



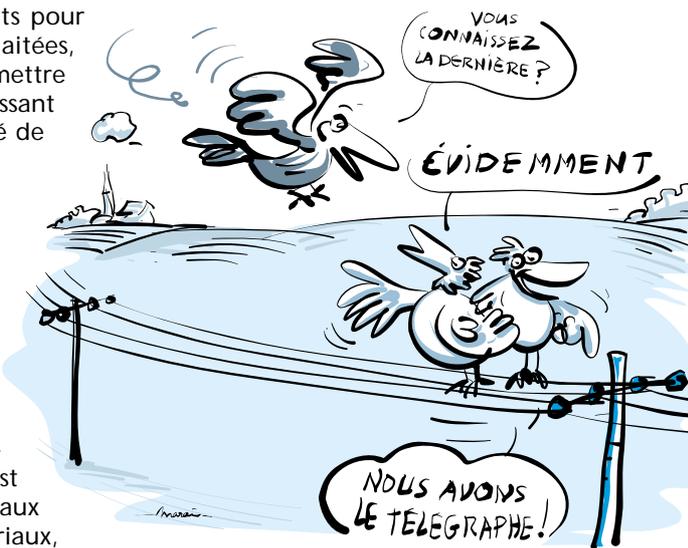
PETITE HISTOIRE DU TELEGRAPHE

L'exploit consistant à établir une communication entre les villes de Paris et Lille suffisamment rapide pour qu'à l'annonce de la victoire de Condé ce 15 Fructidor an II (le 1er Septembre 1794) succède un échange entre la Convention et les vainqueurs qui fut déterminant pour l'adoption du procédé de transmission optique de Claude Chappe.

Les moyens attribués par la Convention, alors prise aux désordres financiers, furent cependant insuffisants pour créer les extensions du réseau télégraphique souhaitées, comme la construction d'une ligne qui devait permettre de relier Paris à Landau, à la frontière de l'Est, en passant par Châlon, Metz et Strasbourg (décret du Comité de salut public du 12 Vendémiaire an III).

De Paris à Strasbourg

Claude Chappe installa la toute nouvelle administration du télégraphe à l'hôtel Villeroy, avec, pour adjoints, ses frères Ignace et François. Ces bâtiments abritaient, en outre, les ateliers de menuiserie et de serrurerie ainsi qu'un magasin central. C'est cependant dans un climat de pénurie que les travaux furent engagés. Afin de palier le manque de matériaux,



suite p 8

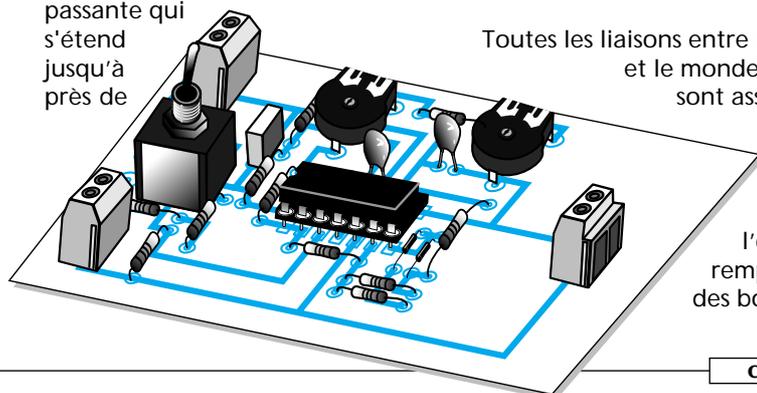
VOLTMETRE ALTERNATIF

PAGE 3

Ce montage vous permettra de mesurer la valeur efficace de signaux sinusoïdaux d'amplitude comprise entre quelques dizaines de millivolts et 20V, dans une bande de fréquences allant du continu à près de 100kHz, ce qui couvre largement la gamme audio.

I - PRESENTATION DU MONTAGE

L'avantage de ce module par rapport à la fonction voltmètre alternatif de votre multimètre, s'il en est déjà muni, réside dans sa bande passante qui s'étend jusqu'à près de



Toutes les liaisons entre le module et le monde extérieur sont assurées par des borniers à deux plots que l'on pourra remplacer par des bornes de 2

ou 4 mm fixées au boîtier, si l'on envisage une utilisation courante de cet adaptateur.

II - SCHEMA DE PRINCIPE (fig. 1)

Lorsque l'inverseur K_{1b} est fermé, les signaux présents en V_e sont appliqués directement à l'entrée de l'étage suiveur IC_{1a} . Cette position correspond à la gamme 0-2V. Dans la position K_{1b} ouvert, les signaux sont atténués par le coefficient $[R_5/(R_3 + R_4 + R_5)]$ qui vaut 0,1, compte tenu des valeurs de ces trois composants. Cette deuxième position correspond à la gamme 2-20V. L'impédance d'entrée du montage dépend par conséquent de la gamme de tension sélectionnée mais vaut au moins 100k Ω , ce qui représente une valeur satisfaisante pour des mesures courantes.

La sortie de l'étage tampon IC_{1a} alimente l'étage redresseur

suite p 3

NUMÉRO DÉCOUVERTE

SOMMAIRE

2- Un indicateur de niveau d'eau : projet de réalisation

3- Le coin de la mesure : un voltmètre alternatif

4- Initiation à la robotique : un escalier automatique

6- J'expérimente : l'électricité dynamique réalisation d'un moteur

7- Abonnement avec un cadeau exceptionnel : le logiciel "ACADEMUS" simulateur de circuits logiques (CIF)

8- Petite histoire du télégraphe

Generation

ELECTRONIQUE

PROJETS, INITIATION, ENSEIGNEMENT

PUBLICATIONS GEORGES VENTILLARD
S.A. au capital de 5 160 000 F
2 à 12 rue de Bellevue 75019 PARIS
Tél. : 01.44.84.84.84 - Fax : 01.42.41.89.40
Principaux actionnaires :
M. Jean-Pierre VENTILLARD
Mme Paule VENTILLARD

Président-Directeur Général
Directeur de la Publication :
Jean-Pierre VENTILLARD
Directeur Général :
Paule VENTILLARD
Directeur Général Adjoint :
Jean-Louis PARBÔT
Directeur de la Rédaction :
Bernard FIGHIERA
Comité de Rédaction :
M. Delepierre, G. Isabel,
F. Jongbloet, R. Knoerr, P. Rytter.
Maquette : R. MARAI

Marketing :
Corinne RILHAC
01.44.84.84.30

Publicité :
Société Auxiliaire de Publicité
2 à 12 rue de Bellevue 75019 PARIS
Tél. : 01.44.84.84.85
Directeur de la Publicité :
Jean-Pierre REITER (84.87)
Chef de Publicité :
Pascal DECLERCK (84.92)
Assisté de :
Karine JEUFFRAULT (84.47)

Abonnement (voir P.7)
Anne CORNET
01.44.84.85.57
Préciser sur l'enveloppe
"SERVICE ABONNEMENTS"

INDICATEUR DE NIVEAU D'EAU

Il n'est pas toujours facile de contrôler visuellement le niveau d'eau d'un container où il est parfois utile de signaler le franchissement d'un niveau minimal de liquide. L'indicateur de niveau d'eau que nous vous proposons signale un manque d'eau par la brillance d'un voyant et une sortie est prévue pour transmettre l'information vers un système de contrôle éventuel.

INTRODUCTION

Le principe du contrôle de la présence du liquide repose sur le passage d'un signal entre deux sondes. Sur l'une est appliqué le signal alternatif émis par un astable, l'autre reçoit le signal ayant traversé le milieu séparant les deux sondes. Afin d'éviter un quelconque phénomène d'électrolyse sur les sondes, dû à la circulation d'un courant continu, le signal appliqué à la sonde émettrice est alternatif, dépourvu de composante continue. Le signal recueilli sur la sonde réceptrice est dans un premier temps intégré, pour être ensuite comparé à un seuil fixé par une résistance ajustable. Le signal de sortie de l'indicateur de niveau résulte de cette comparaison dont une diode électroluminescente indique l'état.

LE SCHEMA

L'astable produisant le signal de la sonde émettrice est en fait un générateur de signaux rectangulaires réalisé avec un seul amplificateur opérationnel. Ce dernier est issu d'un TL082 qui contient deux amplificateurs opérationnels identiques. Le montage de l'amplificateur opérationnel CI_{1A} en astable est classique. Le diviseur de tension R_1/R_2 polarise son entrée non-inverseuse, tandis que la résistance R_3 crée l'hystérésis entraînant la charge et la décharge successive du condensateur C_1 .

En effet, à la mise sous tension, le condensateur C_1 est déchargé. La tension à ses bornes est donc nulle tandis que le pont de résistances R_1/R_2 polarise positivement l'entrée non-inverseuse de CI_{1A} . La sortie de cet AOP passe donc à l'état haut et présente une tension de saturation proche de sa tension d'alimentation positive. La résistance R_3 renforce alors la polarisation de l'entrée e^+

que l'on notera VH_1 et le condensateur C_1 se charge au travers de la résistance R_4 . Lorsque la tension aux bornes de ce condensateur aura atteint le seuil VH_1 , la sortie de CI_{1B} basculera. La tension de sortie devient alors une tension de saturation négative proche de la tension d'alimentation négative de CI_1 . Or ce dernier est alimenté par une tension asymétrique. La tension de sortie est donc proche de 0V. Le condensateur C_1 entame alors sa décharge dans la résistance R_4 tant que la tension à ses bornes n'a pas atteint le nouveau seuil déterminé par la nouvelle polarisation

signal rectangulaire qui en résulte est ensuite appliqué à la sonde émettrice dont le potentiel statique est fixé par la résistance R^5 . Le condensateur C^2 supprime la composante continue du signal, appliqué à la sonde, ce qui évite tout phénomène d'électrolyse. Après avoir traversé le liquide, le signal est détecté par la diode D_1 pour être ensuite intégré par le condensateur C_3 . En d'autres termes, le condensateur C_3 est chargé par les alternances positives du signal. La résistance R_6 permet de décharger le condensateur C_3 en l'absence de signal. En l'absence de signal, la tension de l'entrée non-inverseuse e^+ du second amplificateur opérationnel CI_{1B} est nulle. Etant donné que l'entrée inverseuse e^- est polarisée positivement par le diviseur de tension R_7/Aj_1 , la sortie de CI_{1B} est à l'état bas et la diode électroluminescente D_2 s'éclaire. CI_{1B} est utilisé en comparateur de tension. Un léger hystérésis est introduit par la résistance R_8 , afin d'éviter tout risque d'oscillations lors de chaque

isolées, la DEL D_2 est éclairée et la sortie S est à l'état bas.

LA REALISATION

La figure 2 représente le tracé des pistes. La réalisation du circuit imprimé ne présente aucune difficulté. Une fois nettoyé avec un solvant comme l'acétone, puis percé, l'implantation des composants de la figure 3 sera entreprise.

Les deux sondes pourront être réalisées avec du câble électrique rigide que l'on prendra soin de dénuder. Si l'on recherche une certaine commodité, un câble coaxial de type TV permet de rassembler les deux sondes. En effet, l'âme du câble est prise pour une sonde et le blindage du même câble donne la seconde sonde. L'extrémité plongée dans le container sera toutefois soigneusement dénudée pour ne pas risquer un court-circuit entre les deux sondes ainsi mises en œuvre.

Le seul réglage consiste à ajuster la résistance Aj_1 pour que la diode électroluminescente soit allumée quand les deux sondes ne trempent plus dans le liquide.

Hervé CADINOT

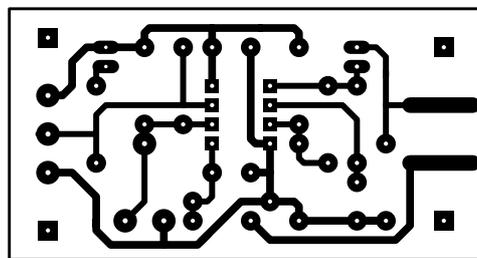
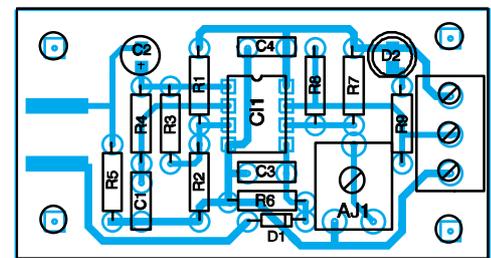


Fig 2



+5 à 15V
SORTIE
MASSE

Fig 3

tion de e^+ . En effet, puisque la tension de sortie a basculé, la résistance R_3 abaisse désormais la tension de polarisation de l'entrée non-inverseuse à une tension que l'on désignera par VH_2 . Les valeurs VH_1 et VH_2 sont d'ailleurs presque symétriques par rapport à la moitié de la tension d'alimentation fixée par R_1/R_2 , un diviseur de tension par deux. Quant à la différence $VH_1 - VH_2$, elle correspond à l'hystérésis de l'astable.

La sortie de CI_{1A} bascule donc au rythme des charges et décharges successives du condensateur C_1 . Le

commutation du comparateur. En présence d'un signal sur la sonde réceptrice, une tension continue apparaît aux bornes du condensateur C_3 . A cet instant, la polarisation de l'entrée e^+ de CI_{1A} est supérieure à la tension de seuil de l'entrée e^- et le comparateur bascule. La diode DEL D_2 s'éteint et le signal de sortie est à l'état haut.

En conclusion, lorsque les deux sondes trempent dans un liquide, la DEL D_2 est éteinte et la sortie S de l'indicateur est à l'état haut. Dans le cas contraire, les deux sondes sont

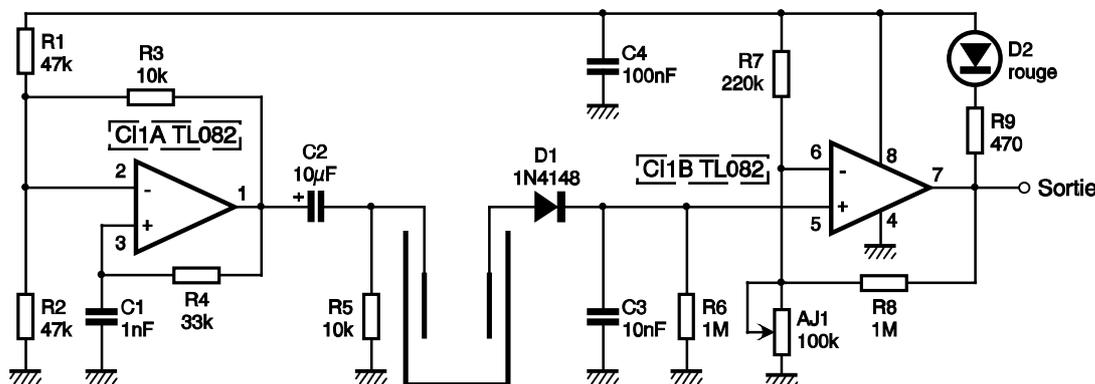


Fig 1

NOMENCLATURE

Résistances
R1, R2 : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
R3, R5 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R4 : 33 kΩ (orange, orange, orange)
R6, R8 : 1 MΩ (marron, noir, vert)
R7 : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)
R9 : 470 Ω (jaune, violet, marron)
Aj1 : 100 kΩ

Condensateurs
C1 : 1 nF
C2 : 10 μF/25 V
C3 : 10 nF
C4 : 100 nF

Semi-conducteurs
D1 : 1N4148
D2 : DEL rouge
CI1 : TL082

Divers
SW1 : bornier 3 plots à souder

VOLTMETRE ALTERNATIF

sans seuil, double alternance, constitué de IC_{1b} et IC_{1c}. La figure 2 représente l'allure des signaux en différents points du montage. On notera

La présence de C₃ transforme la tension Vs redressée double alternance en une tension continue dont la valeur est proportionnelle à la

possible s'arranger pour que R₅ soit exactement égale à 100kΩ et que la somme (R₃ + R₄) fasse exactement 900kΩ. Pour cela, vous pouvez par

déjà soudé sur le circuit imprimé. Pour Ve positive par rapport à la masse, on note l'indication du voltmètre continu connecté en Vs. On intervertit ensuite la polarité de la source Ve de 1V disposée à l'entrée et on note la nouvelle indication du voltmètre. Le travail consiste à agir sur R₁₁ pour que les indications du voltmètre soient identiques pour les deux polarités de la source Ve. Cette opération demande entre trois et quatre inversions de Ve suivant votre doigté.

Quand ce travail est terminé, on passe au réglage de R₁₃ que l'on ajuste pour que le voltmètre indique 1,11V.

Quand ce travail est terminé, on peut immobiliser les ajustables avec une goutte de colle ou un peu de vernis à ongles.

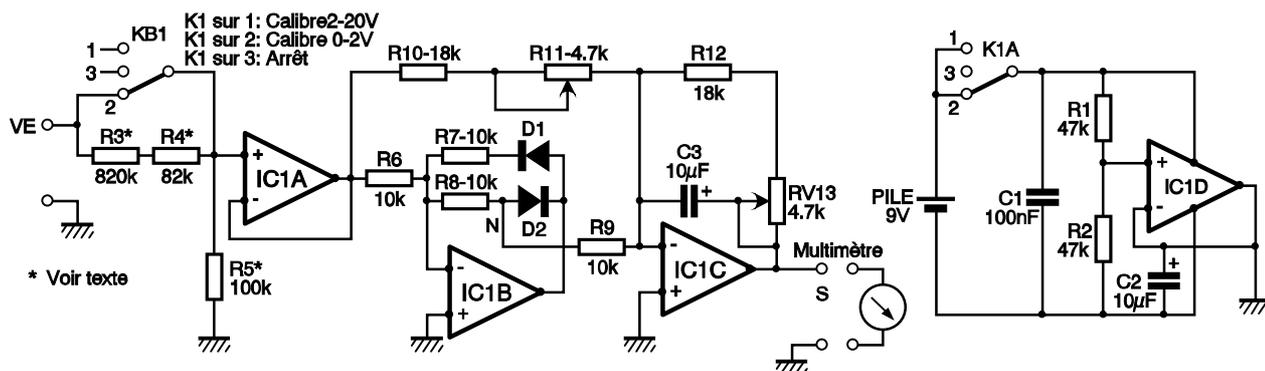


Fig 1

que, pour Vs, cette observation ne peut se faire que si le condensateur C₃ n'est pas installé. Le réglage de R₁₁ influence la symétrie du redressement des alternances positives et

valeur moyenne du signal Ve redressé double alternance, soit $V_s = k \cdot 2 \cdot V_{\text{max}} / \pi = k \cdot 2,8 \cdot V_{\text{eff}} / \pi$. Comme par ailleurs on souhaite que la tension de sortie Vs de ce module soit égale à la valeur efficace du signal d'entrée, on en déduit que la constante k, qui est en fait le rapport $(R_{12} + R_{13}) / 2 \times R_9$, doit valoir $k = \pi / 2,8 = 1,11$.

Le multimètre utilisé en position continue sur le calibre 2V se connecte directement entre la sortie de IC_{1c} et la masse du montage. Afin de transformer la tension asymétrique de 9V délivrée par la pile en deux tensions symétriques de +

exemple trier à l'ohmmètre quelques résistances à 5% ou, si l'approvisionnement en composants à 1% ne vous pose aucun problème, prendre directement les valeurs appropriées de cette gamme (825kΩ et 75kΩ).

b) Réglage des ajustables

Pour ces réglages, l'inverseur K₁ sera sur le calibre 0-2V.

1° Si l'on dispose d'un oscilloscope, il suffit pour cette opération d'imposer à l'entrée du montage une tension sinusoïdale d'amplitude 1V et de fréquence 1000Hz (valeur non critique). On dispose ensuite

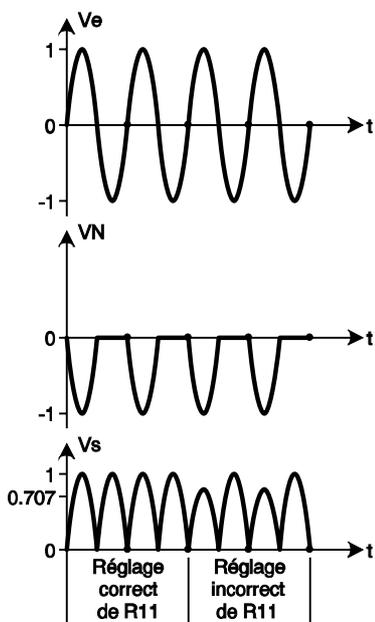


Fig 2

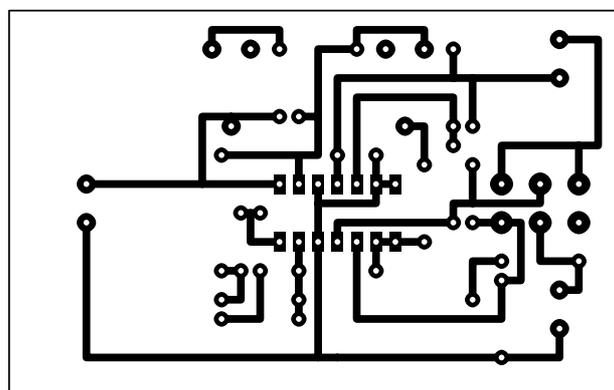
et - 4,5V, on a constitué un pont diviseur par 2 grâce à R₁ et R₂. Afin de bénéficier d'une impédance de sortie faible pour cette masse, on a interposé l'étage suiveur IC_{1d}. Les deux condensateurs C₁ et C₂ assurent pour l'alternatif les découplages nécessaires au bon fonctionnement du module.

III - REALISATION PRATIQUE

a) Le circuit imprimé

L'ensemble des composants tient sur le circuit imprimé de la figure 3. Les composants seront implantés en respectant les indications de la figure 4. On ne soudera le condensateur C₃ qu'une fois le réglage de R₁₁ terminé. Pour les résistances de l'atténuateur d'entrée, on devra si

La tension de sortie Vs s'exprime par la relation $V_s = - (R_{12} + R_{13}) [VN/R_9 + Ve/(R_{10} + R_{11})]$. Si l'on s'arrange pour que $R_{10} + R_{11} = 2 R_9$, l'expression de Vs s'écrit : $V_s = - (R_{12} + R_{13}) (Ve + 2 VN) / 2 \times R_9$.



Impression

Fig 3

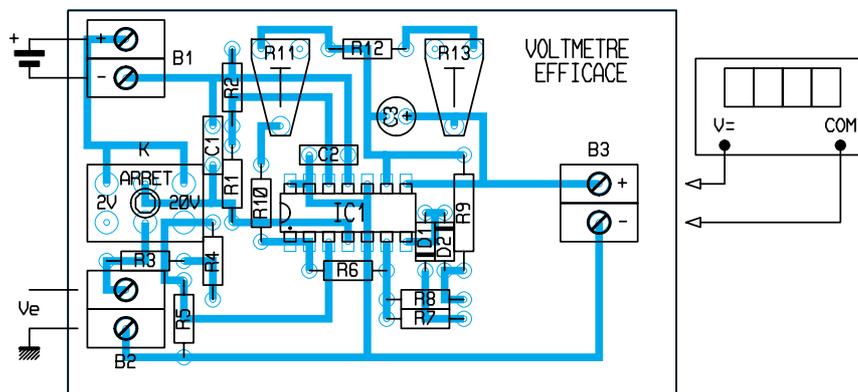


Fig 4

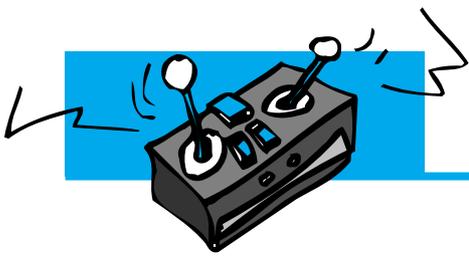
une voie du scope en sortie du montage (borne S et masse) et on agit sur R₁₁ pour que toutes les alternances de Vs ait la même amplitude. Une fois ce travail terminé, on peut alors souder le condensateur C₃ dont on s'assurera que le pôle positif est bien du côté de Vs.

2° Sans modifier les caractéristiques du signal Ve, on dispose alors son multimètre en position voltmètre continu sur le calibre 2V entre la masse du montage et la borne Vs. En agissant sur R₁₃, on cherche alors à obtenir Vs = 0,707V (une amplitude de 1V correspond en effet à une valeur efficace de 0,707V).

3° Si vous ne disposez pas d'un oscilloscope, il suffit de remplacer le signal sinusoïdal d'entrée par une tension continue Ve de valeur 1V et de procéder au réglage de R₁₁ de la façon suivante, sans se préoccuper de la position de R₁₃. Dans ce cas, le condensateur C₃ peut être d'ores et

NOMENCLATURE

- R₁, R₂: 47 kΩ 5%, 1/4 W (jaune, violet, orange)
- R₃: 820 kΩ (gris, rouge, jaune) (voir texte)
- R₄: 82 kΩ (gris, rouge, orange) (voir texte)
- R₅: 100 kΩ (marron, noir, jaune) (voir texte)
- R₆, R₇, R₈, R₉: 10 kΩ 5% 1/4 W (marron, noir, orange)
- R₁₀, R₁₂: 18 kΩ 5% 1/4 W (marron, gris, orange)
- R₁₁, R₁₃: 4,7 kΩ ajustable horizontal, 1 tour, pas 5,08
- C₁: 100 nF/63 V milfeuil
- C₂, C₃: 10 μF/16 V tantal
- D₁, D₂: 1N4148
- IC₁: TL084
- K₁: inverseur 2 circuits 3 positions
- 3 borniers à souder 2 plots
- 1 support pour circuit intégré 14 pattes



INITIATION A LA ROBOTIQUE

UN ESCALIER AUTOMATIQUE

Pour des raisons d'économie, certains escaliers automatiques ne fonctionnent pas en permanence. Pour qu'ils fonctionnent, notre présence doit être détectée, et il suffit pour cela de s'avancer suffisamment pour qu'un capteur soit masqué ou actionné.

NOTRE MAQUETTE

Le moteur d'entraînement de l'escalier automatique fonctionne pendant un laps de temps très court dès

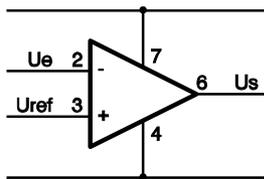


Fig 1

qu'une présence est détectée. Une fonction de détection suivie d'une fonction de temporisation suffit donc pour obtenir notre automatisation.

LA DETECTION

Un circuit amplificateur opérationnel (le LM 741) utilisé comme comparateur différentiel permet de réaliser simplement cette première fonction. La tension de sortie (U_s) du comparateur représenté sur la figure 1 dépend des valeurs d'entrée U_e et U_{ref} . La tension de référence (U_{ref}) étant fixée, son dépassement par la tension d'entrée (U_e) aura pour effet de faire basculer à l'état bas la tension de sortie (fig. 2). Pratiquement, les tensions U_{ref} et

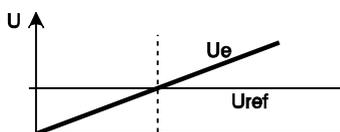


Fig 2

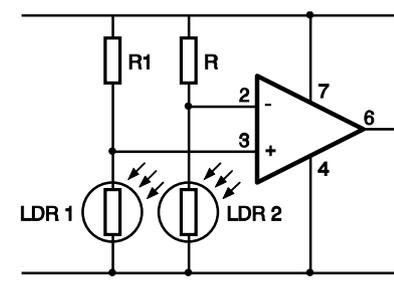


Fig 3

U_e sont obtenues sur les entrées grâce à un diviseur

de tension comportant une résistance fixe et une photorésistance (LDR) comme indiqué sur la figure 3.

La tension de référence suivra donc les variations de lumière du local où est utilisée la maquette (la résistance de la LDR diminue si son éclairage augmente).

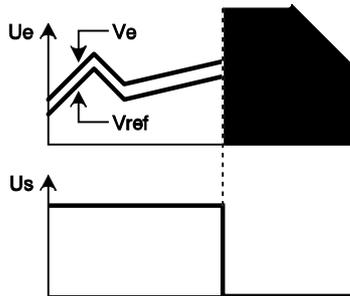


Fig 4

Ces variations sont représentées sur la figure 4 qui permet de constater que la sortie ne bascule que lorsque la différence $V_e - V_{ref}$ devient négative.

La détection sera donc effective dès le passage d'une forme quelconque face au photorésistor LDR1 (fig. 5).

LA TEMPORISATION

La figure 6 montre un montage typique du NE555 pour cette fonction de temporisation. Les broches utilisées sont :

- TD : tension de déclenchement.
- RAZ : remise à zéro.
- Vss : tension d'alimentation.
- D : décharge du condensateur.
- Ts : tension de seuil.
- S : sortie.
- Ct : contrôle de la tension.
- GND : masse.

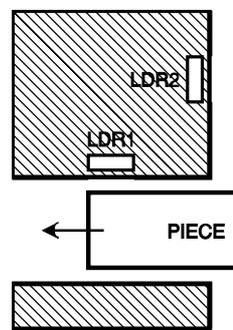
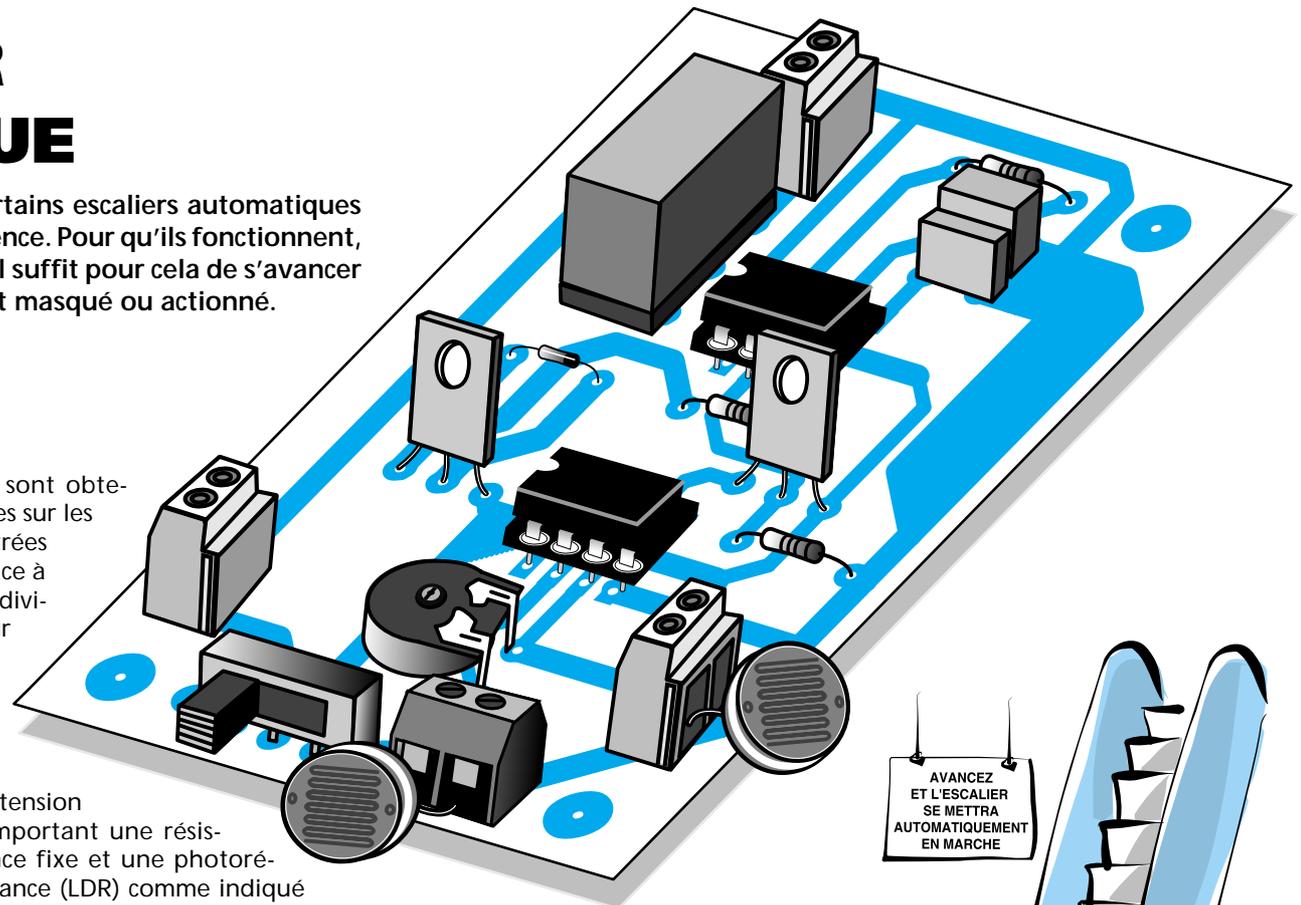


Fig 5

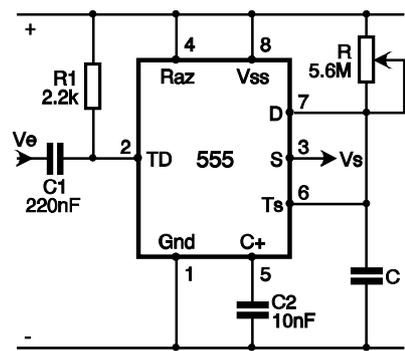


Fig 6

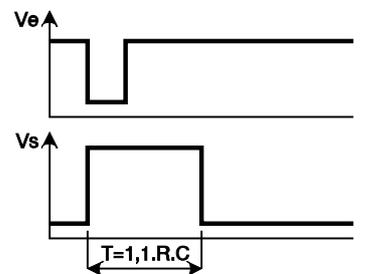
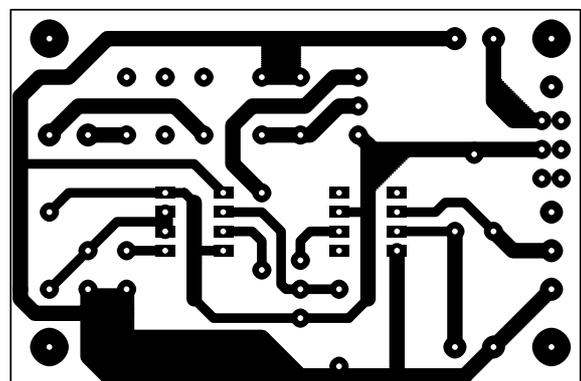


Fig 7

La durée de la temporisation dépend des valeurs de R et de C, la relation étant : $T = 1,1 \times R \times C$. Les condensateurs C_1 et C_2 servent



Impression

Fig 9

au découplage (seul C_2 est utilisé pour notre montage), alors que R_1 constitue une résistance de polarisation sur l'entrée 2 du NE555.

■ FONCTIONNEMENT GENERAL DU MONTAGE

Les modules de détection et de temporisation du montage ne comportent que peu de différence par rapport au schéma de principe.

L'utilisation d'une résistance ajustable permet de fixer au mieux la valeur de la tension de référence, alors que l'entrée du LM 741 s'opère via le transistor T. Un second transistor T à la sortie du temporisateur actionne le relais chargé de la mise en marche du moteur.

tances, les supports de circuit intégré puis les condensateurs, l'inverseur et la connectique.

Alimentez l'électronique sous 5 V ; l'alimentation du moteur de la maquette dépend de son type.

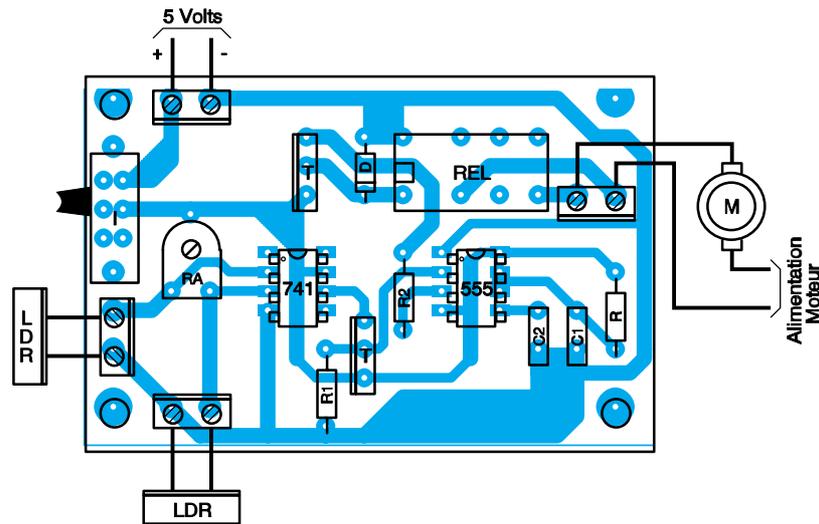


Fig 10

■ LA REALISATION

Le tracé du circuit imprimé ne présente pas de difficultés particulières. Veillez cependant à vérifier que les broches du contact à fermeture de votre relais correspondent à l'implantation proposée.

Une fois le circuit imprimé réalisé, commencez par souder la diode (attention au sens) puis les résis-

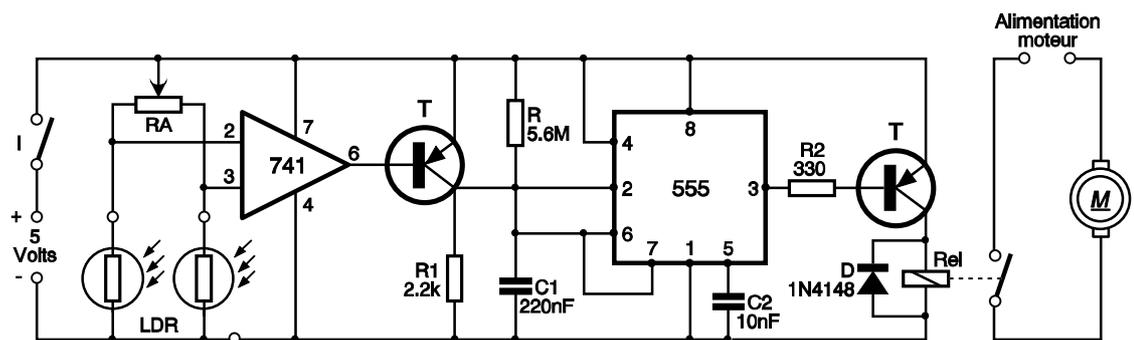


Fig 8

■ NOMENCLATURE

- R : 5,6 M Ω (vert, bleu, vert)
- R1 : 2,2 k Ω (rouge, rouge, rouge)
- R2 : 330 Ω (orange, orange, marron)
- RA : R ajustable de 4,7 k Ω
- LDR : 2 LDR de diamètre 12 mm
- C1 : condensateur 220 nF
- C2 : condensateur 10 nF
- D : diode 1N4148
- T : 2 transistors BD 138
- 741 : LM741
- 555 : NE 555
- Rel : relais 6 V, 2 R/T
- I : double inverseur à souder sur C.I.
- 4 bornes à vis à souder sur C.I.
- Supports de circuits intégrés : 2 x 8, 1 x 16 broches.

A CHAQUE NUMÉRO, RETROUVEZ LES PRINCIPALES RUBRIQUES DE



TECHNOLOGIE :

les afficheurs à cristaux liquides



COMMENT CALCULER SES MONTAGES ?

tous les conseils,
toutes les valeurs des composants



QU'EST-CE QUE C'EST ? COMMENT ÇA MARCHE ?

la photo numérique



GÉNÉRATION INTERNET :

les sites qui vous concernent



LE COIN DE LA MESURE :

de véritables outils de travail



L'ELECTRICITE DYNAMIQUE

L'exploration des effets physiologiques, chimiques ou physiques des courants électriques ne doit pas laisser dans l'ombre l'effet mécanique car il fut à l'origine des développements industriels les plus spectaculaires. Le moteur électrique que nous vous proposons de réaliser et qui représente la forme moderne des machines à courant continu vous permettra d'effectuer des comparaisons qualitatives avec celles qui suivront dans cette rubrique.

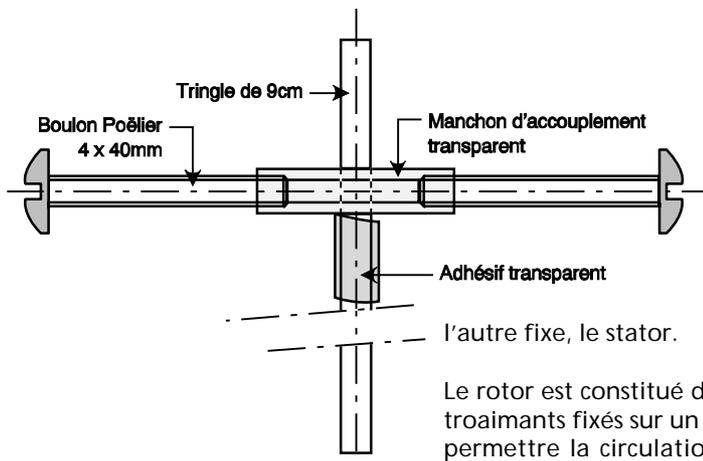


Fig 1

NOTRE MOTEUR

Le modernisme évoqué ci-dessus

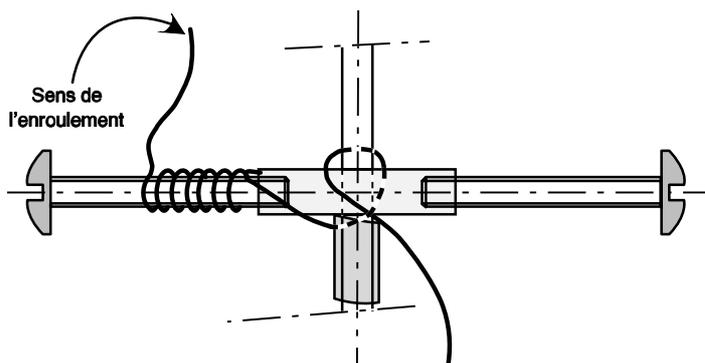


Fig 2

s'applique avant tout aux principes mis en œuvre car, hormis les solutions technologiques retenues pour sa fabrication, il fonctionnera comme ces petits moteurs à courant continu que nous trouvons un peu partout.

Il se composera donc de deux parties: l'une mobile appelée rotor et

la vitesse de rotation devient élevée. Le stator est en fait une cage sur laquelle sont fixés deux aimants permanents disposés dans l'axe des électroaimants du rotor.

REALISATION

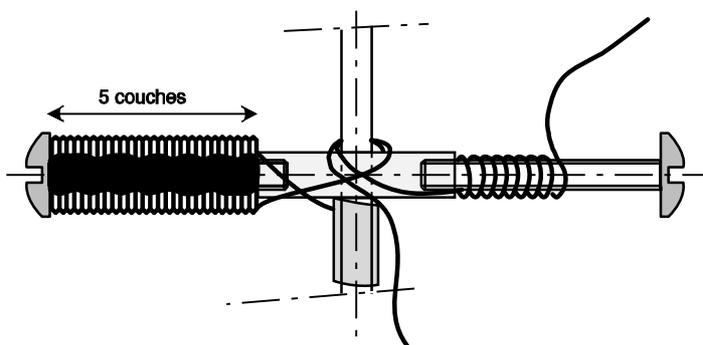


Fig 3

L'assemblage de notre moteur s'effectue à l'aide d'éléments d'une boîte Meccano n° 1 ou équivalent, ce qui en augmente à la fois la fiabilité et la robustesse.

a) Le rotor

Commencez par visser les boulons poëliers sur les extrémités du manchon d'accouplement transparent, comme indiqué sur la

figure 1. Percez ensuite le manchon afin de glisser la tringle de 9 cm en veillant à la centrer. Un morceau d'adhésif enroulé sur l'une des demi-longueurs constituera l'isolant sur lequel sera fixé le collecteur. Pour réaliser les deux électroaimants du rotor, enroulez le fil comme indiqué sur la figure 2, en laissant une longueur de 5 cm. Les spires doivent être jointives, le sens d'enroulement restant toujours le même sur les cinq

rigides de 5 x 3 trous, deux bandes coudées de cinq trous, deux supports plats coudés, deux équerres, deux bandes perforées à neuf trous

Attention : il ne doit pas y avoir de court-circuit entre vos deux fils ou de contact avec une quelconque partie métallique. Ce point essentiel vérifié, vous pourrez glisser les quatre rondelles et les trois clavettes sur l'axe du rotor (fig. 4).

b) Le stator

L'armature du stator est constituée d'éléments qu'il vous faudra assembler comme indiqué sur la figure 5. Elle comporte les deux plaques

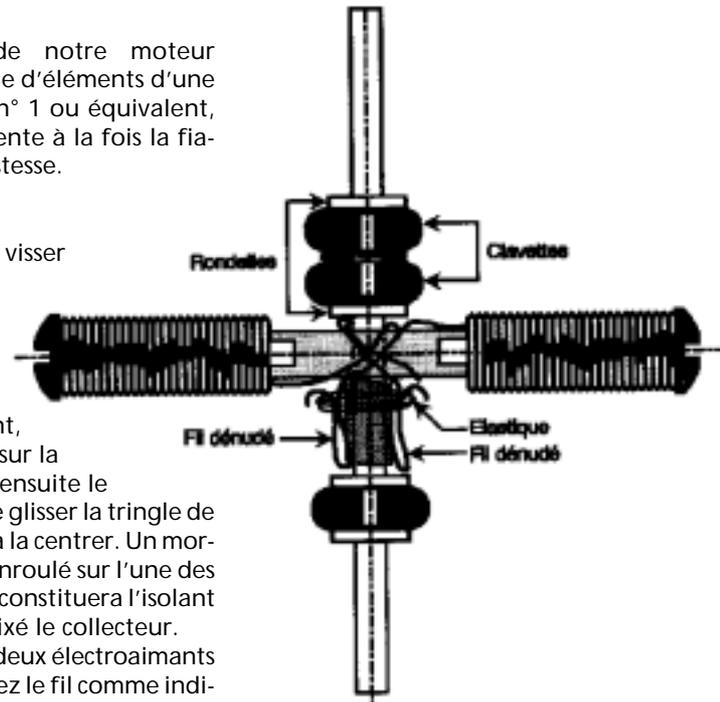


Fig 4

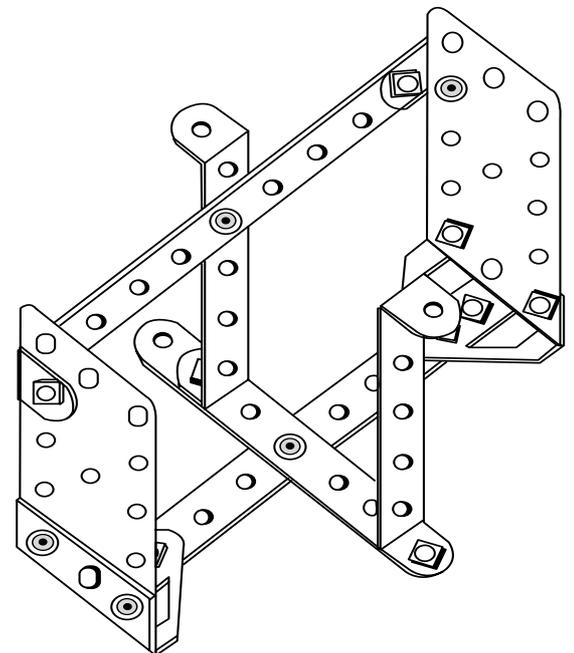


Fig 5

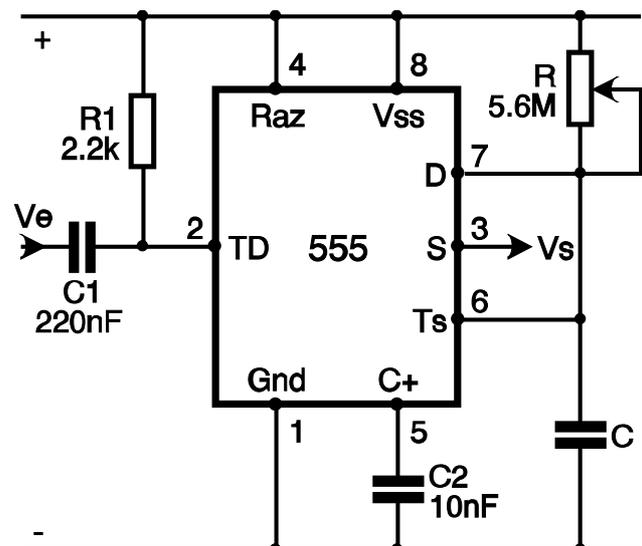
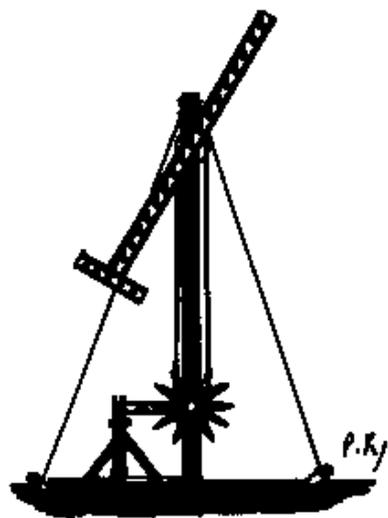


Fig 6



PETITE HISTOIRE DU TELEGRAPHE



Télégraphe de Bréguet et Bettancourt

il fut procédé à des modifications comme celle consistant à remplacer les fils de laiton par des fils de métal utilisés initialement pour la suspension des lampes d'intérieur. Les entrepôts de stockage du mobilier confisqué permirent en outre de récupérer du plomb, du fer, etc... Mais l'argent nécessaire au règlement des travaux, des salaires des ouvriers et stationnaires fit cruellement défaut. Le télégraphe va cependant revenir au centre des préoccupations du Directoire (successeur de la Convention nationale), car le rétablissement et l'achèvement d'une liaison avec Strasbourg devaient permettre de suivre à chaque instant les délibérations du congrès de Rastadt. Face à l'urgence des travaux, ce ne sont plus des mandats ou des assignats qui sont attribués ce mois de brumaire de l'an VI, mais des espèces numéraires. L'administration du télégraphe va donc renaître rapidement et achever la construction de la ligne en 5 Mois. Le Ministère de la Marine demanda, quant à lui, l'établissement d'une nouvelle liaison permettant de relier Paris à Brest, le principal port militaire, en germinal de l'an VIII. La somme de 300 000 Francs fut nécessaire pour la construction des 55 postes qui bénéficièrent, par ailleurs, de l'expérience acquise au cours des années précédentes. On construisit donc des logements pour les stationnaires qui ne se contentaient plus de transmettre les signaux puisque, tous les cinq postes environ, l'un d'eux les consignait dans un journal.

L'état des finances de l'administration des télégraphes restant critique, le ministre de l'intérieur transmit un rapport sur lequel le Directoire s'appuiera pour décider d'un arrêté le 8 Vendémiaire de l'an VIII afin de rééquilibrer les comptes. Le texte qui l'accompagne montre l'importance accordée au maintien de l'invention de Claude Chappe: "...Que le service des lignes télégraphiques est aussi important au maintien de la république que celui des armées; que s'il est urgent de pourvoir au paiement de la solde Les assignats, dont la valeur papier suscitait la méfiance, s'échangeaient

à perte contre de la monnaie sonnante et trébuchante. Leur remplacement par les mandats territoriaux ne mit pas pour autant en confiance puisqu'un mandat de 100 livres s'échangeait contre une monnaie d'une seule livre. En définitive, une grande partie des travaux fut abandonnée. La ligne joignant Strasbourg à Landau resta inachevée, les ateliers démantelés alors que le personnel affecté à la ligne de Lille cumulait des retards de salaires de 6 Mois. des défenseurs de la patrie, il ne l'est pas moins de faire payer le montant des appointements qui sont dus aux préposés à la transmission télégraphique..."



■ LA LOTERIE

Les lignes du Nord, de l'Est et de la Bretagne fonctionnaient en l'an IX, alors que la construction des postes télégraphiques chargés d'établir la liaison avec Dijon et Lyon n'avancait que péniblement. Bonaparte, qui devient Premier Consul en 1799 après le coup d'état du 19 Brumaire, prête peu intérêt au développement du système de communication déjà en place et se contente simplement de prendre des mesures qui ne s'attachent qu'à la régularisation de son fonctionnement. L'arrêté du 28 Brumaire an IX (6 Octobre 1800) rattache le service télégraphique à la division des ponts et chaussées qui dépend du Ministère de l'Intérieur. Convaincu des avantages commerciaux qu'il y aurait à rapprocher les grandes villes de Paris, Chappe soumet au Premier Consul son idée d'établir une télégraphie privée qui permettrait de réaliser des transactions rapides. L'administration de la loterie s'empressa de répondre favorablement à cette proposition afin de limiter les fraudes qui gênaient considérablement son fonctionnement et rongeaient ses bénéfices. En effet, les officines situées en province possédaient le droit de poursuivre la distribution des billets jusqu'à l'heure à laquelle la liste des numéros gagnants arrivait par la poste. Les délais d'acheminement entre la clôture des bureaux parisiens et les villes les plus éloignées permettaient alors à certains de prendre les dispositions nécessaires pour emporter les gains. Les sommes allouées par la loterie en règlement du service consistant à acheminer le jour même la liste des numéros gagnants se montèrent à 100 000 Francs par an. Sur une ligne comme celle de Strasbourg, ces revenus constituèrent la seule ressource permettant de faire face aux frais de service et d'entretien jusqu'à la suppression de la loterie sous le gouvernement de Louis-Philippe.

■ L'EXTENSION

Mais les ambitions de Chappe ne se limitaient pas au seul territoire national. Il envisageait déjà qu'une extension à l'échelle Européenne d'un réseau reliant Paris à Amsterdam, Cadix et Londres serait profitable au commerce et à l'industrie tout comme il proposa la création d'un journal officiel dont l'impression sur papier se serait vue complétée par la diffusion journalière d'un bulletin télégraphique. Sous l'Empire, Napoléon (qui est couronné Empereur le 2 Décembre 1804) négligera les propositions de Chappe en ne prenant en considération que les aspects militaires de son système. Les extensions au réseau furent d'ailleurs de peu d'importance car le théâtre des opérations militaires se situait hors des frontières.

En 1805, Claude Chappe, déjà durement éprouvé par la maladie, met fin à son désespoir en se tranchant la gorge le 23 Janvier. Ses deux frères, Ignace et Pierre, sont alors nommés administrateurs des télégraphes.

La menace d'une Europe coalisée aux portes du territoire français entraîna l'Empereur à relancer la construction d'une ligne qui devait prolonger les communications vers l'Est jusqu'à Mayence, à partir de Metz. Entamés en 1813, ces travaux, rendus difficiles par l'urgence et une économie chancelante, furent réduits à néant en 1814 par l'arrivée massive des armées ennemies qui progressèrent jusqu'à Paris.



■ SOUS LA RESTAURATION

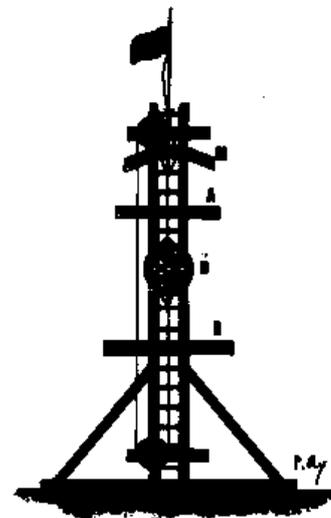
Louis XVIII, frère cadet de Louis XVI, tente de restaurer la monarchie après l'abdication de l'Empereur et son départ pour l'île d'Elbe, le 20 Avril 1814.

Au cours des années qui suivirent, un nombre impressionnant de systèmes fut imaginé pour remplacer celui que Chappe avait su étendre. L'un deux, proposé par le contre-amiral de Saint-Haouen sous l'Empire, fut à nouveau examiné et bénéficia d'un avis favorable délivré par une commission d'officiers de marine et d'ingénieurs. On construisit donc une ligne entre Paris et Orléans qui fut un échec en raison de la trop grande lenteur de transmission. Le système de Saint-Haouen se composait d'un mât au sommet duquel était fixée une traverse horizontale. Les signaux étaient formés par trois globes en osier, peints en noir et suspendus à des poulies. Il suffisait de monter ou descendre chaque globe représentant l'unité, la dizaine ou la centaine pour former un nombre, un quatrième globe glissant horizontalement permettant de fixer le mille. Les confusions possibles sur une grande distance entre les positions

relatives de chaque globe firent qu'on abandonna ce genre de signaux.

Le vigigraphe aura plus de succès, bien que ce ne soit pas exactement dans la version présentée sur notre illustration. Un appareil de ce type fut monté sur la tour de l'église Saint-Roch à Paris sans qu'il soit pour autant décidé de procéder à des essais de transmission. L'appareil fut ensuite transporté à Rochefort où après quelques adaptations, il donna lieu à l'implantation des sémaphores qui furent assemblés à l'entrée de chaque port.

La ligne de télégraphie privée qui cheminait de Rouen à Paris utilisait une version du vigigraphe, chargé alors de transmettre les cours de la bourse et ce jusqu'en 1837, date à laquelle l'emploi du télégraphe par des particuliers fut interdit. Son principe de fonctionnement était le suivant: un disque D (le voyant rond) et une traverse M (le voyant brisé) mobiles coulissaient tout au long d'une échelle grâce à un jeu de poulies. La position relative des deux voyants par rapport aux traverses A et B fixes déterminait le code transmis.



Le vigigraphe

Un autre système, qui fit l'objet d'une expérimentation, fut le télégraphe de Bréguet et Bettancourt. Relativement simple à construire et à manipuler, comme le montre la figure, il permettait de transmettre un code en actionnant un cadran C qui déplaçait, d'un angle donné, le bras mobile B. Il n'eut cependant pas le succès attendu par ses constructeurs car la précision requise pour la lecture des angles nécessitait l'emploi d'un appareillage coûteux comme les micromètres.

Le télégraphe de Chappe connut encore quelques améliorations après 1830, date à laquelle les frères Chappe furent priés de donner leur démission, le gouvernement provisoire de Juillet désirant alors prendre le contrôle exclusif de ce moyen de communication alors que des troubles éclataient un peu partout. C'est avec une profonde amertume qu'ils quittèrent cette administration pour laquelle ils avaient sacrifié leur fortune et qui devait devenir exemplaire pour des entreprises similaires dans toute l'Europe.

P.RYTTER