est représenté sur le schéma ci-après :



Amplificateur et haut parleur

Appliquer en E_h une tension sinusoïdale de fréquence $f = 1$ kHz.

A partir de quelle amplitude de la tension d'entrée, le signal de sortie se sature-t-il ?

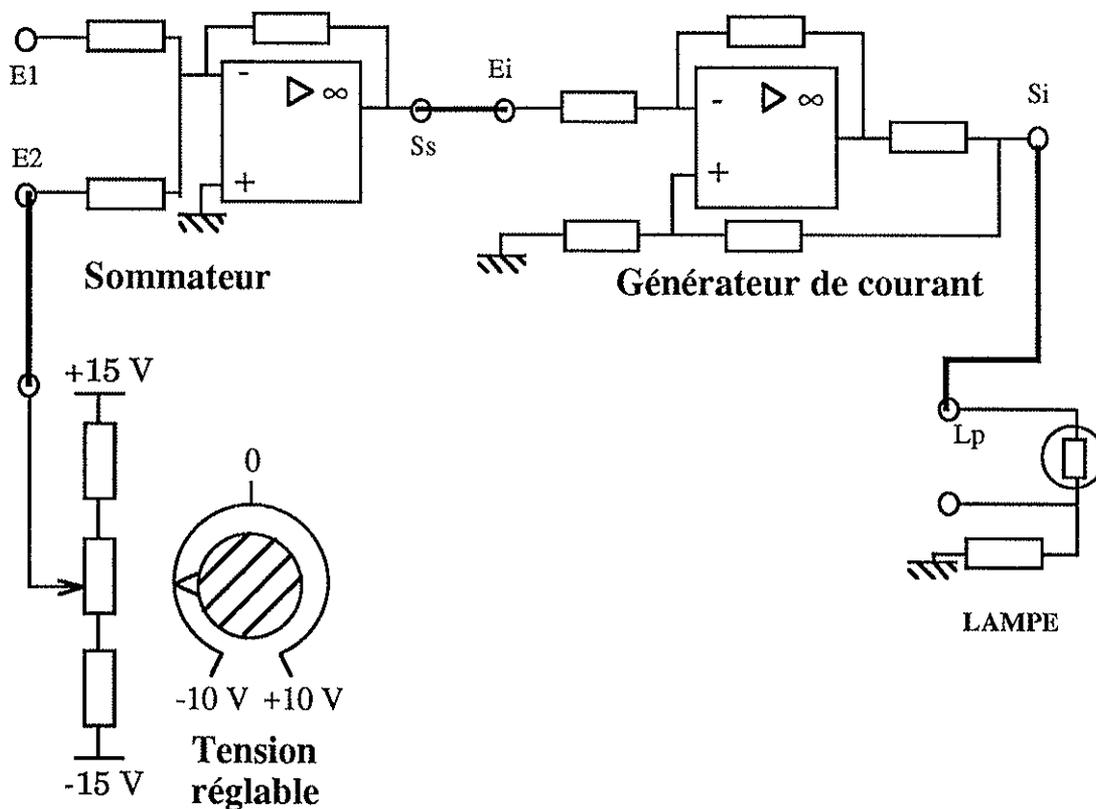
C) ETUDE DE QUELQUES CARACTERISTIQUES D'EMETTEURS OPTOELECTRONIQUES

Cette étude nécessite l'utilisation de la maquette "OPTOELECTRONIQUE" de référence 4790/1.

I. CARACTERISTIQUES D'UNE LAMPE

I.1 CARACTERISTIQUE STATIQUE

Le montage à réaliser est représenté sur le schéma ci-après :



Alimenter la maquette en ± 15 V.

Avec un ampèremètre (calibre 30 mA) et un voltmètre (calibre 10 V), relever la caractéristique statique $U(I)$ de la lampe.

La lampe est-elle un dipôle linéaire ?

La lampe est-elle un dipôle symétrique ?

On désire réaliser une expérimentation permettant le relevé automatique du tracé de la caractéristique statique de la lampe à l'oscilloscope.

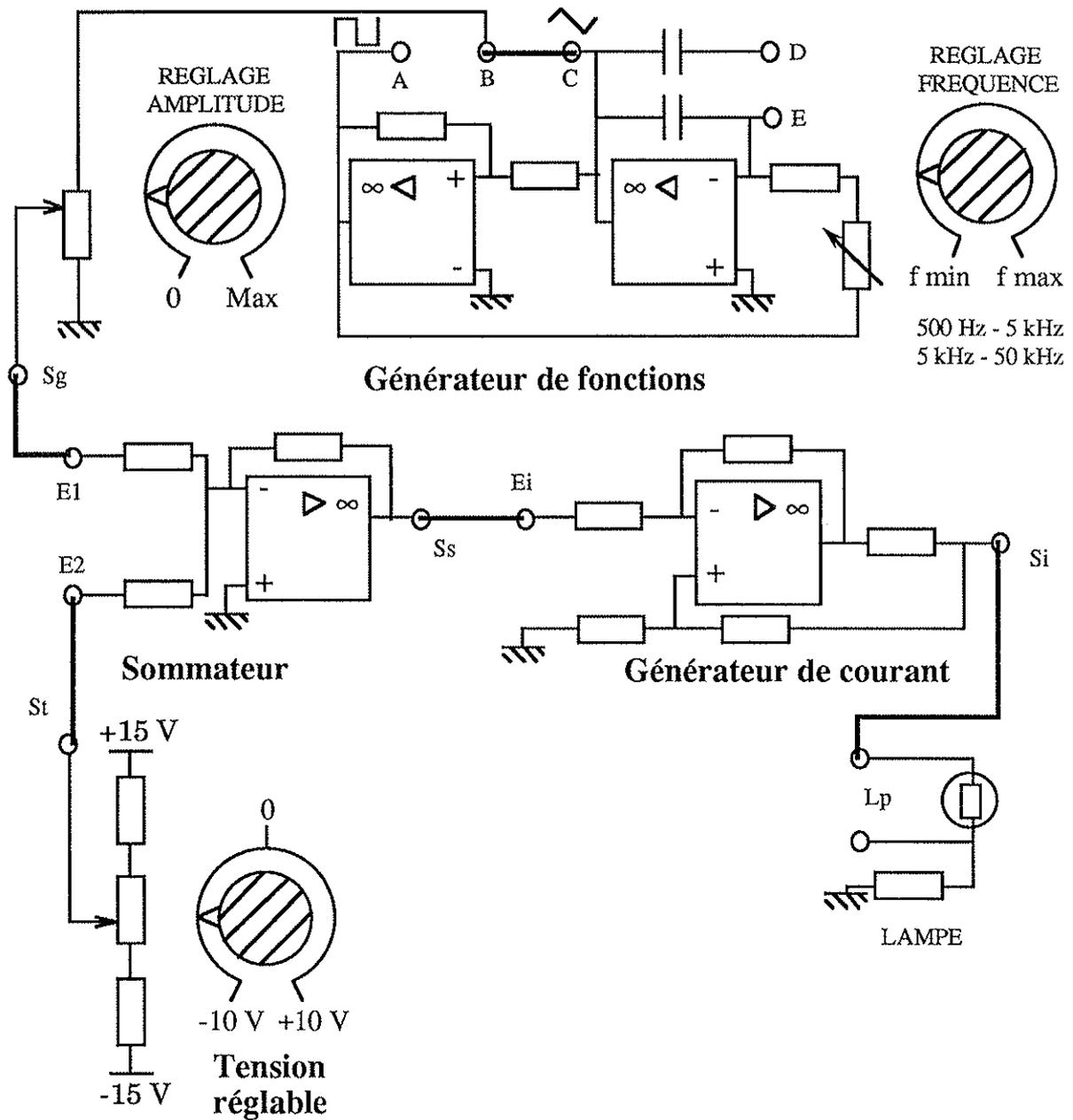
Quel montage proposeriez-vous ? Expliquer le mode opératoire ; effectuer l'expérimentation.

I.2 CARACTERISTIQUE DYNAMIQUE

Le schéma du montage à réaliser est représenté sur la figure ci-après.

La source de tension réglable permet de définir un état de repos de la lampe. Le générateur de fonctions associé au sommateur rajoute une composante alternative à la composante continue.

Il est donc possible de définir différents états de repos et de déterminer la résistance dynamique de la lampe autour de ces différents états.



Brancher les deux voies de l'oscilloscope permettant la visualisation de la caractéristique $u(i)$.

Pour différents états de fonctionnement, mesurer la résistance dynamique r_d de la lampe.

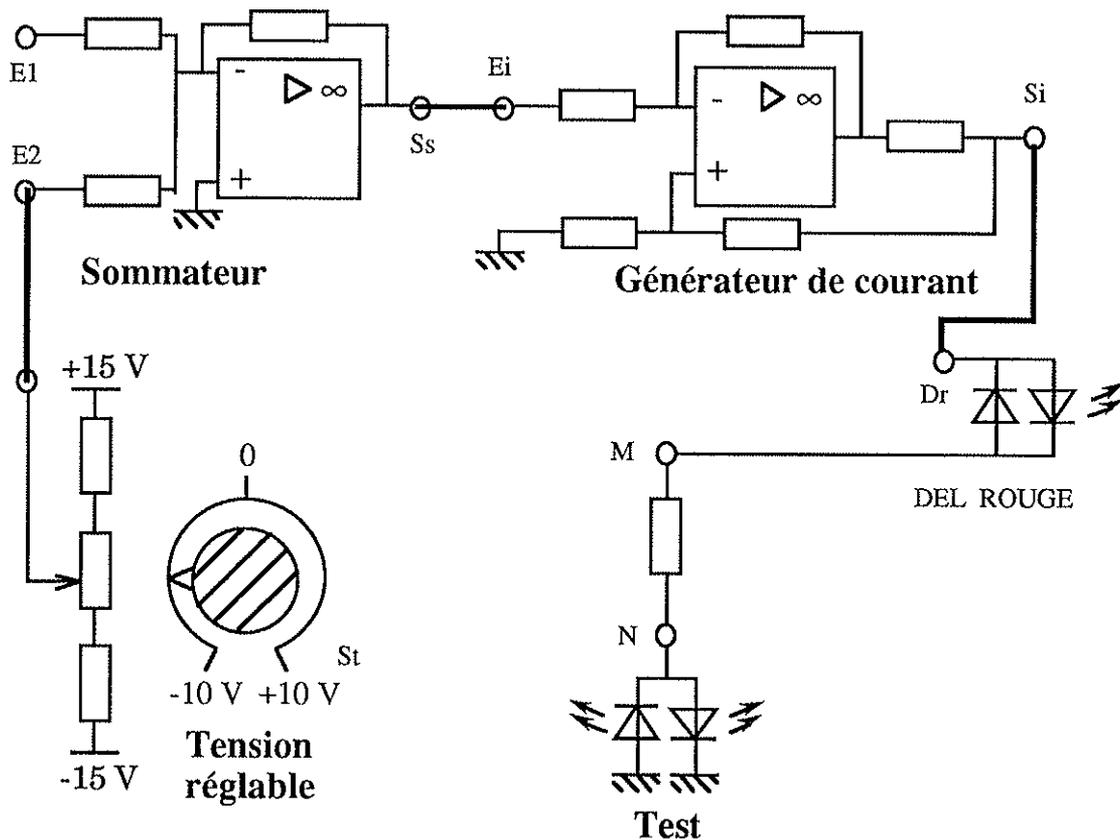
Tracer la caractéristique $r_d(U)$, U étant la valeur de la composante continue de la tension appliquée à la lampe.

Conclure.

II. CARACTERISTIQUES D'UNE DIODE ELECTROLUMINESCENTE (D.E.L.)

II.1 CARACTERISTIQUE STATIQUE

Le montage à réaliser est représenté sur le schéma ci-après :



Alimenter la maquette en ± 15 V.

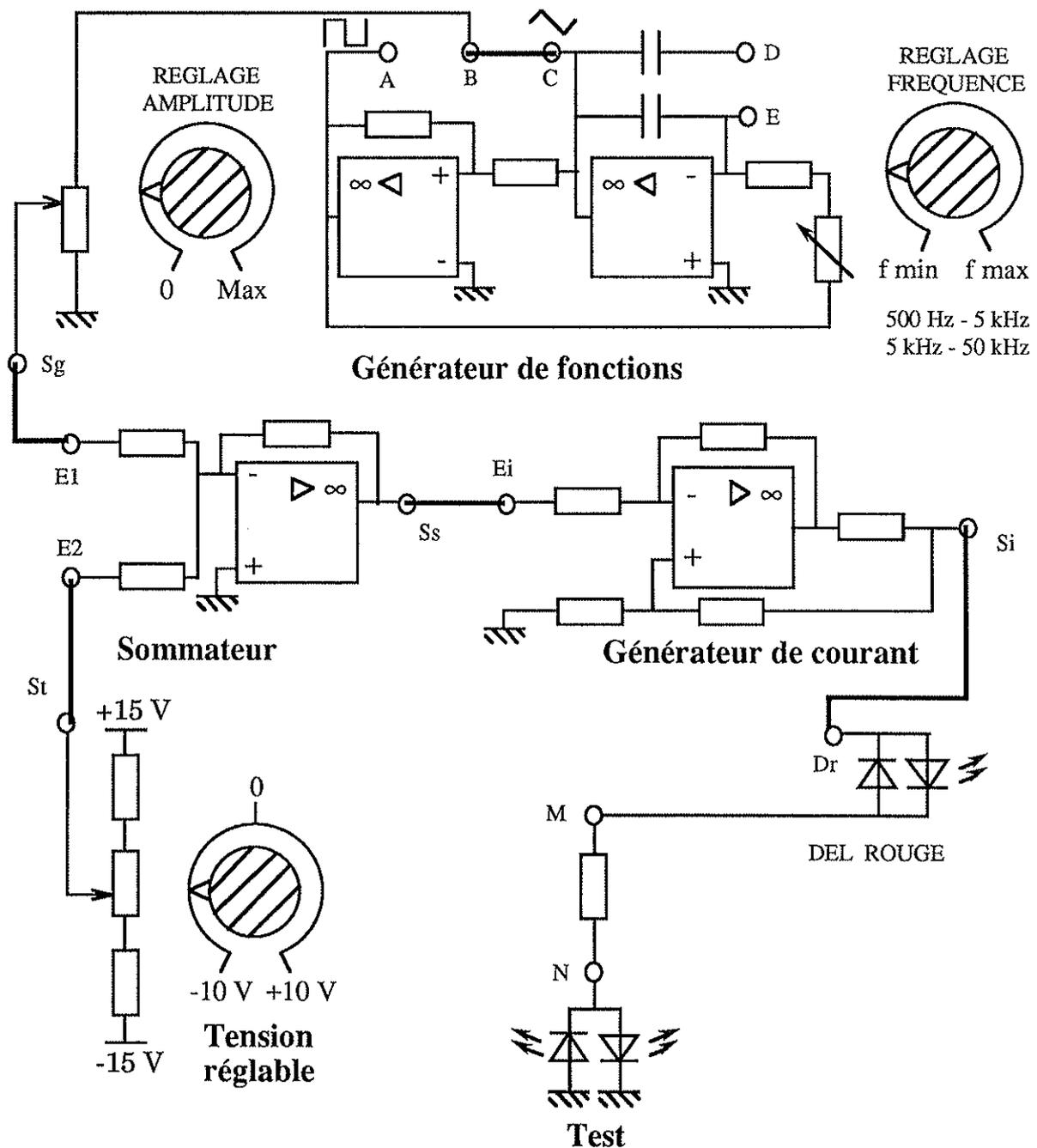
Avec un ampèremètre (calibre 30 mA) et un voltmètre (calibre 3 V), relever la caractéristique statique $U(I)$ de chacune des diodes électroluminescentes (le schéma proposé concerne la D.E.L. rouge).

Quel est le rôle de la diode branchée en parallèle inverse avec chacune des D.E.L. ?

Vérifier que les deux diodes "test" permettent une visualisation rapide de la conduction ou de la non conduction des D.E.L. étudiées.

II.2 CARACTERISTIQUE DYNAMIQUE

Le schéma du montage à réaliser est représenté sur la figure ci-après :



La source de tension réglable permet de définir un état de repos de la lampe. Le générateur de fonctions associé au sommateur rajoute une composante alternative à la composante continue.

Il est donc possible de définir différents états de repos et de déterminer la résistance dynamique de la diode autour de ces différents états.

Brancher les deux voies de l'oscilloscope permettant la visualisation de la caractéristique $u(i)$.

La présence de la diode de protection contre les tensions négatives fait que l'on ne peut relever que la caractéristique directe de la D.E.L..

Pour différents états de fonctionnement, mesurer la résistance dynamique r_d de la D.E.L..

Tracer la caractéristique $r_d(I)$, I étant la valeur de la composante continue de l'intensité du courant traversant la D.E.L..

Conclure.

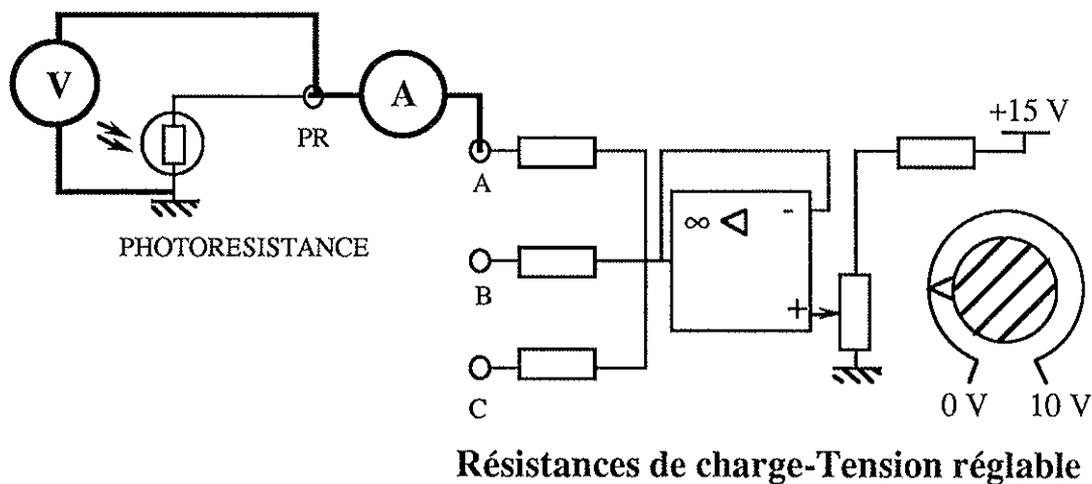
D) ETUDE DE QUELQUES CARACTERISTIQUES DE RECEPTEURS OPTOELECTRONIQUES

Cette étude nécessite l'utilisation de la maquette "OPTOELECTRONIQUE" de référence 4790/2.

I. CARACTERISTIQUE D'UNE PHOTORESISTANCE

I.1 MONTAGE

Le montage à réaliser est représenté sur le schéma ci-après :



I.2 EXPERIMENTATION

Alimenter la maquette en ± 15 V.

Eclairer la photorésistance par une lampe de 25 W par exemple.

Avec un ampèremètre (calibre 1 mA) et un voltmètre (calibre 5 V), relever la caractéristique $U(I)$ de la photorésistance en faisant varier la tension alimentant les résistances de charge et la photorésistance.

Pour d'autres éclairagements par des lampes de puissances différentes, tracer un réseau de caractéristiques $U(I)$ à éclairage constant (pour une mesure de l'éclairage, il faut disposer d'un luxmètre).

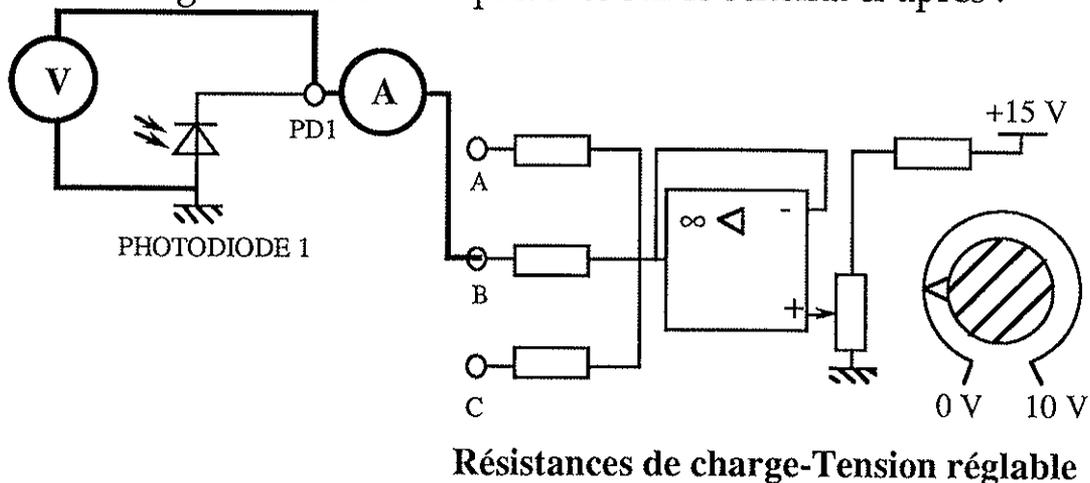
Remarque :

Dans le cas de la photorésistance utilisée, le seuil de conduction est dans l'infrarouge : la photorésistance est donc sensible aux radiations du spectre du visible.

II. CARACTERISTIQUE D'UNE PHOTODIODE

II.1 MONTAGE

Le montage à réaliser est représenté sur le schéma ci-après :



II.2 EXPERIMENTATION

Alimenter la maquette en ± 15 V.

La jonction de la photodiode est-elle polarisée en direct ou en inverse ?

Eclairer la photodiode par une lampe de 25 W par exemple.

Avec un microampèremètre et un voltmètre, relever la caractéristique $U(I)$ de la photodiode en faisant varier la tension alimentant les résistances de charge et la photodiode.

Pour d'autres éclairagements par des lampes de puissances différentes, tracer un réseau de caractéristiques $U(I)$ à éclairement constant (pour une mesure de l'éclairément, il faut disposer d'un luxmètre).

Remarque :

Dans le cas de la photodiode PD1, le maximum de sensibilité est obtenu par une lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 560$ nm.

Dans le cas de la photodiode PD2, le maximum de sensibilité est obtenu par une lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 900$ nm.

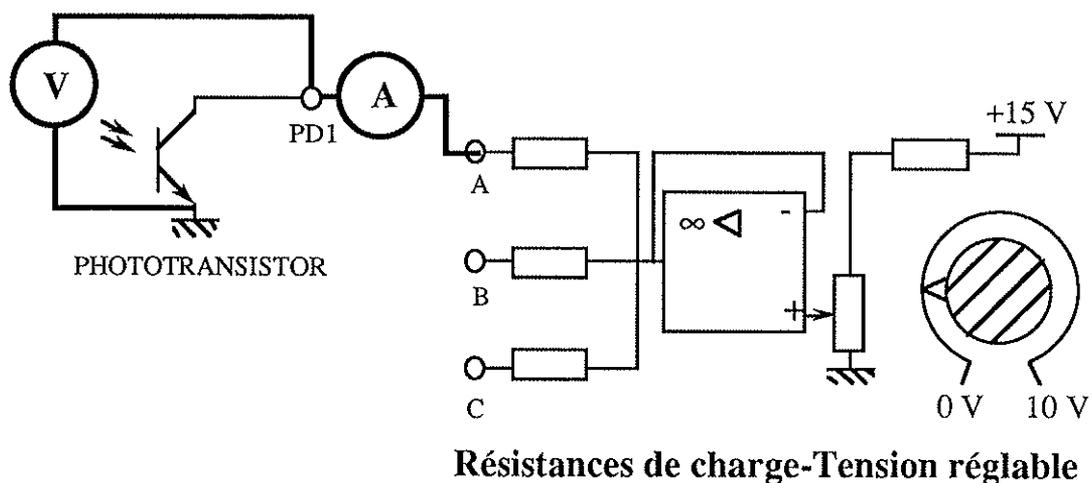
En disposant de lampes émettant des lumières monochromatiques, il est possible de vérifier l'influence de la longueur d'onde sur la conduction d'une photodiode.

III. CARACTERISTIQUE D'UN PHOTOTRANSISTOR

La maquette présente deux phototransistors dont l'un sert de récepteur de fibre optique.

III.1 MONTAGE

Le montage à réaliser est représenté sur le schéma ci-après :



III.2 EXPERIMENTATION

Alimenter la maquette en ± 15 V.

Eclairer le phototransistor par une lampe de 25 W par exemple.

Avec un ampèremètre et un voltmètre, relever la caractéristique $I(U)$ du phototransistor en faisant varier la tension alimentant les résistances de charge et le phototransistor.

Pour d'autres éclairagements par des lampes de puissances différentes, tracer un réseau de caractéristiques $U(I)$ à éclairement constant (pour une mesure de l'éclaircement, il faut disposer d'un luxmètre).

Remarque :

Dans le cas du phototransistor PT, le maximum de sensibilité est obtenu par une lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 850$ nm.

Dans le cas du phototransistor RFO du récepteur fibre optique, le maximum de sensibilité est obtenu par une lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 800$ nm.

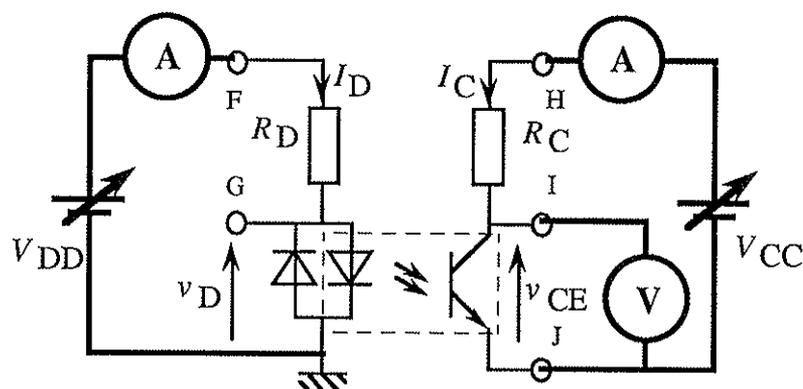
En disposant de lampes émettant des lumières monochromatiques, il est possible de vérifier l'influence de la longueur d'onde sur la conduction du phototransistor.

E) TRANSMISSION D'UN SIGNAL PAR OPTOCOUPLEUR : ISOLATION GALVANIQUE

Cette étude nécessite l'utilisation de la maquette "OPTOELECTRONIQUE" de référence 4790/1.

I. TRANSMISSION D'UN SIGNAL SINUSOIDAL

I.1. OPTOCOUPLEUR : Transfert en courant (régime continu)



Optocoupleur

Valeurs limites à ne jamais dépasser :

$v_{CE} = 20 \text{ V}$, $I_D = 40 \text{ mA}$, $I_C = 30 \text{ mA}$, $v_{CE} \cdot I_C = 150 \text{ mW}$ et
 $v_D \cdot I_D = 100 \text{ mW}$.

I.1.1 Relever la courbe $I_C(I_D)$ pour $V_{CE} = 10\text{ V}$.

I.1.2 En déduire une valeur approchée du paramètre $\beta = I_C/I_D$.

I.2. POLARISATION DE L'OPTOCOUPLEUR

* Montage :

Reprenons le montage précédent.

* Valeurs : $V_{CC} = 20\text{ V}$ et V_{DD} réglable de 0 à 20 V.

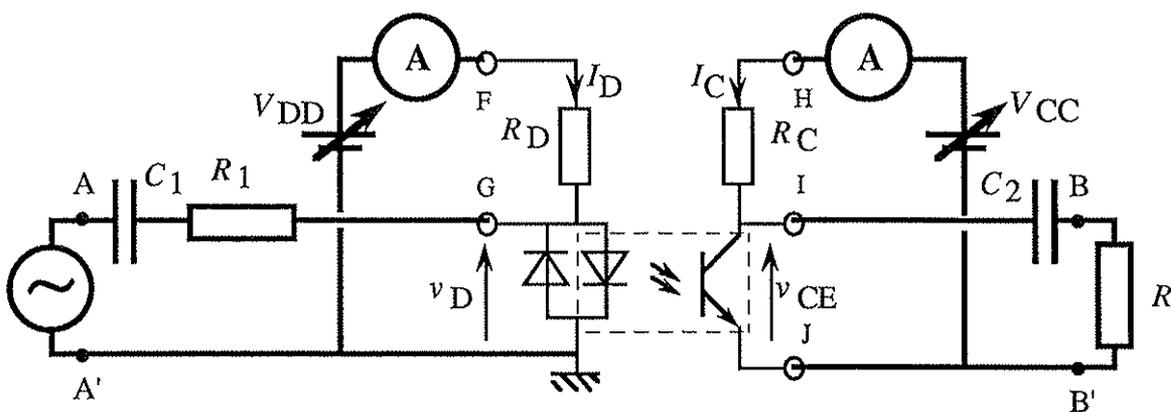
I.2.1 Réaliser un point de repos à $V_{CE} = 10\text{ V}$ en précisant les valeurs de I_C , I_D , V_D obtenues expérimentalement.

I.2.2 Justifier les valeurs de I_C et I_D obtenues.

I.3. TRANSMISSION DES SIGNAUX SINUSOIDAUX

* Montage :

Compléter le montage précédent en réalisant le montage ci-après :



Optocoupleur

* L'ensemble étudié est le quadripôle d'entrée AA', de sortie BB', constitué du montage précédent et des trois composants supplémentaires : $R_1 = 470 \Omega$, $C_1 = C_2 = 100 \mu\text{F}$.

Sa charge est simulée par une résistance R . Le signal sinusoïdal $v_e(t)$ est fourni par un générateur de commande :

$$v_e(t) = V_e \sqrt{2} \sin 2\pi f t \quad \text{et} \quad v_s(t) = V_s \sqrt{2} \sin (2\pi f t + \varphi).$$

I.3.1 Amplification : sur charge résistive $R = 47 \text{ k}\Omega$.

I.3.1.1 Linéarité :

Relever, pour $f = 1 \text{ kHz}$, la courbe $V_s(V_e)$.

En déduire les limites du domaine linéaire et la valeur de l'amplification $A = V_s/V_e$.

I.3.1.2 Bande passante :

Relever, pour V_e de l'ordre de 1 V, la courbe $20 \lg (V_s/V_e)$ en fonction de la fréquence f .

I.3.1.3 Déphasage :

Relever, pour V_s de l'ordre de 1V, la courbe $\varphi(v_s/v_e)$ en fonction de la fréquence f .

Pour ces deux dernières courbes, f varie de 30 Hz à 300 kHz.

I.3.2 Impédance d'entrée : charge résistive $R = 47 \text{ k}\Omega$,
 $f = 1 \text{ kHz}$.

En précisant la méthode utilisée (schéma) :

- * vérifier que l'impédance d'entrée est résistive à la fréquence d'étude ;
- * mesurer sa valeur ;
- * en modifiant la valeur de R (prendre $R = 0$ et $R \rightarrow \infty$), déterminer l'influence de la charge sur l'impédance d'entrée.

I.3.3 Impédance de sortie : pour $R_g = 1 \text{ k}\Omega$ et $f = 1 \text{ kHz}$.

Préciser la méthode utilisée (schéma) ;

- * vérifier que l'impédance de sortie est résistive à la fréquence d'étude ;
- * mesurer sa valeur ;
- * en modifiant la valeur de R_g (prendre $R_g = 0$ et $R_g \rightarrow \infty$), déterminer l'influence de la résistance du générateur de commande sur l'impédance de sortie.

I.3.4 Dédurre des mesures précédentes un modèle simplifié du quadripôle de transmission.

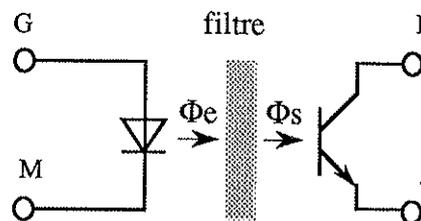
F) ETUDE EXPERIMENTALE DU MILIEU DE TRANSMISSION D'UNE FOURCHE OPTOELECTRONIQUE

Cette étude nécessite l'utilisation de la maquette "OPTOELECTRONIQUE" de référence 4790/2.

L'étude expérimentale du milieu de transmission a été menée en utilisant des filtres "WRATTEN" de chez Kodak vendus sous le nom de Gélatine ND 0 30 de référence 509 4594.

I. DENSITE OPTIQUE D'UN MILIEU DE TRANSMISSION

I.1. MILIEU HOMOGENE



Optocoupleur

Un filtre est interposé entre l'émetteur et le récepteur. Il est traversé par le faisceau infrarouge émis par l'émetteur.

L'atténuation du filtre est caractérisée par sa densité optique d .

Dans le cas du filtre utilisé sa densité optique est :

$$d = 0,3.$$

Cette densité optique d est liée aux flux Φ_e , flux entrant, et Φ_s , flux sortant, par la relation :

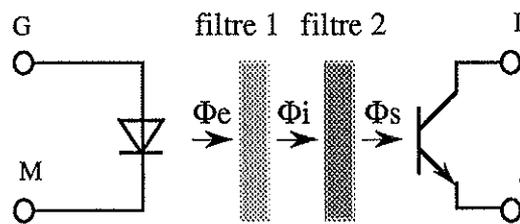
$$d = \lg \frac{\Phi_e}{\Phi_s}$$

En l'absence de filtre, la densité optique est nulle.

I.2. MILIEU HETEROGENE

Lorsque la densité optique n'est pas constante lors du trajet du faisceau infrarouge, le milieu est qualifié d'hétérogène.

Prenons l'exemple d'un milieu constitué par l'association de deux filtres de densités optiques d_1 et d_2 différentes :



Optocoupleur

On a :

$$d_1 = \lg \frac{\Phi_e}{\Phi_i}$$

et :

$$d_2 = \lg \frac{\Phi_i}{\Phi_s}$$

Effectuons la somme :

$$d_1 + d_2$$

Nous obtenons :

$$d_1 + d_2 = \lg \frac{\Phi_e}{\Phi_i} + \lg \frac{\Phi_i}{\Phi_s}$$

Comme $\lg a + \lg b = \lg a.b$, l'expression précédente s'écrit :

$$d_1 + d_2 = \lg \frac{\Phi_e \times \Phi_i}{\Phi_i \times \Phi_s} = \lg \frac{\Phi_e}{\Phi_s}$$

Soit :

$$d_1 + d_2 = d$$

Dans le cas de deux filtres identiques de densité d_I , on a :

$$d = 2d_I$$

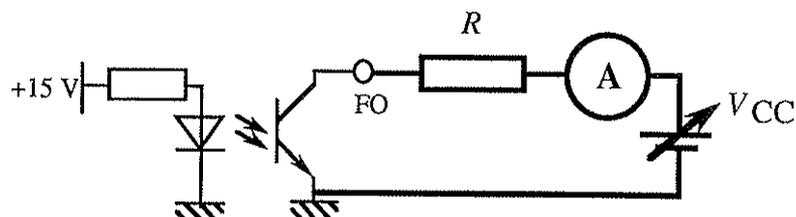
Soit en généralisant à n filtres :

$$d = nd_I$$

II. COURBE D'ETALONNAGE

La courbe d'étalonnage est la caractéristique indiquant les variations de l'intensité i du courant traversant le phototransistor en fonction de la densité optique d .

II.1. EXPERIENCE



La résistance R a pour valeur 470Ω .

Ajuster l'alimentation V_{CC} pour que la tension aux bornes du phototransistor soit de l'ordre de 10 V .

Pour différentes valeurs de la densité optique d , relever l'intensité i du courant traversant le phototransistor.

Exemple : Par juxtaposition de filtres, on pourra réaliser les densités suivantes : 0 ; 0,3 ; 0,6 ; 0,9 ; 1,2 ; 1,5 ; 1,8 et 2,1.

Une attention particulière est à apporter pour la manipulation des filtres dont les propriétés optiques peuvent être modifiées lors du contact des doigts sur leur surface (en repliant une petite bande de carton, on réalise une pince tout à fait convenable pour la manipulation des filtres).

Tracer sur un papier semi-logarithmique la courbe d'étalonnage $i(d)$.

L'intensité i sera portée sur l'échelle logarithmique et la densité d sera portée sur l'échelle linéaire.

II.2. EXPLOITATION

Soient e_x et e_y les modules des échelles respectives de l'abscisse et de l'ordonnée du graphe $i(d)$.

On a en abscisse $X = e_x d$ et $Y = e_y \lg i$.

En déduire que i peut s'écrire sous la forme : $i = a 10^{-bd}$.

Donner les valeurs de a et de b .

Montrer que l'expression précédente peut s'écrire sous la forme approchée :

$$i = i_0 10^{-d}.$$

En déduire une relation liant i et Φ_s .

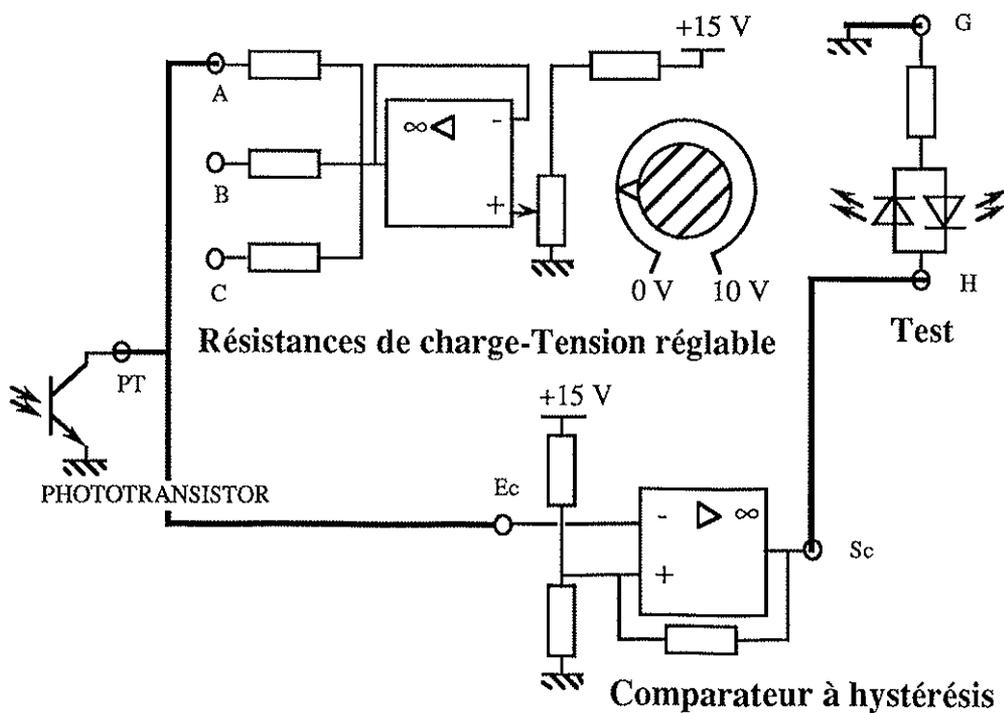
G) BARRIERES OPTIQUES

Cette étude nécessite l'utilisation des deux maquettes "OPTOELECTRONIQUE" de référence 4790/1 et 4790/2.

I. DETECTION DE LA PRESENCE DE LUMIERE

I.1 DETECTION PAR PHOTOTRANSISTOR

Relier entre elles les bornes A et PT, PT et Ec, Sc et H. La borne G étant reliée à la masse mettre la maquette "Récepteur" sous tension.



* Entourer le phototransistor de la main.

Quels sont les états des diodes électroluminescentes du bloc "Test" ?

* Eclairer le phototransistor par une lampe de 25 W.

Quels sont les états des diodes électroluminescentes du bloc "Test" ?

Eloigner la lampe : que constate-t-on lorsque lorsqu'elle est suffisamment éloignée ?

I.2 DETECTION PAR d'autres récepteurs

Recommencer la même expérimentation avec :

- le photorésistor,
- la photodiode 1,
- la photodiode 2,
- le receveur fourche optique,

en reliant A successivement à PR, PD1, PD2 et RFO.

Résumer dans un tableau les résultats obtenus.

II. DETECTION D'UNE ONDE EMISE PAR UN EMETTEUR

Le détecteur utilisé dans notre expérimentation est un phototransistor.

II.1 ATTAQUE EN CONTINU

Le récepteur est câblé comme dans le I.1.

Relier St à E2, Ss à Ei et Si à l'entrée de l'émetteur choisi.

Les deux maquettes sont placées l'une en face de l'autre, très près l'une de l'autre et telle que l'émetteur choisi se trouve juste en face du récepteur servant de référence qui, pour cette expérimentation, est un phototransistor.

Compléter le tableau suivant en barrant les cases correspondants aux diodes "TEST" qui ne sont pas allumées.

DEL	ROUGE	JAUNE	VERTE	IR 25°	IR 12°	FIB.OPT.
DEL TEST	ROUGE	ROUGE	ROUGE	ROUGE	ROUGE	ROUGE
DEL TEST	VERTE	VERTE	VERTE	VERTE	VERTE	VERTE

Intercaler un obstacle entre l'émetteur et le récepteur.

Quelle est la diode "TEST" qui reste allumée ?

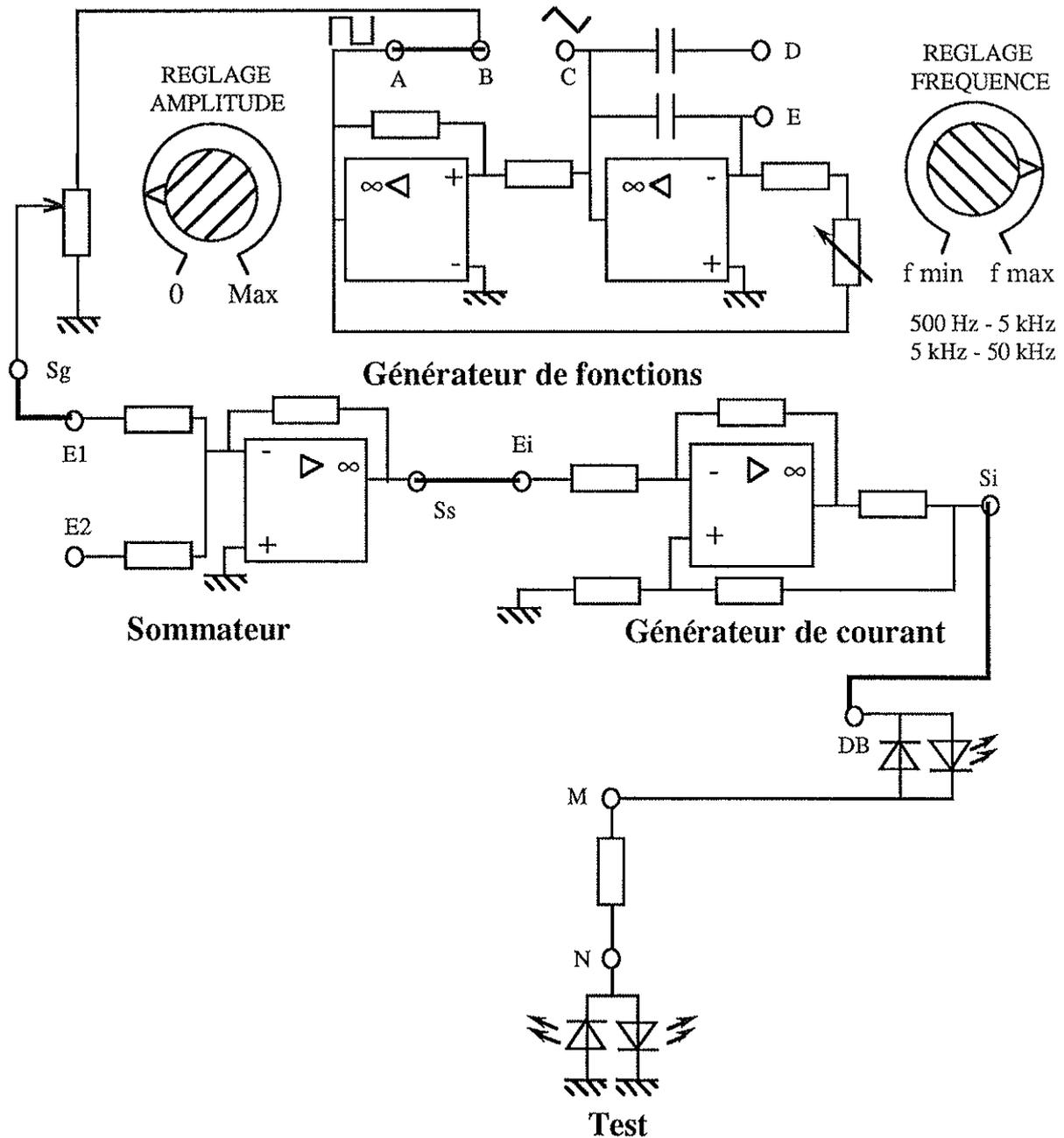
En déduire les DEL qui émettent des radiations susceptibles d'être détectées par le phototransistor ?

Eloigner le récepteur de l'émetteur. Quel est l'élément qui émet des radiations de plus longue portée ?

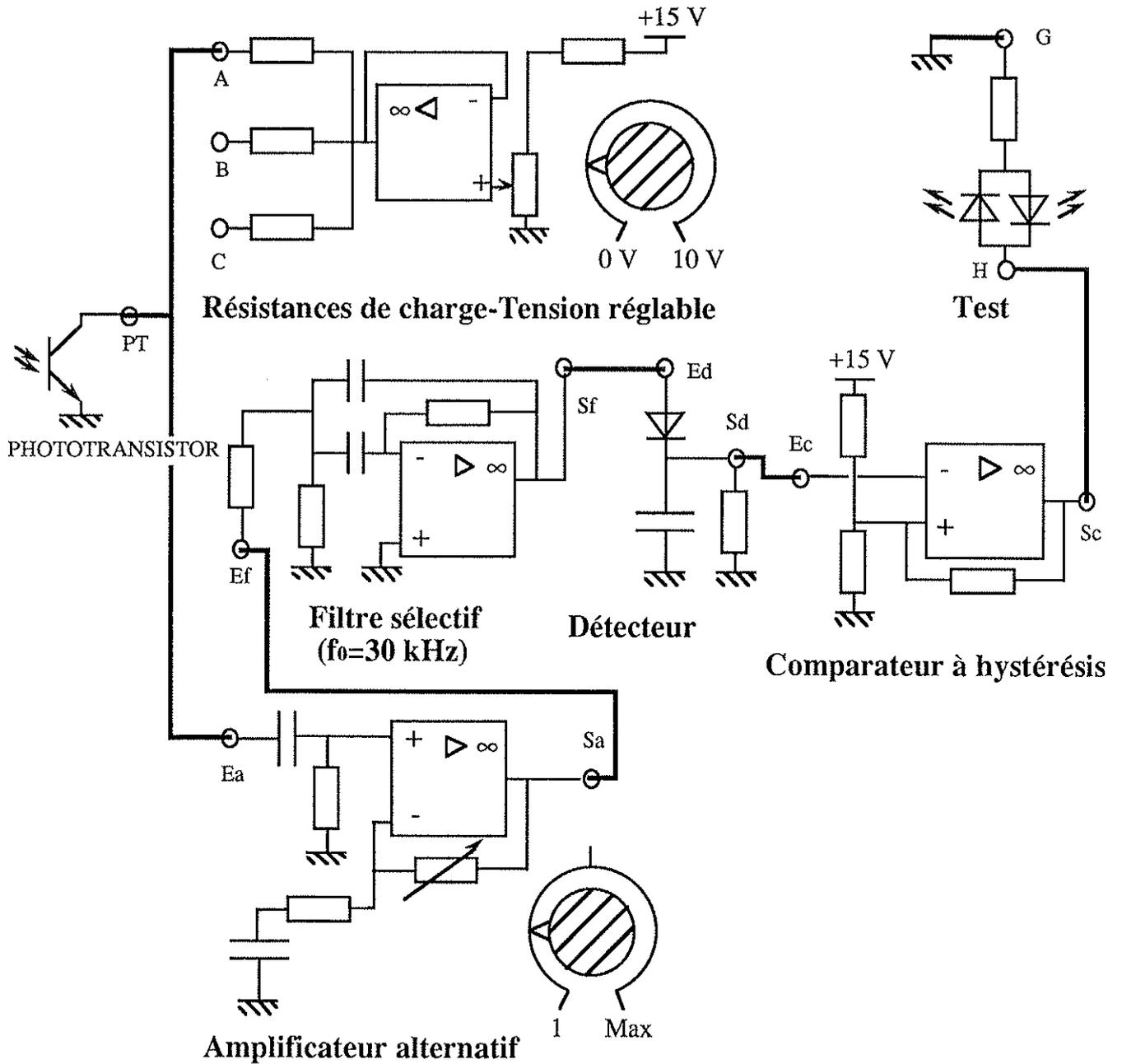
Vérifier que la portée reste cependant modeste.

II.2 ATTAQUE EN IMPULSIONS

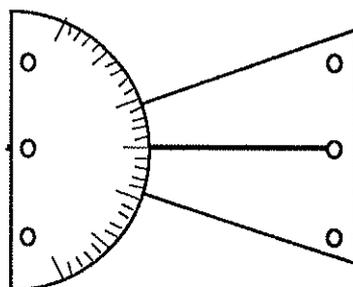
Réaliser le montage suivant avec la maquette "EMETTEUR" :



Puis réaliser le montage suivant avec la maquette "RECEPTEUR" :



Le dispositif avec rapporteur est placé entre les deux maquettes :



Régler la fréquence du générateur de fonctions à 30 kHz.

- Faire d'abord une étude avec les diodes DEL IR 25° et DEL IR 12°.

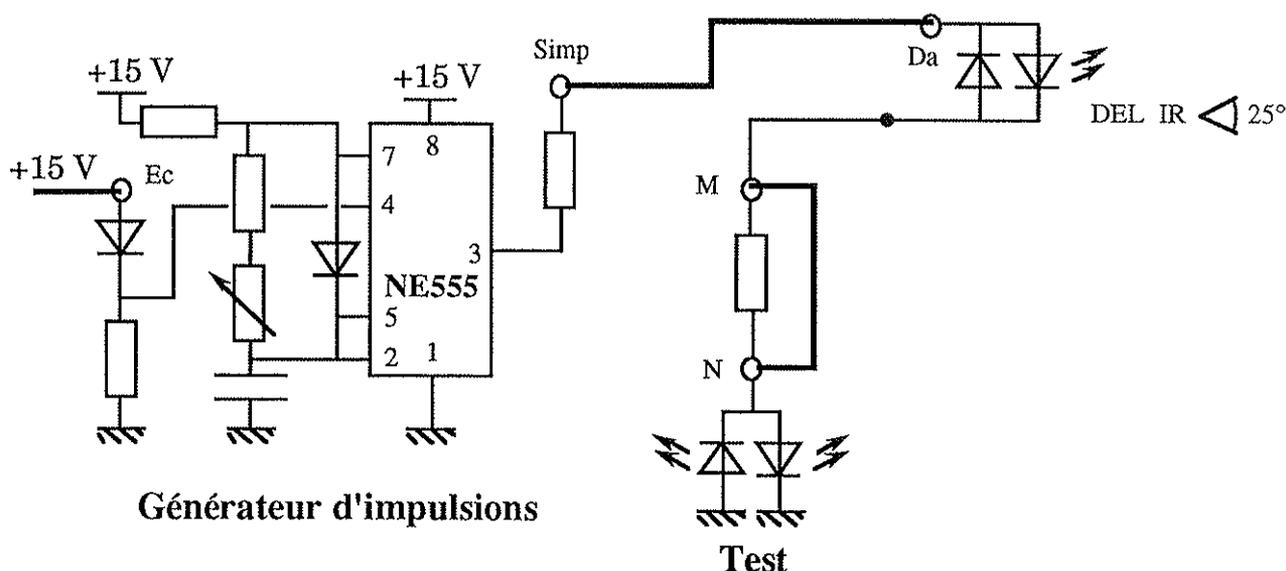
En utilisant le dispositif à rapporteur vérifier que la directivité indiquée est correcte.

- Faire ensuite une étude avec les DEL rouge, jaune et verte. Pour un fonctionnement de la barrière lumineuse placer l'amplificateur alternatif sur le gain maximum.

Vérifier que la portée est plus élevée que dans le cas d'une attaque en continu.

Approcher du récepteur une lampe de 25 W et vérifier que son influence est très faible sur le fonctionnement de la barrière lumineuse.

- Modifier le câblage de la maquette "EMETTEUR" pour effectuer une attaque en impulsions à fort courant :



Vérifier que la portée est beaucoup plus élevée.

- Modifier la nature du récepteur et déterminer avec quel récepteur la barrière lumineuse fonctionne le mieux.

H) TRANSMISSIONS D'INFORMATIONS PAR MODULATION DE LARGEUR D'IMPULSIONS

Cette étude nécessite l'utilisation des deux maquettes "OPTOELECTRONIQUE" de référence 4790/1 et 4790/2.

Pour que la transmission optique se fasse sans que la lumière ambiante ne perturbe pas trop le signal à transmettre, on utilise souvent la modulation de largeur d'impulsion.

I. MONTAGES

I.1 MONTAGE DE LA PARTIE EMETTRICE

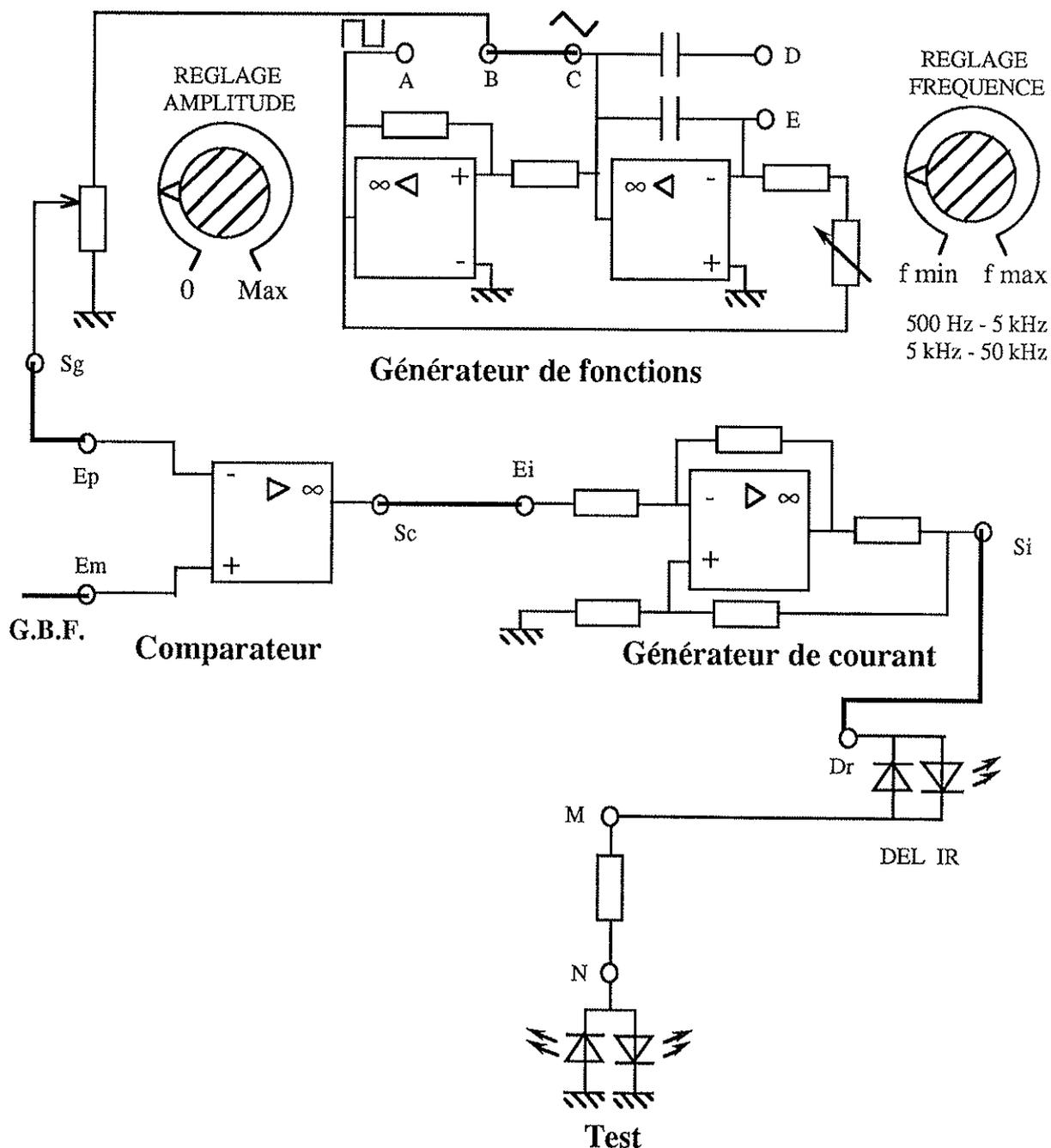
Le signal à transmettre est un signal triangulaire d'amplitude 4 V et de fréquence 500 Hz. Il est fourni par un G.B.F. et est appliqué à la borne Em du comparateur de la maquette "EMETTEURS".

La porteuse est un signal haute fréquence (30 kHz) fourni par le générateur de fonctions intégré à la maquette et appliqué à l'entrée Ep du comparateur.

Un signal modulé est disponible à la sortie Sc du comparateur.

Un générateur de courant convertit cette tension modulée en courant modulé afin d'attaquer l'une des DEL infrarouge en courant.

Ce qui donne le montage suivant :



I.2 MONTAGE DE LA PARTIE RECEPTRICE

Le signal transmis est un signal modulé en largeur d'impulsion.

Le récepteur choisi servant de détecteur est un phototransistor polarisé par le générateur de tension réglable. Pour cela les bornes a et PT sont reliées entre elles.

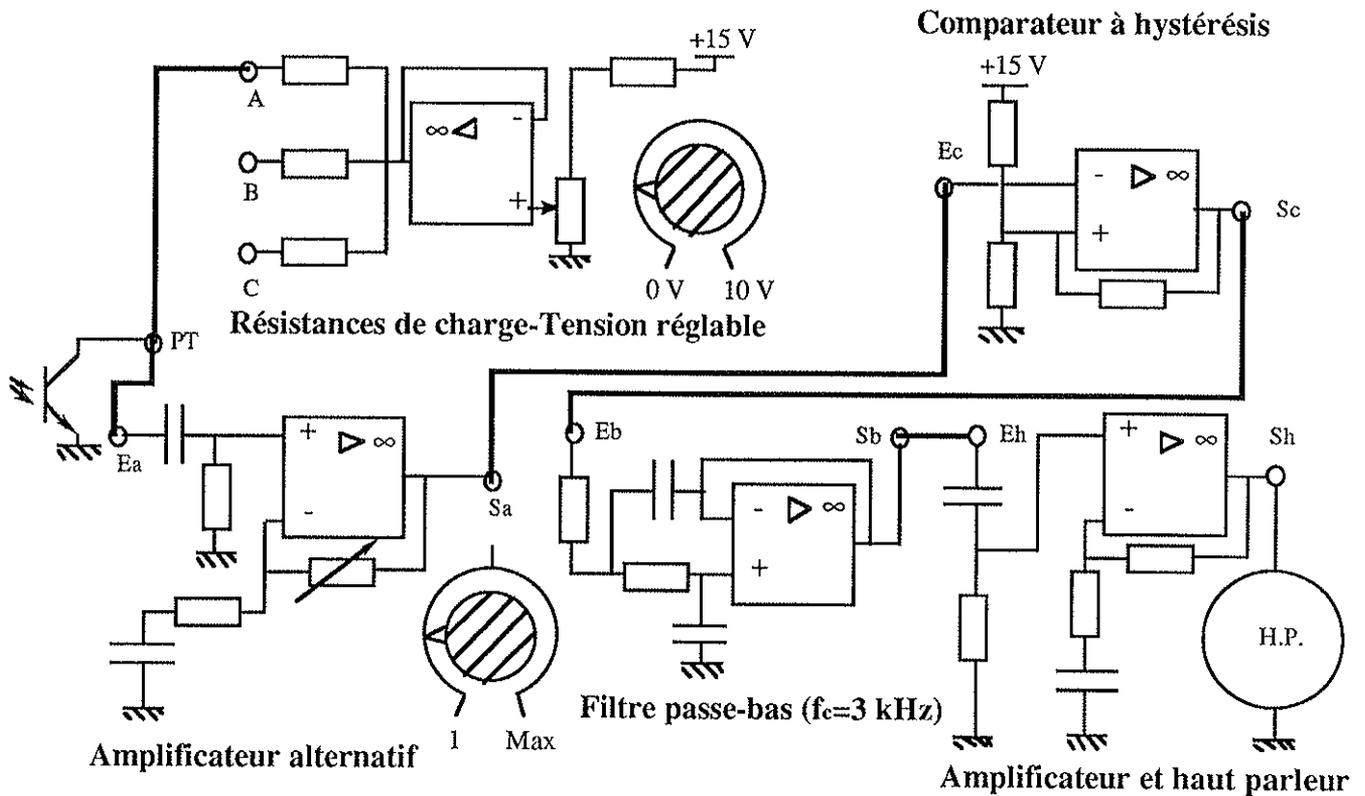
Le signal reçu étant faible, il est amplifié par un amplificateur alternatif éliminant la composante continue : la borne PT est reliée à la borne Ea.

En Sa, le signal modulé est amplifié et "parasité". Le comparateur à hystérésis de la maquette permet une mise en forme du signal.

Le filtre passe-bas de la maquette, dont la fréquence de coupure est voisine de 3 kHz, permet l'élimination de la porteuse (de fréquence $f = 30$ kHz) et la reconstitution du signal à transmettre (de fréquence 500 Hz).

Un haut-parleur peut servir de détecteur de transmission.

Ce qui donne le montage suivant :



II. EXPERIMENTATION

Réaliser les deux montages proposés.

Alimenter la maquette en ± 15 V.

Ajuster la fréquence du générateur intégré à la maquette à 30 kHz.

Régler le G.B.F. afin qu'il délivre une tension triangulaire (ou sinusoïdale) de fréquence 500 Hz et d'amplitude 4 V.

Représenter en concordance des temps les tensions disponibles aux bornes Ep et Em.

Relever les chronogrammes des tensions disponibles en Sc et en Si.

Placer la diode émettrice utilisée en face du phototransistor à une dizaine de centimètres de ce dernier.

Vérifier qu'à la borne Ea de la maquette "RECEPTEUR", on obtient une onde modulée de faible amplitude.

Comparer, à l'oscilloscope, les tensions disponibles aux bornes Sc (de la maquette RECEPTEUR) et Si (de la maquette EMETTEUR).

Les bornes Sb et Eh étant reliées entre elles, le haut parleur émet-il un son ?

Placer un obstacle coupant le faisceau infrarouge émis par la DEL. : dans quel état est le haut-parleur ?

Eloigner les maquettes l'une de l'autre : quelle est l'influence de la distance sur le signal disponible à la borne Sb ?

Dans le cas où la borne Si est reliée à la borne Df de l'émetteur fibre optique et que le phototransistor est remplacé par le récepteur fibre optique, vérifier que la transmission du signal est bien meilleure.

I) TRANSMISSION D'UN SON PAR FIBRE OPTIQUE

Cette étude nécessite l'utilisation des deux maquettes "OPTOELECTRONIQUE" de référence 4790/1 et 4790/2.

I. MONTAGES

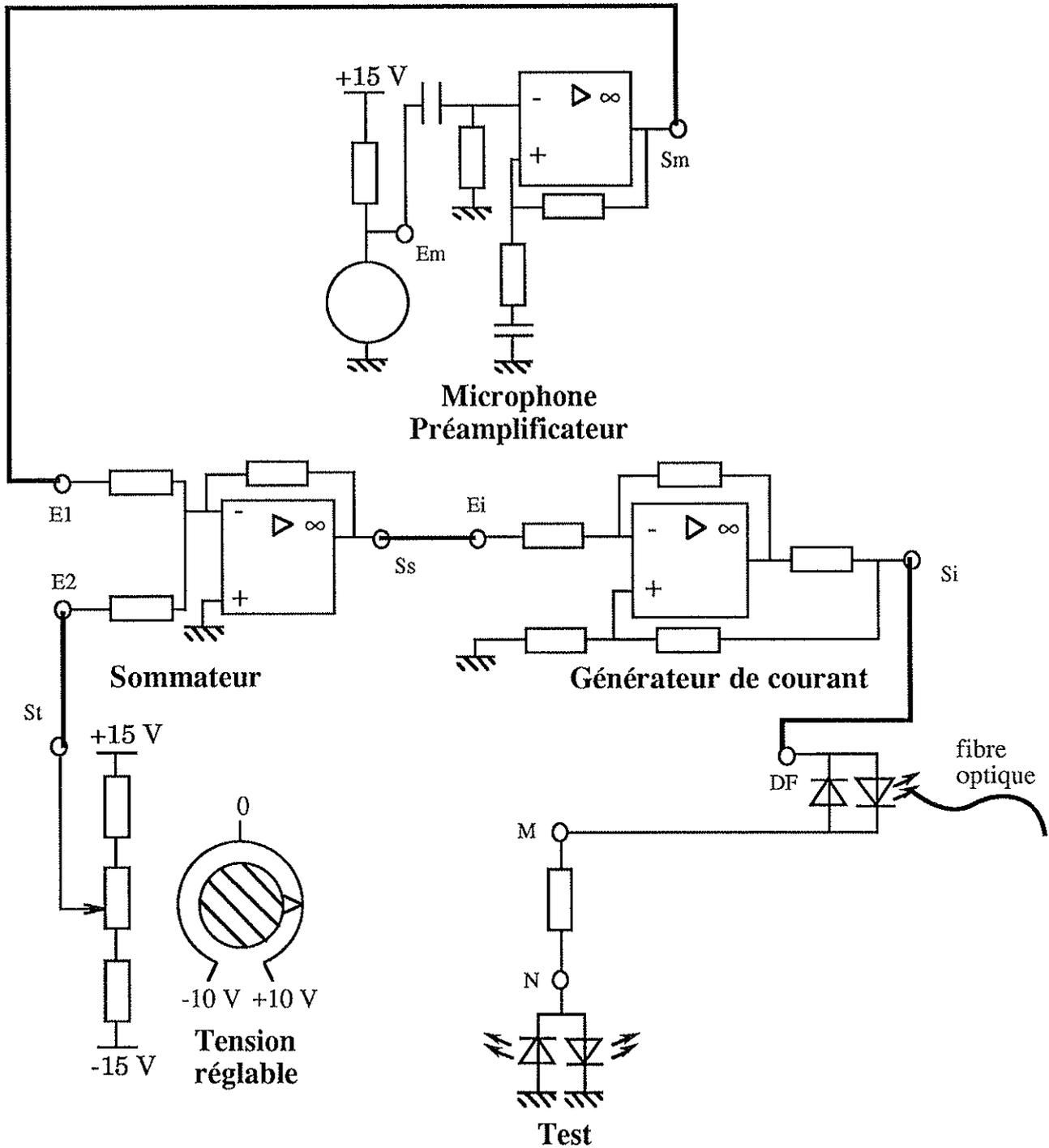
I.1 MONTAGE DE LA PARTIE EMETTRICE

Le son à transmettre est la voie de l'expérimentateur parlant devant un microphone.

La tension générée à la sortie Sm de l'amplificateur est ajoutée à une tension continue. Un montage sommateur fait cette opération.

La tension disponible à la sortie Ss du sommateur est convertie en courant qui attaque la diode émettrice Df.

Ce qui donne le montage suivant :



I.2 MONTAGE DE LA PARTIE RECEPTRICE

Le son à transmettre doit être guidé par de la fibre optique qui assure la liaison entre la maquette "EMETTEUR" et la maquette "RECEPTEUR".

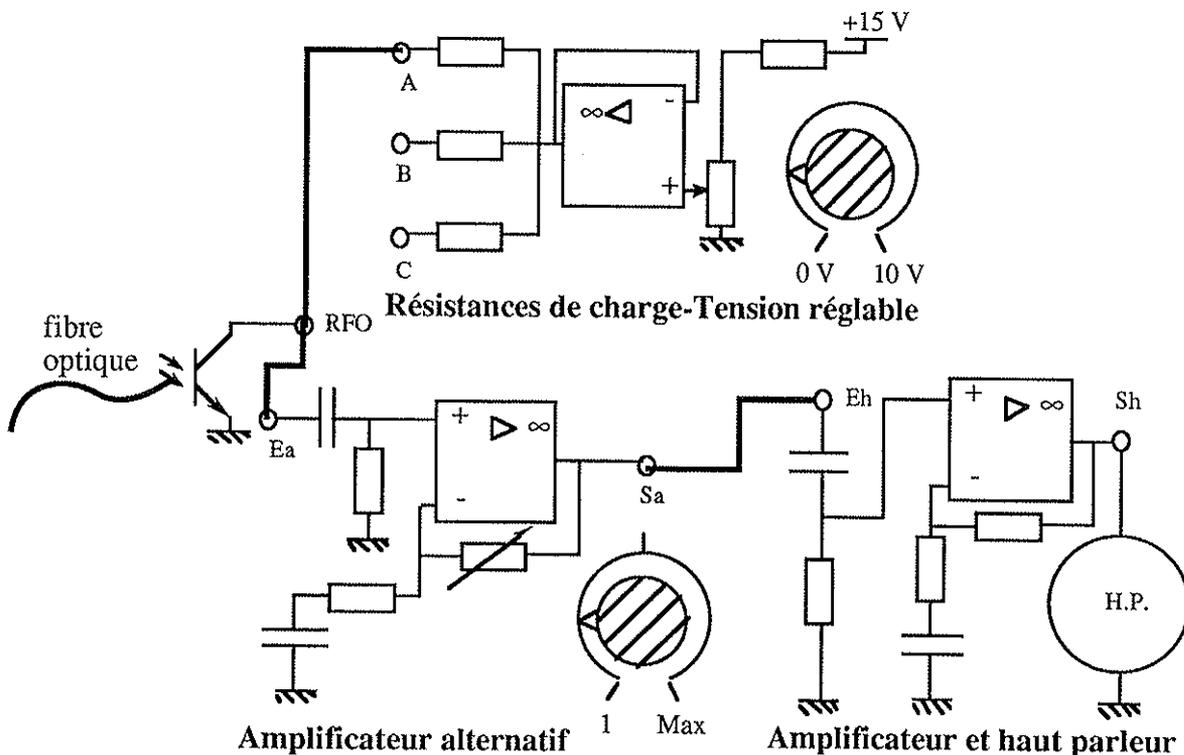
Il faut prévoir des câbles suffisamment longs si une seule alimentation est utilisée pour les deux maquettes. L'idéal est l'utilisation de deux alimentations.

Le récepteur est un phototransistor polarisé par le générateur de tension réglable. Pour cela les bornes a et RFO sont reliées entre elles.

Le signal reçu est amplifié par un amplificateur alternatif éliminant la composante continue : la borne RFO est reliée à la borne Ea.

Le signal amplifié est appliqué à l'entrée du haut-parleur.

Ce qui donne le montage suivant :



II. EXPERIMENTATION

Appliquer en E2 une tension continue de 7 V environ.

Vérifier que la diode Rouge du TEST est allumée et que la diode alimentant la fibre optique est allumée.

Décrire les tensions observées à l'oscilloscope en Sm, Ss et Si lorsqu'un son est appliqué au microphone.

Vérifier que le récepteur fibre optique reçoit bien un signal lumineux rouge.

Décrire les tensions observées à l'oscilloscope en EA et SA lorsqu'un son est appliqué au microphone.

En plaçant les deux maquettes l'une de l'autre, demander à deux élèves de vérifier que l'ensemble transmet la voie : l'un des élèves parle devant le microphone, le second écoute au niveau du haut-parleur.

Annexe 1

Plan de la maquette OPTOELECTRONIQUE : EMETTEURS

○ -15 V ○ 0V +15 V

OPTOELECTRONIQUE : EMETTEURS

Didalab

<p>REGLAGE AMPLITUDE</p> <p>Sg 0 Max</p>	<p>REGLAGE FREQUENCE</p> <p>f min f max</p> <p>500 Hz - 5 kHz 5 kHz - 50 kHz</p>	<p>Optocoupleur</p> <p>F G H I J</p>	<p>LAMPE</p> <p>Lp</p>
<p>Comparateur</p> <p>Ep Em</p>	<p>Sommeur</p> <p>E1 E2 Ss</p>	<p>Générateur de courant</p> <p>Ei Si</p>	<p>DEL ROUGE</p> <p>Dr</p> <p>DEL JAUNE</p> <p>Dj</p> <p>DEL VERTE</p> <p>Dv</p>
<p>Tension réglable</p> <p>St +15 V -15 V</p> <p>0 -10 V +10 V</p>	<p>Microphone Préamplificateur</p> <p>Em Sim</p>	<p>Générateur d'impulsions</p> <p>Ec Simp</p> <p>NE555</p>	<p>DEL IR <math>25^\circ</math></p> <p>Da</p> <p>DEL IR <math>12^\circ</math></p> <p>Db</p> <p>EMETTEUR FIBRE OPTIQUE</p> <p>Df</p>

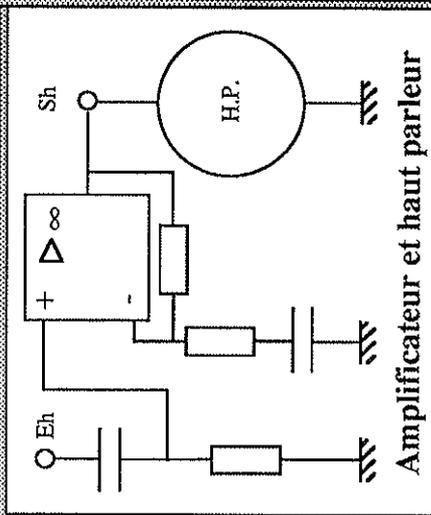
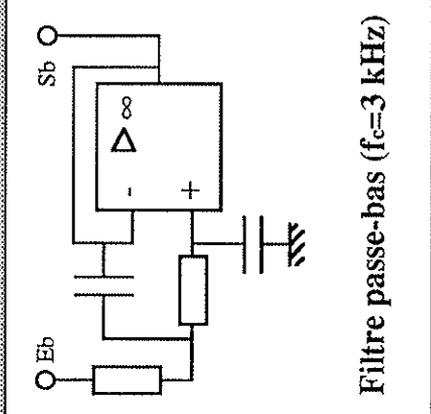
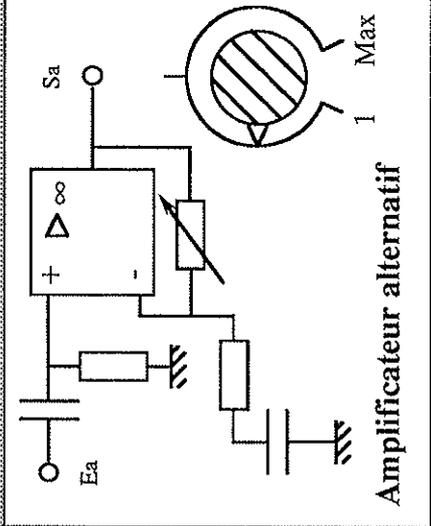
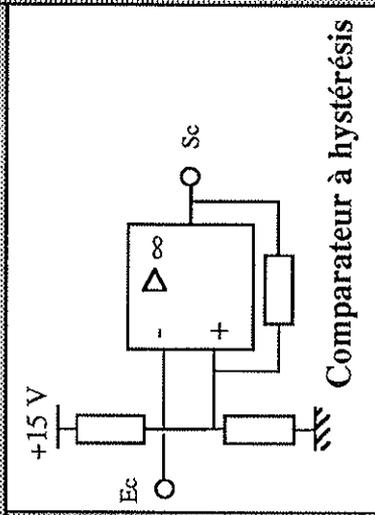
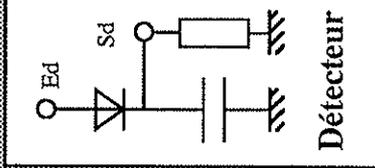
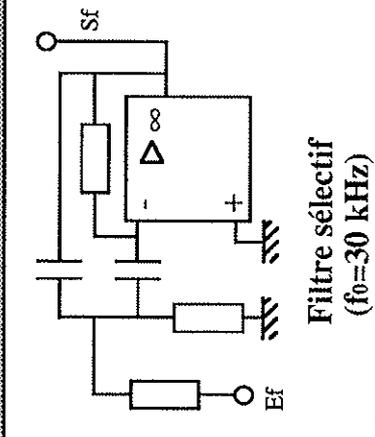
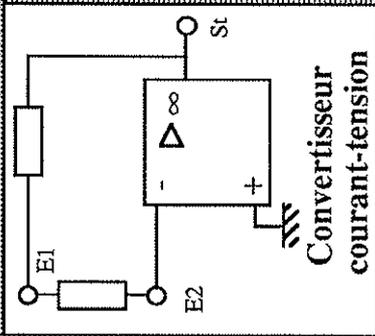
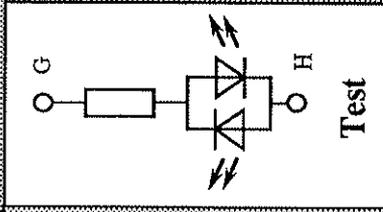
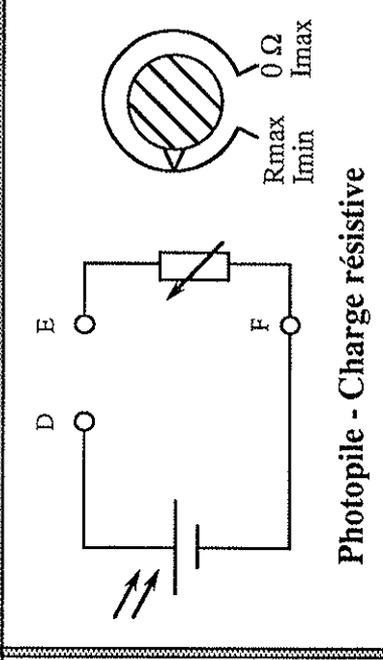
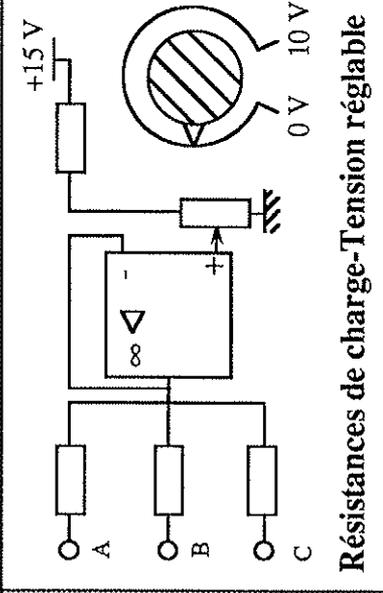
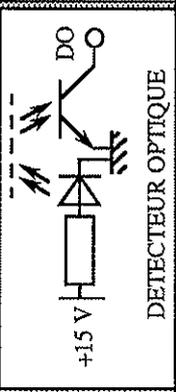
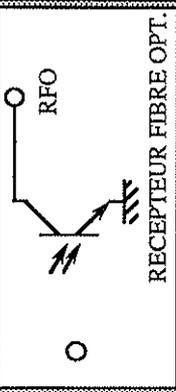
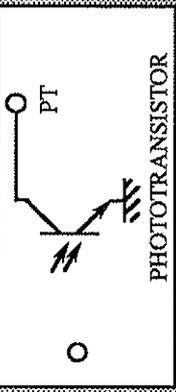
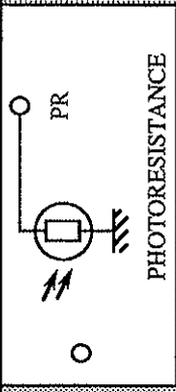
Annexe 2

Plan de la maquette OPTOELECTRONIQUE : RECEPTEURS

○ -15 V ○ 0V +15 V ○

OPTOELECTRONIQUE : RECEPTEURS

Didalab

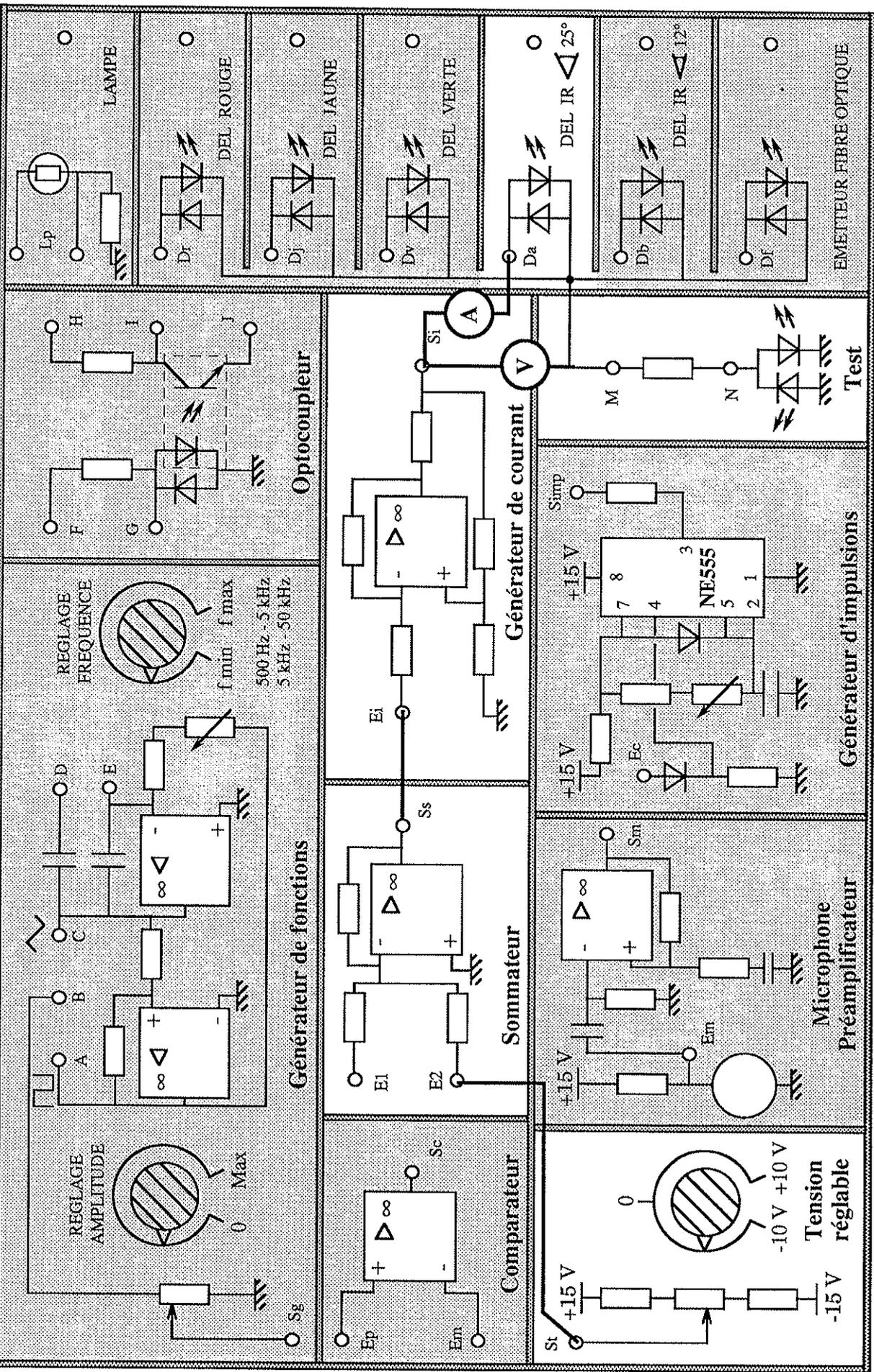
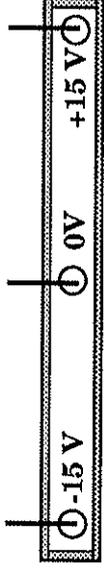


Annexe 3

**Schéma de câblage de la maquette pour le tracé de la
CARACTERISTIQUE STATIQUE D'UNE D.E.L.**

OPTOELECTRONIQUE : EMETTEURS

Didalab

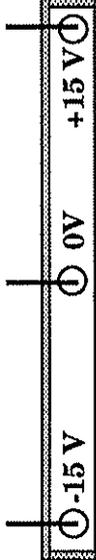


Câblage pour le tracé de la caractéristique statique d'une D.E.L.

Annexe 4

**Schéma de câblage de la maquette pour le tracé de la
CARACTERISTIQUE DYNAMIQUE D'UNE D.E.L.**

OPTOELECTRONIQUE : EMETTEURS



REGLAGE AMPLITUDE

0 Max

REGLAGE FREQUENCE

f min f max

500 Hz - 5 kHz
5 kHz - 50 kHz

Comparateur

Sommeur

Générateur de fonctions

Générateur de courant

Générateur d'impulsions

Microphone Préamplificateur

Optocoupleur

LAMPE

DEL ROUGE

DEL JAUNE

DEL VERTE

DEL IR $\triangleleft 25^\circ$

DEL IR $\triangleleft 12^\circ$

EMETTEUR FIBRE OPTIQUE

Test

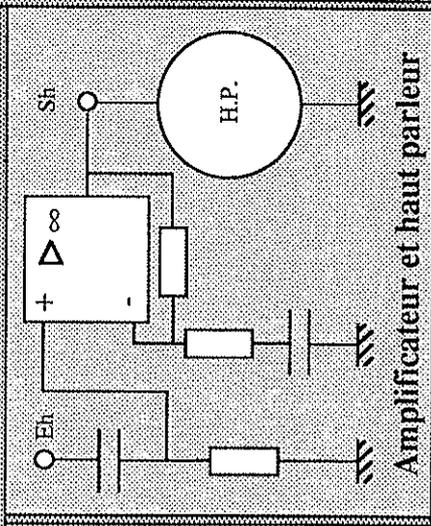
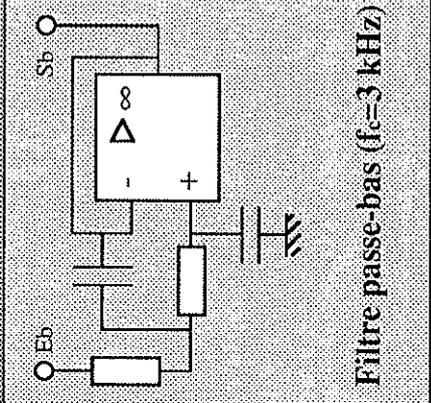
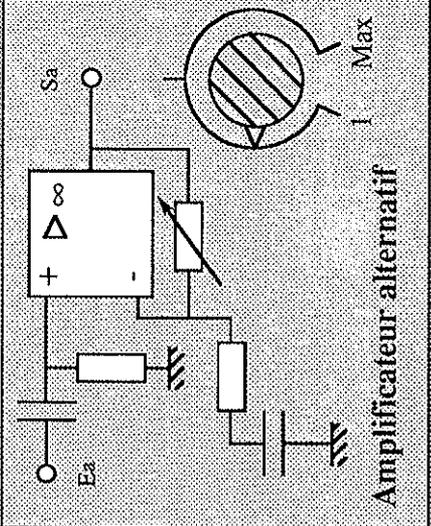
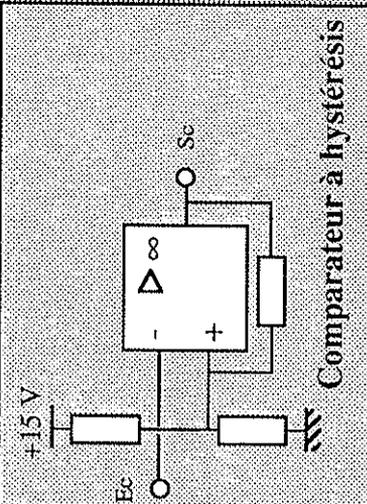
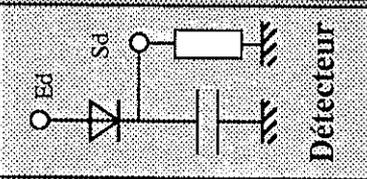
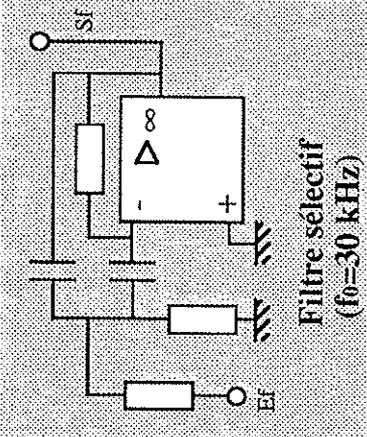
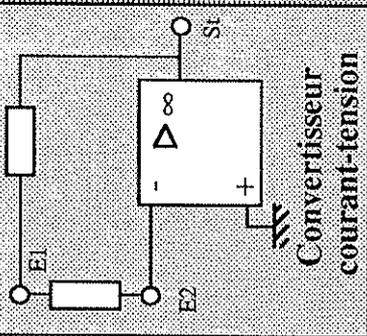
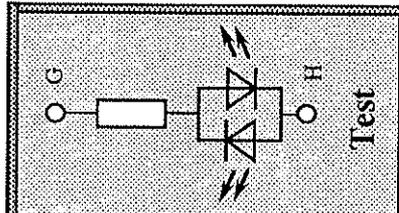
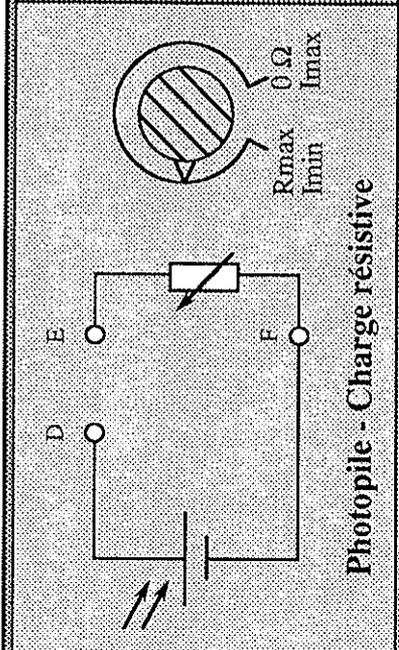
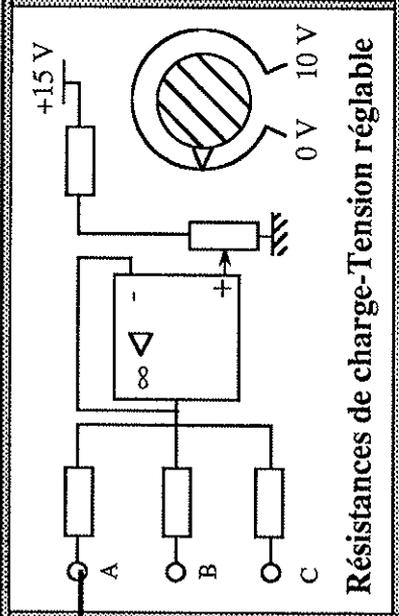
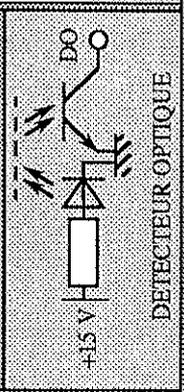
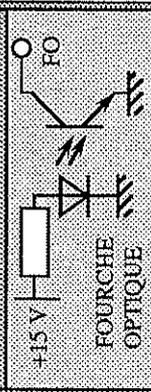
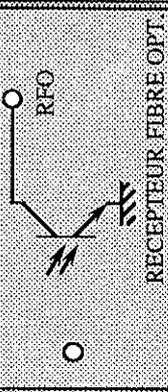
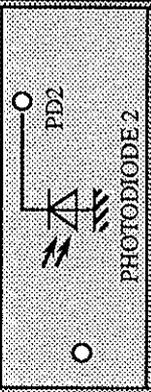
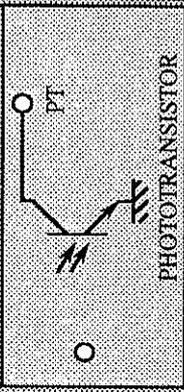
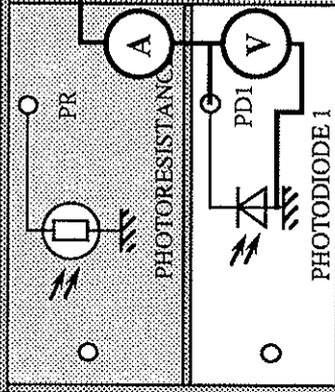
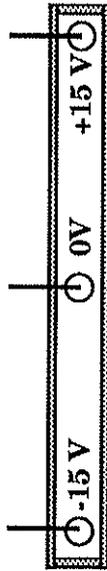
Câblage pour le tracé de la caractéristique dynamique d'une D.E.L.

Annexe 5

**Schéma de câblage de la maquette pour le tracé de la
CARACTERISTIQUE STATIQUE D'UNE PHOTODIODE**

OPTOELECTRONIQUE : RECEPTEURS

Didalab



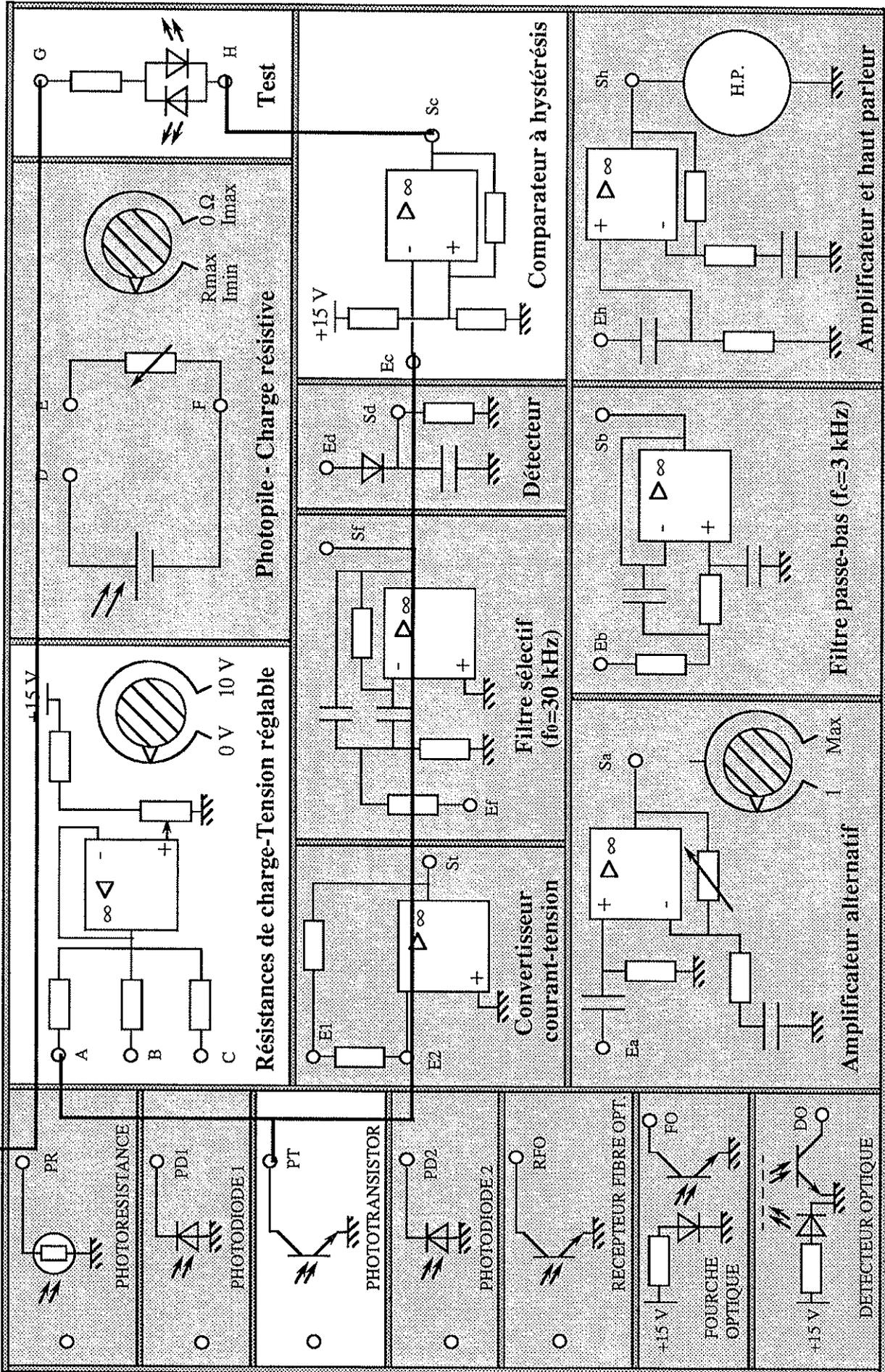
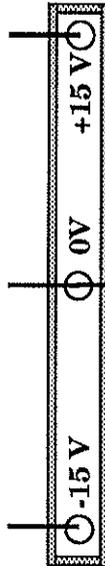
Câblage pour le tracé de la caractéristique statique d'une photodiode.

Annexe 6

**Schéma de câblage de la maquette pour la
DETECTION DE PRESENCE DE LUMIERE.**

OPTOELECTRONIQUE : RECEPTEURS

Didalab

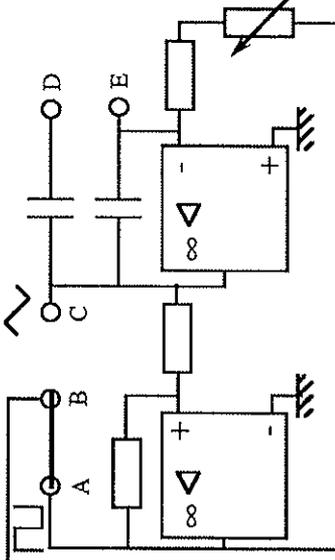
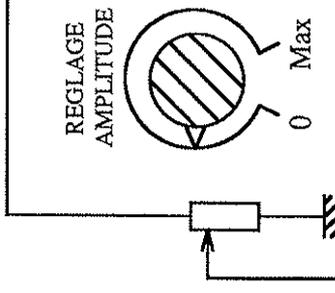
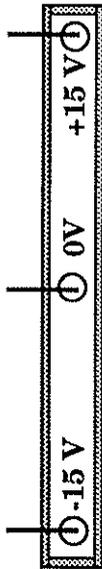


Câblage pour la détection de la présence de lumière par un phototransistor.

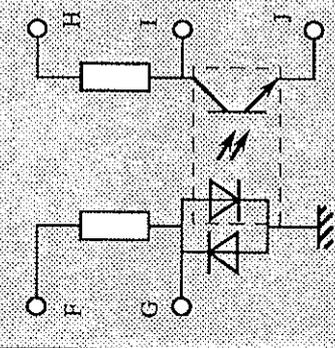
Annexe 7

**Schéma de câblage de la maquette pour la
PRODUCTION D'IMPULSIONS DE LUMIERE**

OPTOELECTRONIQUE : EMETTEURS

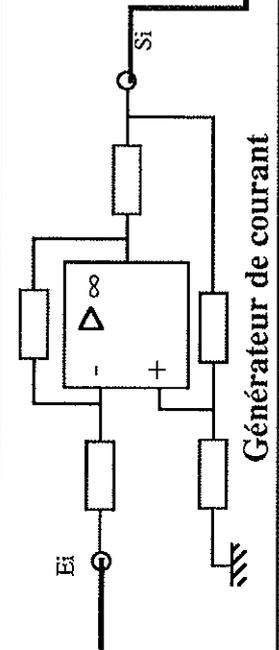
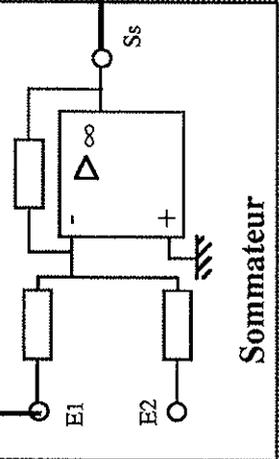
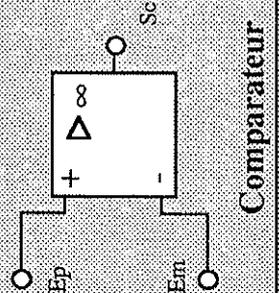


REGLAGE FREQUENCE
 REGLAGE AMPLITUDE
 f min f max
 500 Hz - 5 kHz
 5 kHz - 50 kHz



Générateur de fonctions

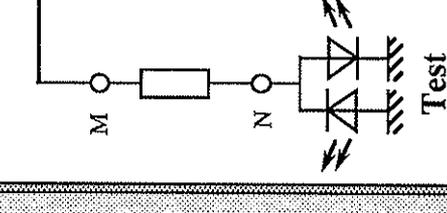
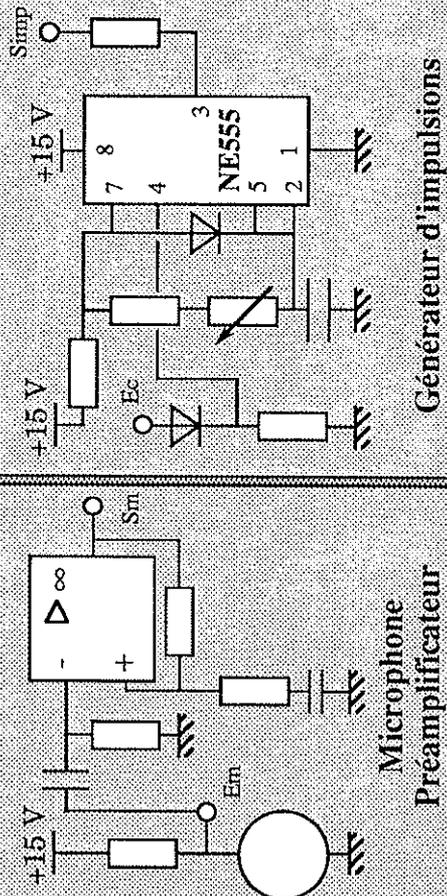
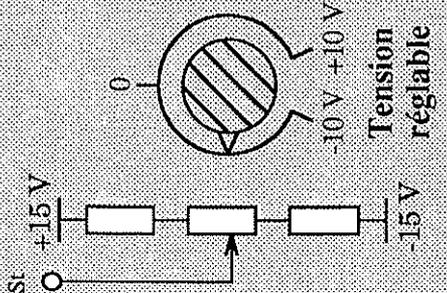
Optocoupleur



Comparateur

Sommateur

Générateur de courant



Microphone Préamplificateur

Générateur d'impulsions

EMETTEUR FIBRE OPTIQUE

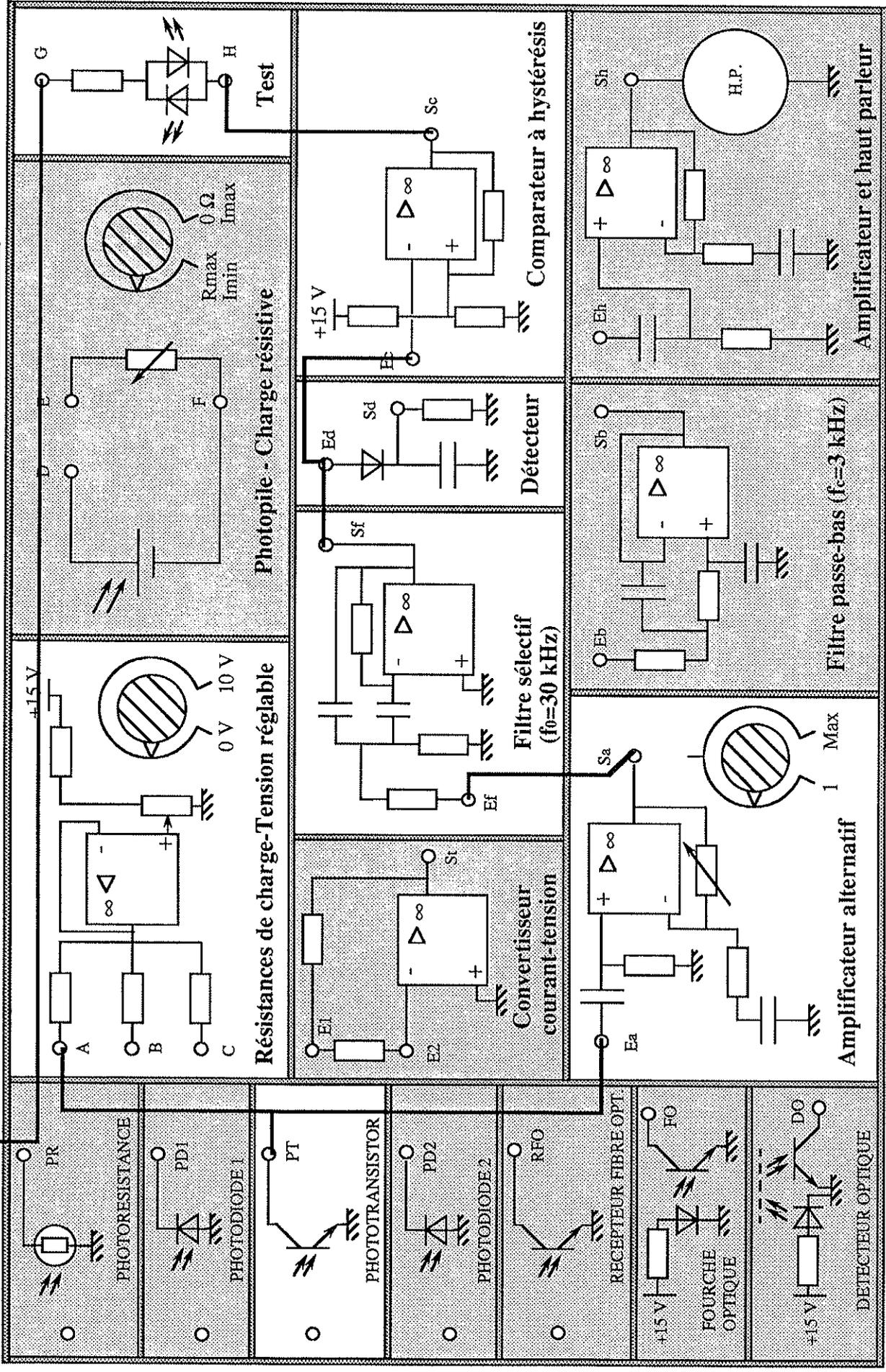
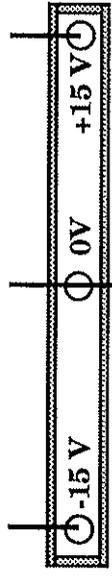
Câblage pour la production d'impulsions de lumière

Annexe 8

**Schéma de câblage de la maquette pour la
DETECTION D'IMPULSIONS DE LUMIERE**

OPTOELECTRONIQUE : RECEPTEURS

Didalab



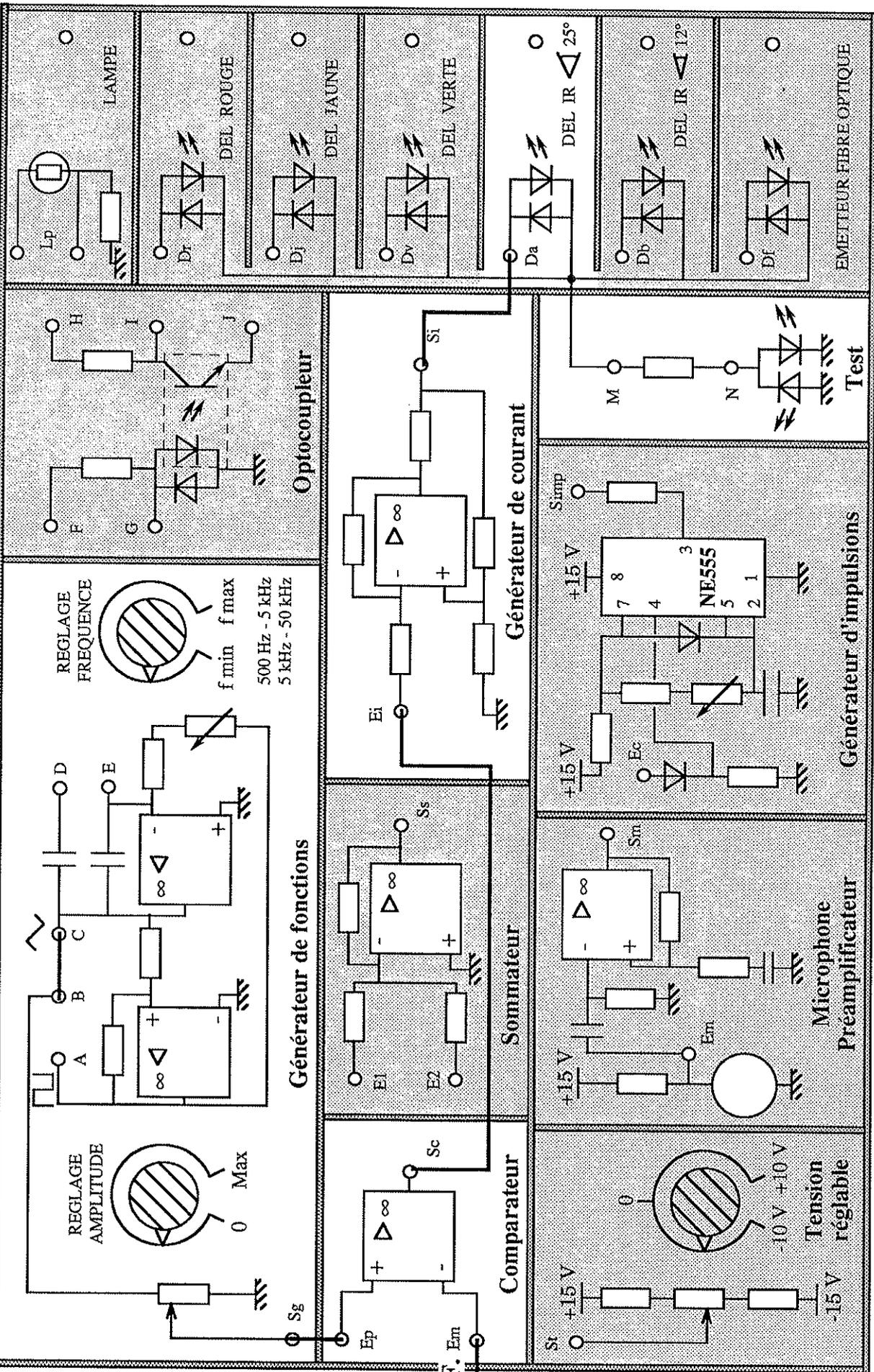
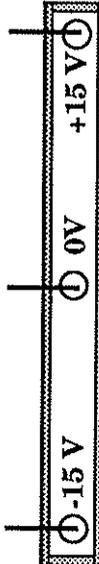
Câblage pour la détection d'impulsions de lumière

Annexe 9

**Schéma de câblage de la maquette pour la
PRODUCTION D'IMPULSIONS MODULEES DE LUMIERE**

OPTOELECTRONIQUE : EMETTEURS

Didalab



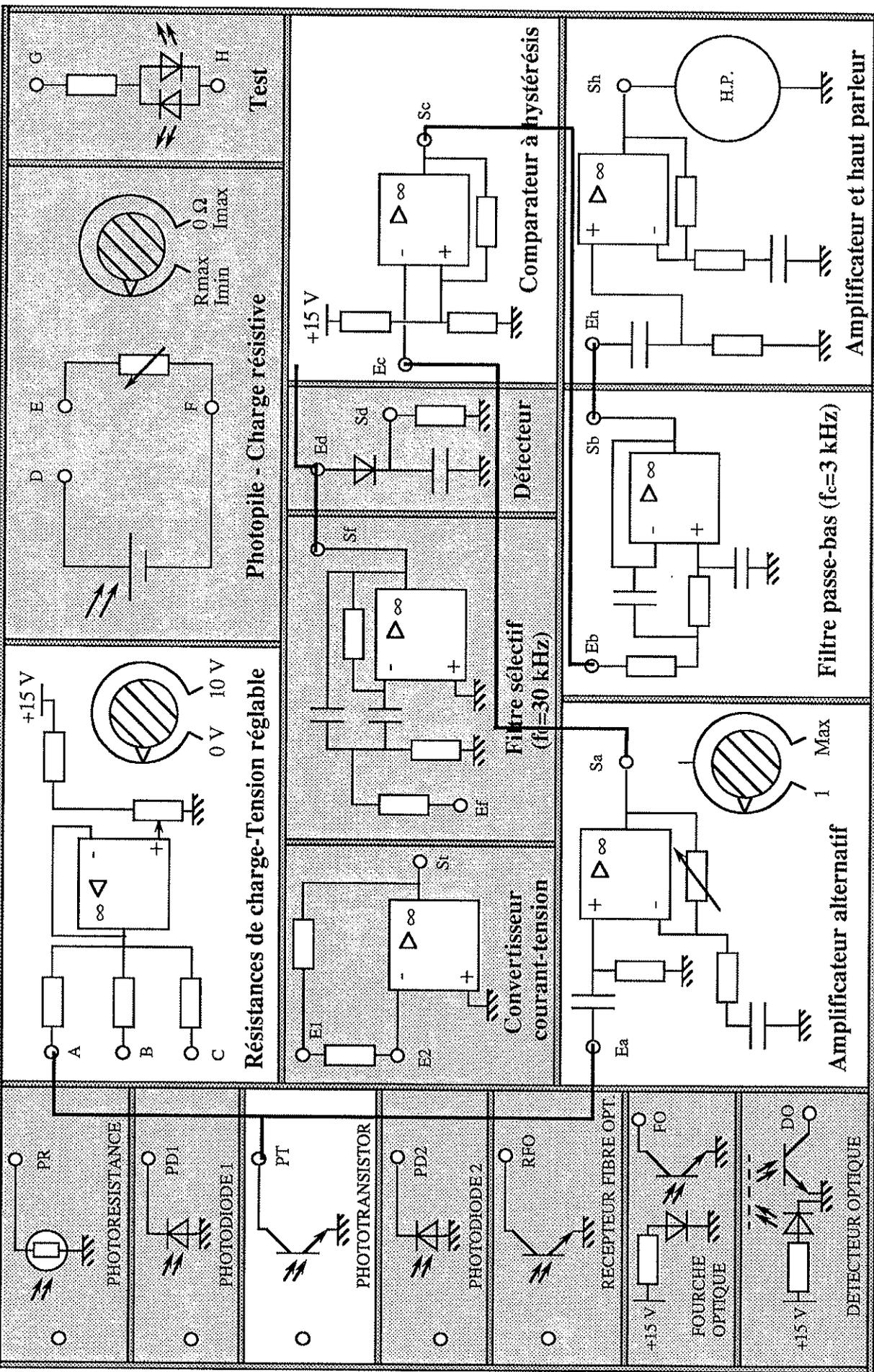
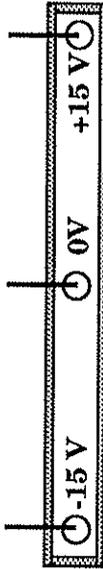
Câblage pour la production d'impulsions de lumière modulées en largeur

Annexe 10

**Schéma de câblage de la maquette pour la
DETECTION D'IMPULSIONS MDULEES DE LUMIERE**

OPTOELECTRONIQUE : RECEPTEURS

Didalab



Câblage pour la détection d'impulsions de lumière modulées en largeur