

2,50

BELGIQUE : 35 FB
 SUISSE : 3,50 FS
 ITALIE : 625 Lires
 MAROC : 2,63 D.H.
 ALGÉRIE : 2,5 Dinars
 TUNISIE : 250 Mil.

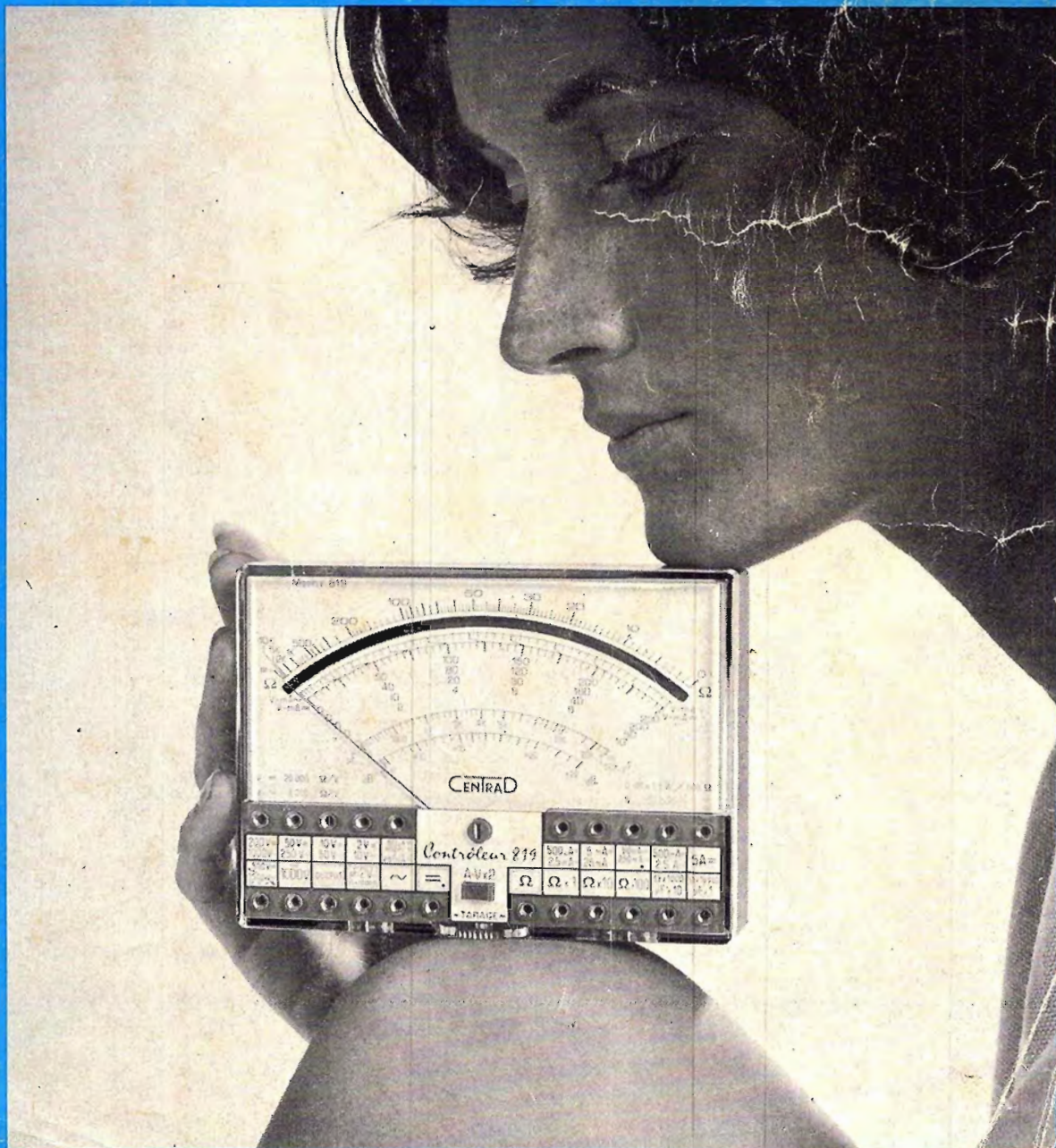
LE HAUT-PARLEUR

Journal de vulgarisation

RADIO TÉLÉVISION

Dans ce numéro

- L'amplificateur préamplificateur à circuit intégré Sinclair IC10.
- Les nouveautés RTC présentées au Salon des composants.
- Réducteurs de vitesse pour perceuses et moteurs électriques.
- Un bateau radiocommandé équipé en 6 versions différentes.
- L'ensemble de radiocommande digitale « DIGI 4 ».
- Le circuit intégré RCA 3053.
- Protection des étages HF des récepteurs de trafic.
- L'antenne W3DZZ et son utilisation sur espace réduit.
- Emetteur phonie 1 W - HF.
- Le Comet 170, récepteur de trafic transistorisé.



228 PAGES

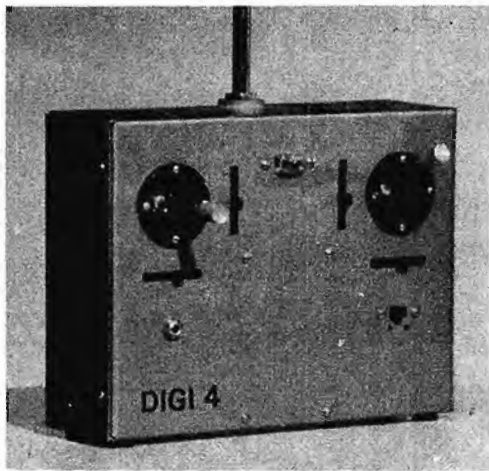
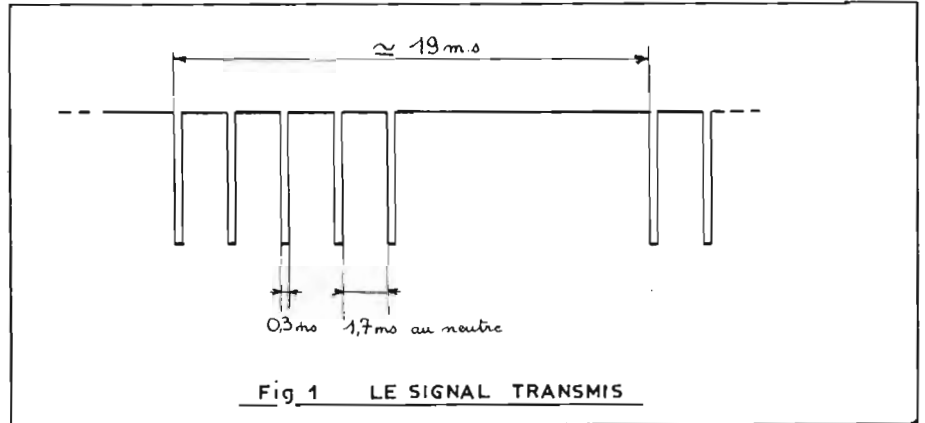


Photo 1. — L'émetteur DIGI4 terminé.

ENSEMBLE de radiocommande digitale et proportionnelle « DIGI-4 » A 4 VOIES



ENFIN nous en arrivons à l'ensemble le plus évolué de la série.

Je commencerai par vous faire une confiance : je construis, avec plus ou moins de bonheur, des ensembles de radiocommande depuis plus de 20 ans. J'ai expérimenté toutes les techniques : les lames vibrantes, les ensembles à filtres, le galloping-ghost, etc.

Et je me dis : Ah ! si j'avais commencé par le DIGI 4, que de temps, que d'argent, j'aurais gagnés !

Eh oui ! Mais il y a vingt ans, le digital n'existait pas, les transistors au silicium n'étaient pas nés, les PNP au silicium miniatures datent de deux ans au plus ! Alors ne regrettons rien : tout vient à son temps.

Il n'empêche que lorsque je constate avec quelle facilité dérisoire et quelle somme modique, on peut faire un bon digital, je regrette presque d'être né trop tôt !...

Pour terminer ce petit préambule, une histoire vraie : Ce juillet 1969, dix stagiaires, réunis au stage national CLAP, à Albi, ont monté en cinq jours, dix DIGI 4 (en fabriquant les circuits imprimés). Et le sixième jour (et non le septième, comme dans une autre histoire...) les ensembles montés rapidement dans des

cellules, volaient à l'entière satisfaction de leurs propriétaires.

Alors amis lecteurs, pas de complexe, montez aussi le vôtre !

Et si vous suivez scrupuleusement nos plans et conseils, vous aurez un ensemble valant les meilleurs !

L'EMETTEUR

De forme fonctionnelle (photo n° 1), utilisant des manches O.S. de bonne précision, il fonctionne selon les normes d'une certaine standardisation qui semble se faire dans la technique digitale : signal à

impulsions étroites à intervalles de 1,7 m/s environ. C'est la technique de Simprop, de Radio-Pilote, de Kraft et de presque tous

les constructeurs américains.

I. ANALYSE DU SCHEMA (Fig. 2)

1° PARTIE HF (T₁ à T₃).

Décidément conservateurs, nous avons gardé le même schéma que pour les deux autres ensembles (MINI4 et ANALOG3). Il s'agit d'une technique sûre à 100 % donnant une bonne portée, avec

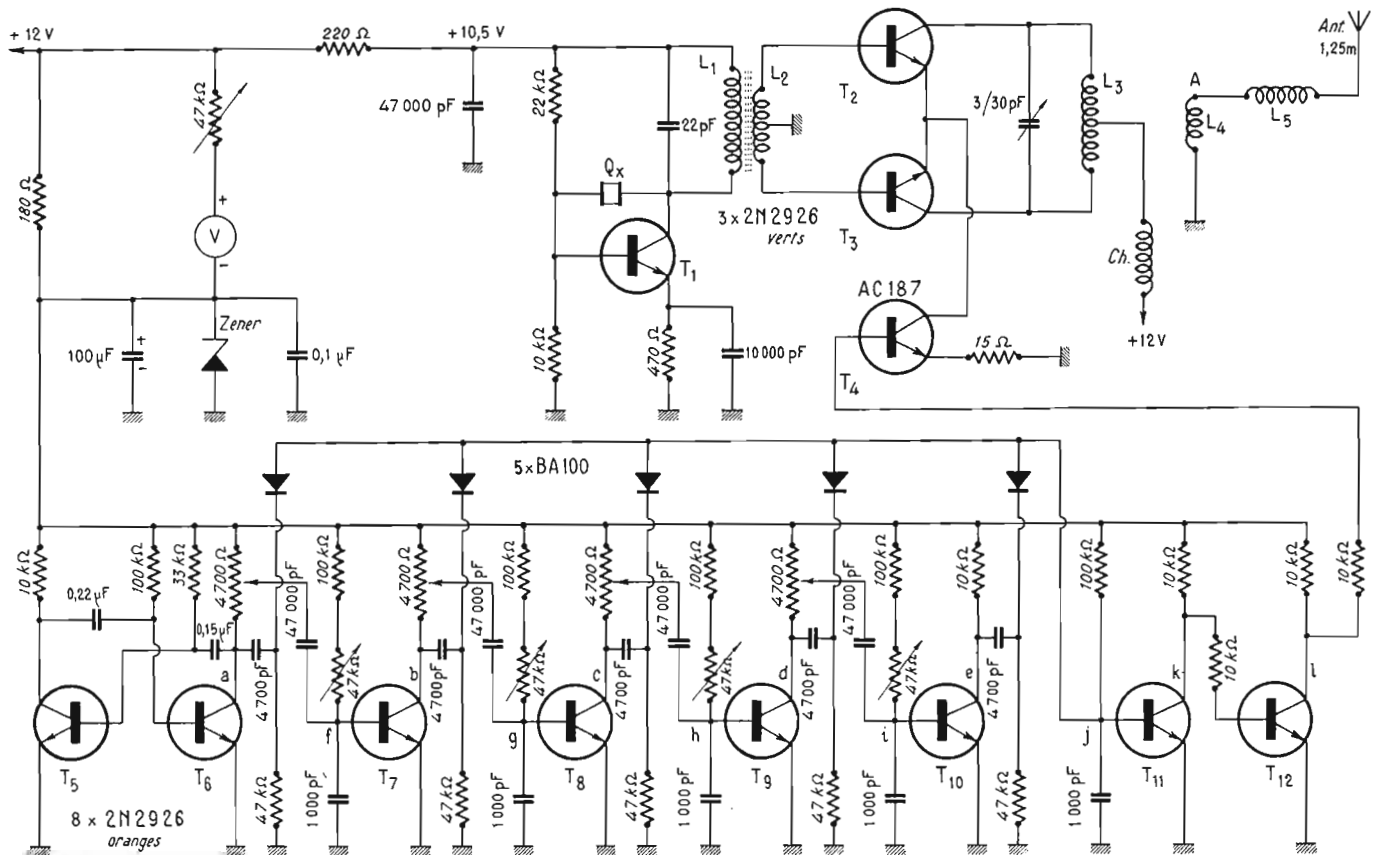


FIG. 2

une consommation très raisonnable. La modulation, par découpage se fait dans le retour des émetteurs des transistors de sortie HF, par l'intermédiaire d'un transistor au germanium NPN AC 187 (T₄).

2° CODEUR (de T₁ à T₂).

Pour passer les informations correspondant à quatre voies, il faut définir quatre intervalles de temps, ce qui nous oblige à fabriquer cinq impulsions (voir Fig. 1).

— L'intervalle entre la 1^{re} et la 2^e donne t₁, soit l'ordre ailerons.

— L'intervalle entre la 2^e et la 3^e donne t₂, soit l'ordre gaz.

— L'intervalle entre la 3^e et la 4^e donne t₃, soit l'ordre profondeur.

— L'intervalle entre la 4^e et la 5^e donne t₄, soit l'ordre direction.

Le codeur alimenté sous 9 V stabilisés par une diode Zener, comprend :

— **Un multivibrateur astable** type de Abraham et Bloch, constitué par les transistors T₅ et T₆, à couplage croisé, fabrique un signal rectangulaire dissymétrique de fréquence voisine de 50 Hz. Ce signal rectangulaire donnera la fréquence de répétition du cycle, c'est-à-dire du train d'impulsions. C'est pourquoi certains l'appellent « l'horloge ». Il serait plus correct de parler de base de temps. Le signal obtenu en a de la figure 2 est visible en figure 4 (c'est le premier) et en figure 11 Pt a.

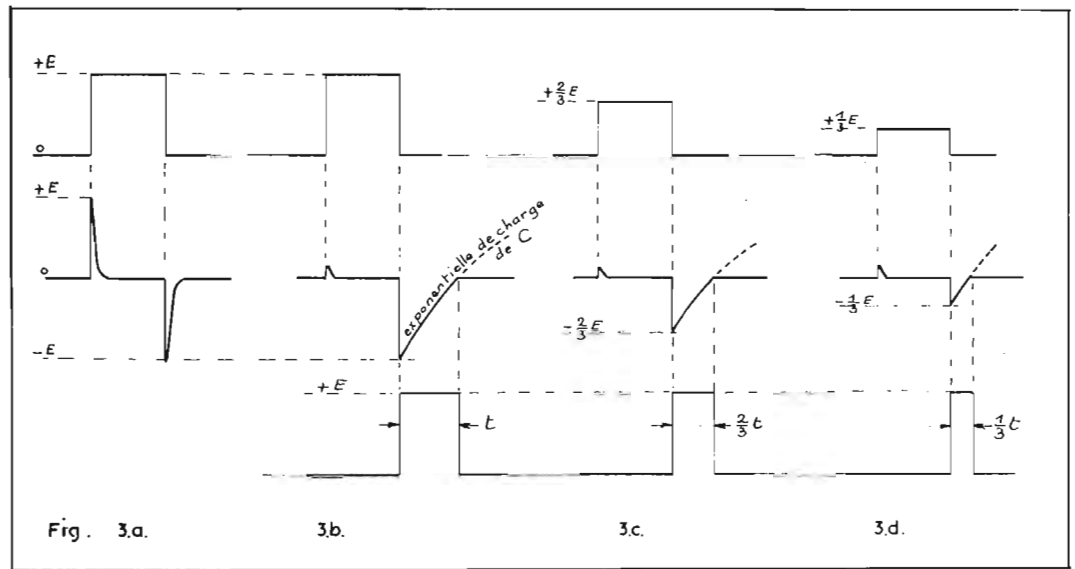
— **Quatre circuits identiques** fabriquent des signaux rectangulaires consécutifs. (T₇ à T₁₀). Analysons en détail le fonctionnement de l'un de ces circuits (T₇ par ex.) : Un 2N2926, monté en émetteur commun est normalement saturé (conducteur : donc Pt b à la masse) car sa base est reliée au + 9 V par une résistance ajustable de 100 K. ohms environ.

On applique sur cette base, par un condensateur de liaison de 47 000 pF une fraction réglable du signal rectangulaire, fabriqué par le circuit précédent (ici T₅, T₆). Ainsi T₇ reçoit le signal du multivibrateur, T₈ celui que fabrique T₇, etc.

Mais le condensateur de 47 000 pF, ayant une trop faible valeur pour passer correctement des signaux rectangulaires à 50 Hz, les différencie (voir Fig. 3a), donnant une impulsion positive et une négative. L'impulsion positive ne fait que renforcer la conduction du transistor ; elle est sans effet (transistor saturé) et même court-circuitée par la jonction de base de ce transistor. Par contre, l'impulsion négative vient en opposition de la tension positive de base et bloque le transistor pendant un temps t, fonction à la fois de R (la 100 K. ohms) et de C (le 47 000 pF) et donné par la formule :

$$t = RC \log 2 = 0,69 RC.$$

Pendant la durée de ce blocage, la tension collecteur passe à + 9 V et l'on obtient sur ce collecteur un



nouveau signal rectangulaire de durée t définie par la constante de temps RC et dont le **flanc avant** coïncide avec le **flanc arrière** du signal rectangulaire précédent (voir Fig. 3b).

Il en sera de même pour chacun des étages suivants qui fourniront à chaque fois, un signal rectangulaire, commençant quand le précédent se termine (gauche de Fig. 4).

Mais il faut faire varier t, puisque c'est précisément cette durée qui définit l'information de chaque voie.

On pourrait faire varier R, mais il faudrait alors des potentiomètres de manche de forte valeur (100 K. ohms) et surtout on aurait une loi de variation difficilement linéaire (donc plus de course sur le servo à droite qu'à gauche par exemple). On fera néanmoins varier R d'une manière ajustable pour calibrer l'émetteur lors de la mise en service.

On obtient la variation souhaitée, d'une autre manière : On remarque sur la figure 3b que l'exponentielle de recharge de C part de -E, valeur déterminée en principe par la tension d'alimentation E (donc tension crête à crête des signaux rectangulaires). En diminuant E, le départ de l'exponentielle remonte et l'intersection avec l'horizontale OV, détermine un temps de blocage plus court (voir Fig. 3c et 3d). Le début de l'exponentielle étant pratiquement droit ; on a une variation linéaire de t et ainsi le résultat escompté.

Pratiquement, il suffit de prendre une fraction réglable du signal rectangulaire précédent, par l'intermédiaire d'un potentiomètre monté en charge collecteur (ce sont les potentiomètres de marche).

Pour nous résumer :

Chaque étage T₇, T₈, T₉, T₁₀ fabrique un signal rectangulaire

consécutif au précédent et de durée t définie par :

C : 47 000 pF fixe.

R : 100 K. ohms ajustable à la mise au point et permettant de régler la course du servo.

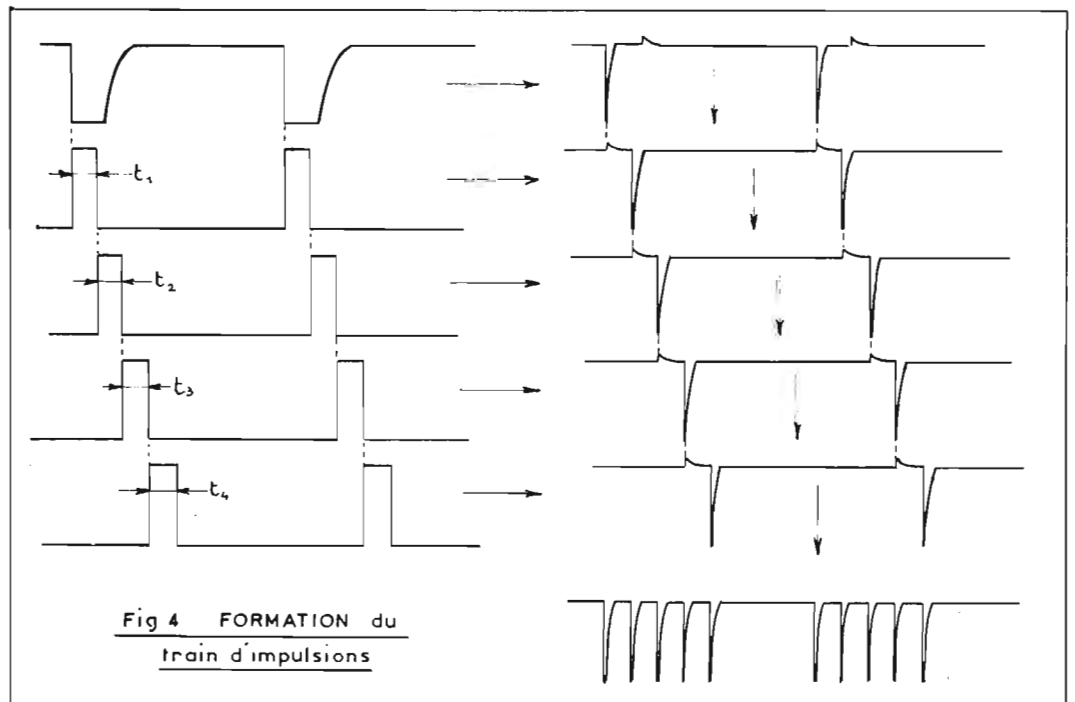
E : Tension crête à crête du signal rectangulaire précédent et réglable par le potentiomètre de manche.

Au neutre, pour toutes les voies, t est de l'ordre de 1,7 m/s. L'excursion totale allant de 1,2 à 2,2 m/s.

— **Une barre à diodes.**

(5 X BA100).

Nous avons représenté en figure 4 les positions relatives dans le temps des cinq signaux fabriqués par le codeur. Ces signaux sont fortement différenciés par une liaison à très faible constante de temps (4 700 pF et 47 000 ohms), puis envoyés, par l'intermédiaire



de cinq diodes au silicium, sur une ligne unique attaquant les transistors amplificateurs T_{11} et T_{12} .

Ces diodes ont un double rôle : ne laisser passer que l'impulsion négative (de part leur sens) et surtout empêcher chaque circuit de réagir sur les autres. On retrouve donc sur la barre les cinq impulsions négatives, définissant nos quatre intervalles de temps t_1, t_2, t_3, t_4 (voir Fig. 4).

— **Amplification.** (T_{11} et T_{12}).

Ces impulsions sont appliquées à la base de T_{11} .

Au repos T_{11} est saturé par la 100 K. ohms, sa tension collecteur est nulle donc la polarisation de T_{12} est nulle aussi et T_{12} est bloqué. Le point I est à + 9 V.

Chaque impulsion bloque T_{11} et sature T_{12} : le point I passe à la masse (OV) pendant la durée de l'impulsion (environ 0,3 m/s).

On retrouve ainsi en I, les cinq impulsions parfaitement mises en forme (bien rectangulaires) calibrées en temps (0,3 m/s) et avec une puissance suffisante pour déclencher convenablement le transistor modulateur T_4 .

— **Modulation** (T_4).

En dehors des impulsions, I est à + 9 V. Cette tension est envoyée sur la base de T_4 (AC187) via une résistance de 10 000 ohms. Ce transistor est saturé : l'émetteur rayonne un maximum de HF.

Pendant chaque impulsion, I est à OV : T_4 n'étant plus polarisé se bloque, coupe l'alimentation du final HF : Pas de porteuse HF pendant les impulsions.

Remarque : Bien se rappeler que les positions des servos dépendent uniquement des durées t_1, t_2, t_3, t_4 . Le temps de récupération séparant la 5^e impulsion de la 1^{re} de la séquence suivante a donc une importance très relative. En respectant les valeurs du multivibrateur, on obtient une précision suffisante : aucun ajustage de la fréquence de répétition de la base de temps n'est nécessaire.

— **Circuits annexes.**

● **Vumètre** : Il mesure l'écart entre la tension alimentation totale et le + 9 V stabilisé. On obtient ainsi une sorte d'amplification des variations relatives de la tension de la batterie.

● **Batterie** : Le boîtier a été dessiné pour l'utilisation de deux accus Voltabloc ou Deac de chacun 6 V 500 mA. Ces deux accus sont évidemment branchés en série pour obtenir les 12 V nécessaires au fonctionnement du montage.

II. — REALISATION

— **Le boîtier** (Fig. 5).

En tôle d'alu de 10/10.

Comme nous l'avons déjà dit, il a été étudié pour l'utilisation de manche O.S. dont l'emploi s'est

révéle intéressant à plusieurs titres :

— Bonne précision des commandes.

— Bâti faisant support du circuit imprimé.

— Calage des axes de potentiomètres très facile, lors de la mise au point, alors qu'avec certains autres manches, cela est presque impossible.

Découper les deux parties du boîtier à la scie à métaux (ou à la cisaille Edma) pour éviter les déformations provoquées par une cisaille ordinaire.

Découper avec précision, les fentes de trim, en utilisant une scie Abrafil. Le pliage se fait sur des pièces de bois dur (hêtre ou chêne) bien d'équerre et parfaitement aux largeurs de la figure 5.

— 2 pièces A servant à plier les bords droit et gauche de la partie avant.

— 1 pièce B parfaitement d'équerre pour plier les bords haut et bas et pour rabattre le dessus et le dessous.

— 2 pièces C servant à plier la partie arrière.

Nous n'avons pas coté les trous du vumètre, du jack et de l'interrupteur, chacun devant tenir compte de ses disponibilités.

— **Les circuits imprimés (CI)** (Fig. 6 et 8).

Nous avons exposé la technique de fabrication dans les articles précédents, aussi nous n'y reviendrons pas.

Utiliser de préférence du circuit en verre époxy.

Les deux CI séparés permettent à la fois une disposition plus aérée et un passage ultérieur en 72 MHz plus facile : il suffit de changer la platine HF.

Après passage des CI dans l'acide nitrique, enlever l'encre à la benzine, puis percer les trous de 1 mm de passage des fils de composants. Découper à la scie à lame fine les divers trous de grand diamètre.

Ce travail achevé :

— Percer les 4 trous d'angle du CI-HF. Placer ce CI sur la face avant du boîtier, à l'emplacement exact qu'il doit occuper et pointer les 4 trous dans l'alu. On aura ainsi une coïncidence parfaite.

— Fixer les bâtis des manches O.S. dans le boîtier. Présenter le

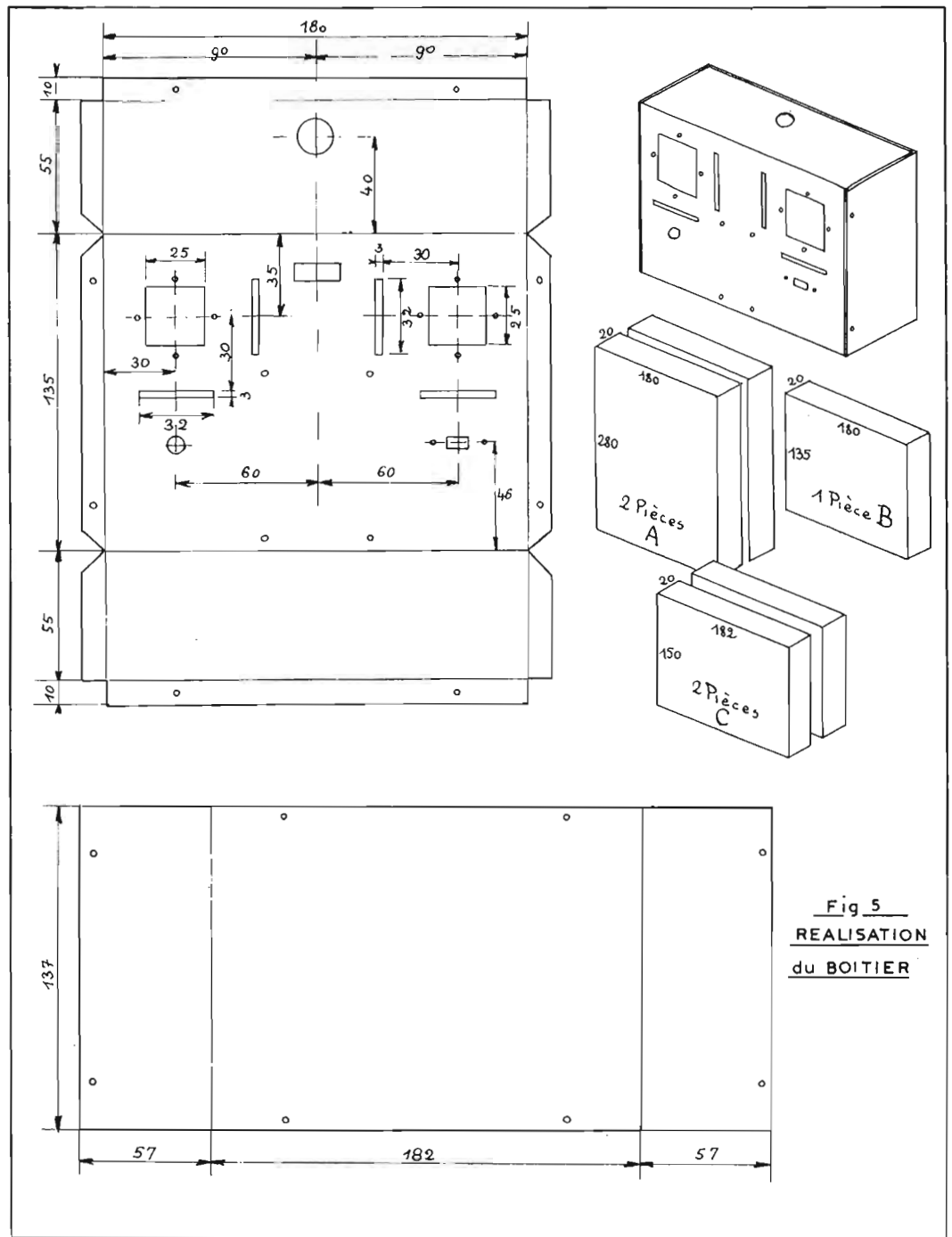
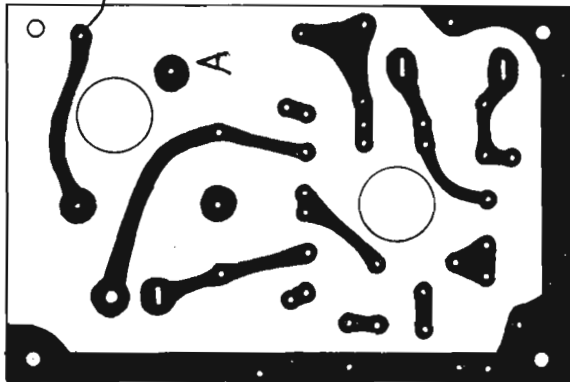


Fig 5
REALISATION
du BOITIER



2N2926

+13,5v



-13,5v

Fig 6 Le C.I. HF

Echelle 1/1

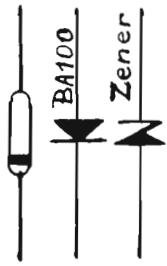
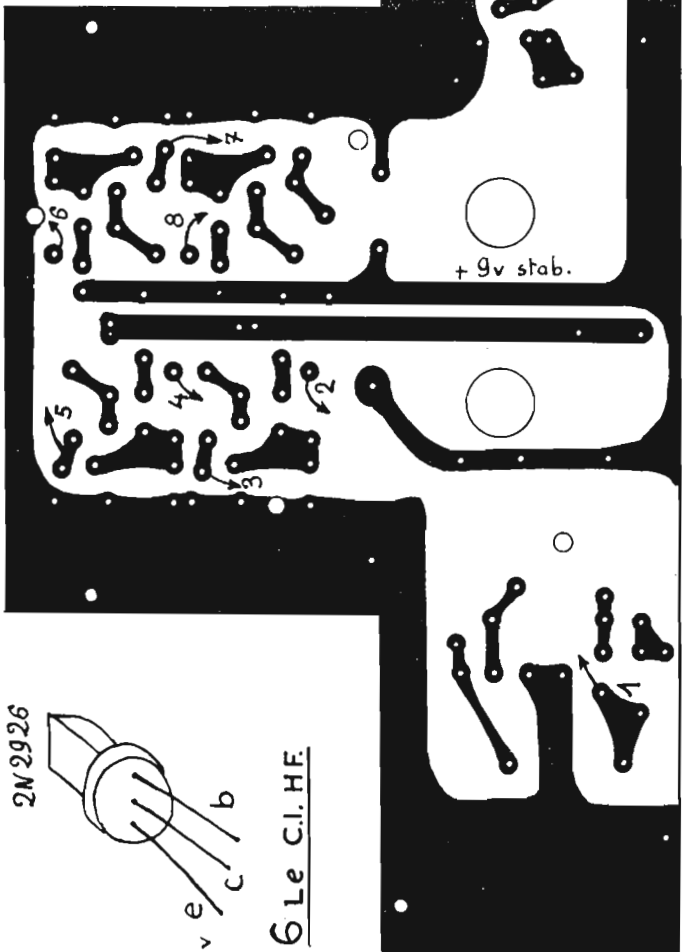


Fig 8 Le C.I. Codeur



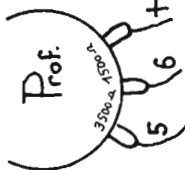
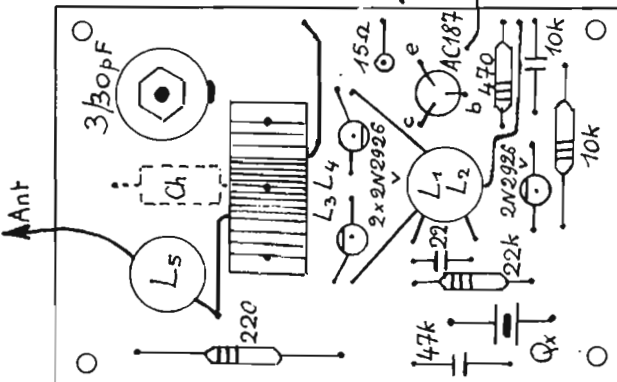
-13,5v

+13,5v

Vu-Mètre

Mod

+9v stab.



Echelle 1/1



Fig 7 Pose des composants HF

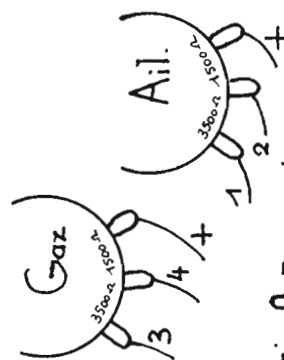
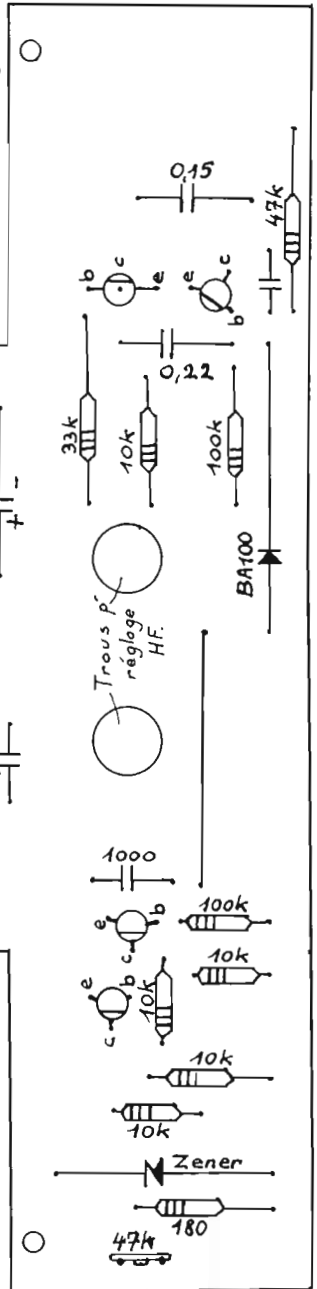


Fig 9 Pose des composants Codeur

8 x 2N2926 Oranges



CI codeur et y pointer les 4 trous de fixation en correspondance avec ceux des bâtis.

LISTE DES COMPOSANTS

Transistors :

- 3 2N2926 verts.
- 8 2N2926 orange (ou vert).
- 1 AC187.
- 5 BA100 (ou 1N4148).
- 1 zener 9 V, 400 mW.

Résistances :

- 1 15 ohms, 1/8 W Cogeco.
- 1 180 ohms, 1/8 W Cogeco.
- 1 220 ohms, 1/8 W Cogeco.
- 1 470 ohms, 1/8 W Cogeco.
- 7 10 000 ohms, 1/8 W Cogeco.
- 1 22 000 ohms, 1/8 W Cogeco.
- 1 33 000 ohms, 1/8 W Cogeco.
- 5 47 000 ohms, 1/8 W Cogeco.
- 6 100 000 ohms, 1/8 W Cogeco
- 4 potentiomètres de 4 700 ohms

Philips linéaires (chez R.D. Toulouse).

5 ajustables de 47 000 ohms Dralowid, type Gsr887 (RD).

Condensateurs :

- 1 22 pF perle.
- 5 1 000 pF perles.
- 5 4 700 pF, C280 Cogeco.
- 1 10 000 pF, C280 Cogeco.
- 5 47 000 pF, C280 Cogeco.
- 1 0,1 μ F, C280 Cogeco.
- 1 0,15 μ F, 250 V, Same, type F62.
- 1 0,22 μ F, 250 V, Same, type F62.
- 1 100 μ F, 16 V, Transco.
- 1 3/30 pF Transco, type 7864.

Divers :

- 2 manches O.S. en kit (demander les vis pointeaux et les ressorts de rappel) chez M. Benhamou, 19, rue d'Uzès, Paris (2^e) (dépositaire de World Engines, U.S.A.).
- 1 vumètre, petit modèle, selon disponibilités (ici un Philips, type Mini K7).
- 1 jack miniature et sa fiche.
- 1 interrupteur à glissière, double inverseur.
- 2 batteries Voltabloc ou Deac de 6 V (500 mA).
- 1 support de quartz.
- 1 quartz bande 27 MHz (fréquence à choisir entre 26 995, 27 045, 27 095, 27 145, 27 195, 27 255 kHz).
- 1 antenne télescopique de 1,25 m. avec pièce de passage et rondelles isolantes, pour extension totale.

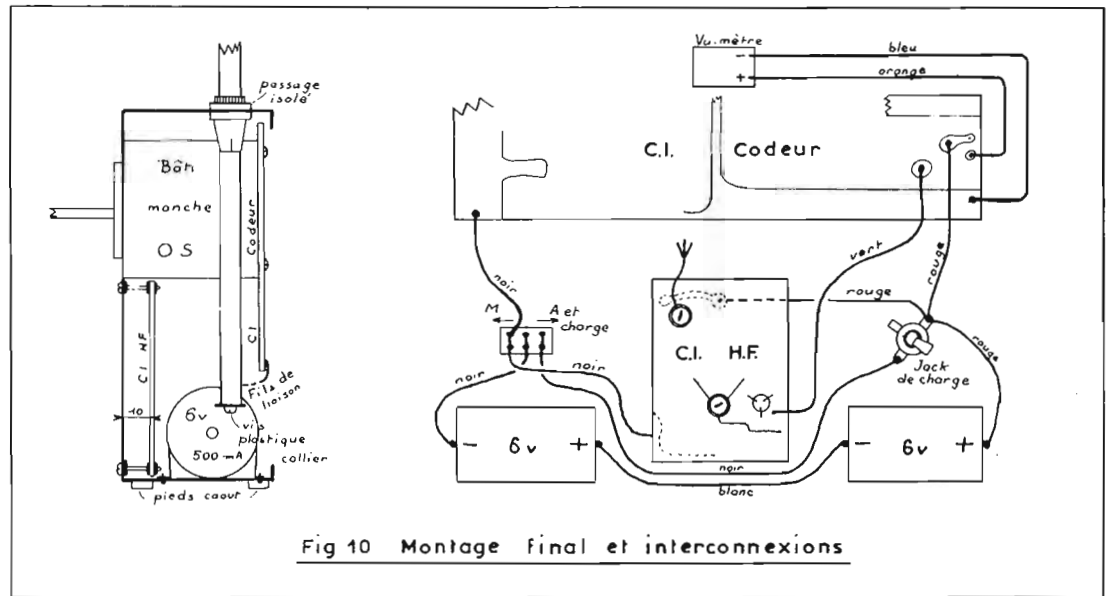


Fig 10 Montage final et interconnexions

Fils de câblage de couleurs.
Visserie : 4 boulons de 2,5 mm avec écrous.

12 boulons de 2 x 15 mm avec écrous et rondelles.

Vis à tôle.

Bobinages :

L_1, L_2 sur mandrin Lipa de 8 mm avec noyau magnétique.

$L_1 = 12$ spires jointives de fil émail-soie 45/100, longueur du bobinage 7 mm.

$L_2 = 2$ fois 2 spires 1/4, fil émail-soie 45/100, centrées sur L_1 . Orienter les fils de sortie selon la figure.

L_3, L_4 sur mandrin Lipa de 10 mm dont on aura coupé la colerette. Bobiner en bifilaire (2 fils côte à côte) en prévoyant la prise médiane sur le fil destiné à L_3 .

Disposer un nombre de spires supérieur à celui désiré : 2 fois 8 tours pour L_3 . Coller les spires sur deux génératrices. La colle bien sèche, dérouler doucement l'un des fils (celui qui correspond à la prise médiane) pour laisser 8 tours de chaque côté. Dérouler l'autre pour laisser 5 spires centrées sur la prise médiane. On obtient ainsi L_3 bobinée à spires écartées et L_4 imbriquée dans L_3 .

L_5 sur mandrin Lipa de 8 mm. 19 spires fil 45 100 émail-soie avec noyau de réglage.

Choc sur une résistance ordinaire 1/2 W, \varnothing 3 mm, L 12 mm, bien cylindrique de valeur supérieure à 100 K. ohms, bobiner à spires jointives le maximum de fil 12/100 émaillé. Se servir d'une petite chignole à main serrée dans un étai.

N.B. — La fabrication de ces bobinages est assez délicate (surtout L_3, L_4). De la rigueur de leurs caractéristiques dépend le rendement du montage.

Comme précédemment, pour venir en aide aux débutants, l'auteur fabriquera les bobinages, si on lui en fait la demande. Joindre une enveloppe timbrée et adressée pour la réponse.

CABLAGE ET CONTROLE

— **Partie HF** (voir Fig. 7 et 6).

Commencer par poser les bobinages HF. Bien décaper les extrémités des fils, les étamer au préalable. Poser les résistances et les condensateurs, le support de quartz.

Terminer par les transistors auxquels on pourra laisser au moins 12 mm de connexions.

Ne pas oublier la self de choc, à souder côté cuivre.

Remplacer le AC187 par un conducteur direct, ramenant les émetteurs des 2N2926 à la 15 ohms. Souder le fil noir (-), le fil rouge (+). Visser le noyau de L_1 dans l'axe du bobinage. Visser le 3/30 pF aux trois quarts. Souder un témoin HF (ampoule de 6 V, 50 mA) entre le point A et la masse. Intercaler un milli 100 mA dans l'alimentation et brancher sur les 12 V (en fait, presque 14 V en fin de charge).

Attention à la polarité : Ici, une erreur ne pardonne pas : elle coûte deux 2N2926. Le témoin HF doit s'allumer immédiatement.

- Sans quartz : $I \approx 7$ à 8 mA.
- Avec quartz : $I \approx 35$ à 40 mA après réglage du 3/30 pF au maximum de luminosité du témoin HF.

- Pour régler le noyau de L_1 :
- dévisser jusqu'à décrochage ;
- revisser jusqu'à la rentrée en oscillation ;
- visser 2 tours de plus.

Débrancher.

Éliminer le pont de fil et souder le transistor AC187, le fil de modulation. Monter définitivement dans le boîtier. Souder le fil d'antenne à la cosse du passage isolé.

— **Platine codeur** (voir Fig. 8 et 9, photos 2 et 3).

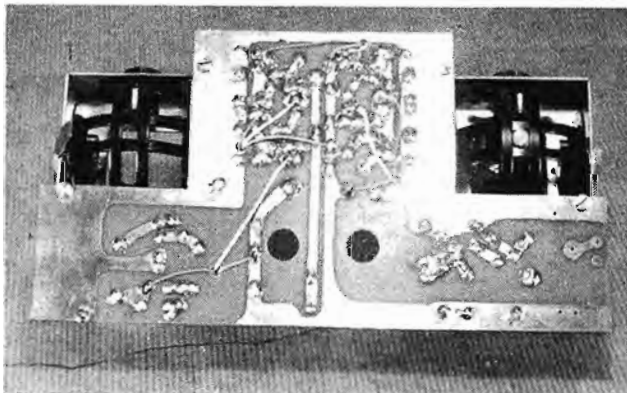


Photo 2. — La platine Codeur montée avec les manches OS.

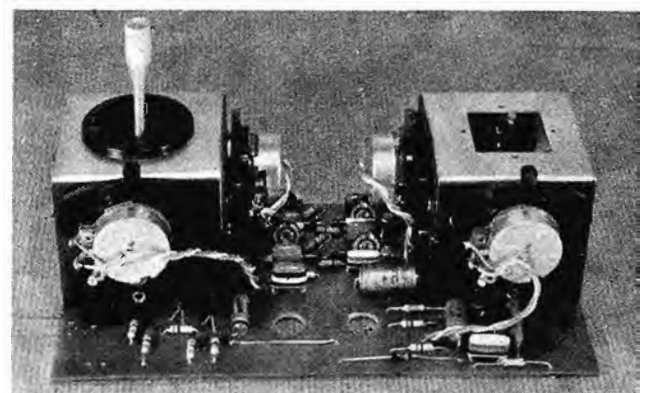


Photo 3. — Platine Codeur, vue du côté des composants.

Disposer les divers composants : R, C et transistors. Il faudra souder bien à plat les résistances de 100 K. ohms et les BA100 de la région centrale, de manière à permettre le passage de l'antenne lorsqu'on la rentre dans le boîtier.

Régler toutes les résistances ajustables de 47 000 ohms à micourse.

Procéder au montage mécanique des manches O.S.

— Couper les axes des potentiomètres Philips pour garder 35 mm hors tout (boîtier compris). Faire 2 fentes en croix à l'extrémité coupée (avec une scie fine).

— Enfoncer les potentiomètres dans la pièce de trim.

— Visser le manchon fileté et bloquer sur la plaquette. Vérifier la douceur du trim.

— Fixer l'ensemble potentiomètre-trim sur le bâti au moyen de deux vis à tête très plate.

— Monter la pièce d'entraînement et bloquer la vis pointeau, après avoir disposé le ressort de rappel pour avoir au neutre 1 500 ohms entre la cosse + et le curseur, et 3 500 ohms entre la cosse curseur et la troisième.

Procéder de même pour l'autre potentiomètre.

Remarquez la pièce de chrysocale servant de frein pour la manette de gaz (sans ressort de rappel, évidemment).

Les deux manches complètement montés, fixer le CI codeur sur les deux bâtis et terminer le câblage en reliant les fils des quatre potentiomètres.

Souder un fil noir (-) et un rouge (+) assez longs (20 cm environ).

— **Montage final** (Fig. 10 et photo 4).

Fixer les deux Voltbloc par deux colliers (alu de 5 à 7/10) bien serrés.

Câbler l'interrupteur, le jack de charge. Souder les fils du vumètre en évitant la proximité de l'antenne (seulement côté vumètre).

En laissant la platine codeur en dehors du boîtier, raccorder les fils + et -.

Ne pas alimenter la partie HF. Brancher l'oscilloscope entre le point I et la masse (gamme 2). Mettre sous tension.

Immédiatement on doit voir (les manches étant prépositionnés) apparaître les impulsions. Régler l'oscilloscope pour voir deux séquences comme sur la figure 11, photo 1.

Vérifier la relative équidistance des impulsions et constater que le temps de récupération est correct. On peut d'ailleurs procéder à des mesures plus précises :

— **Durée d'une séquence :**

Régler l'oscilloscope (synchronisation à zéro) pour observer une séquence immobile.

Remplacer par le générateur BF à l'entrée verticale et régler la fréquence de celui-ci pour observer 1 cycle : lire la fréquence au cadran du générateur. On pourra trouver de 50 à 60 Hz.

Durée d'une séquence :

$$\frac{1}{\text{fréquence en seconde.}}$$

En cas d'écart notable, recommencer... et si on trouve toujours

— **Intervalles des impulsions :**

La durée trouvée, rebrancher l'oscilloscope sur la platine. Calage sur deux séquences.

Mesurer la longueur d'une séquence : L. Mesurer la longueur d'un intervalle : l.

$$\frac{\text{Durée d'un intervalle :}}{\text{durée séquence} \times l}$$

L

On doit trouver 1,7 ms environ.

mise au point finale. Dans ce cas, il faudra contrôler systématiquement les différents oscillogrammes de la figure 11.

Le fonctionnement du codeur contrôlé. Installer la platine dans le boîtier, fixer en disposant les bras de manches et leurs cuvettes par 8 vis à tête.

Raccorder le + et le - HF, en profiter pour raccourcir les fils alimentation codeur.

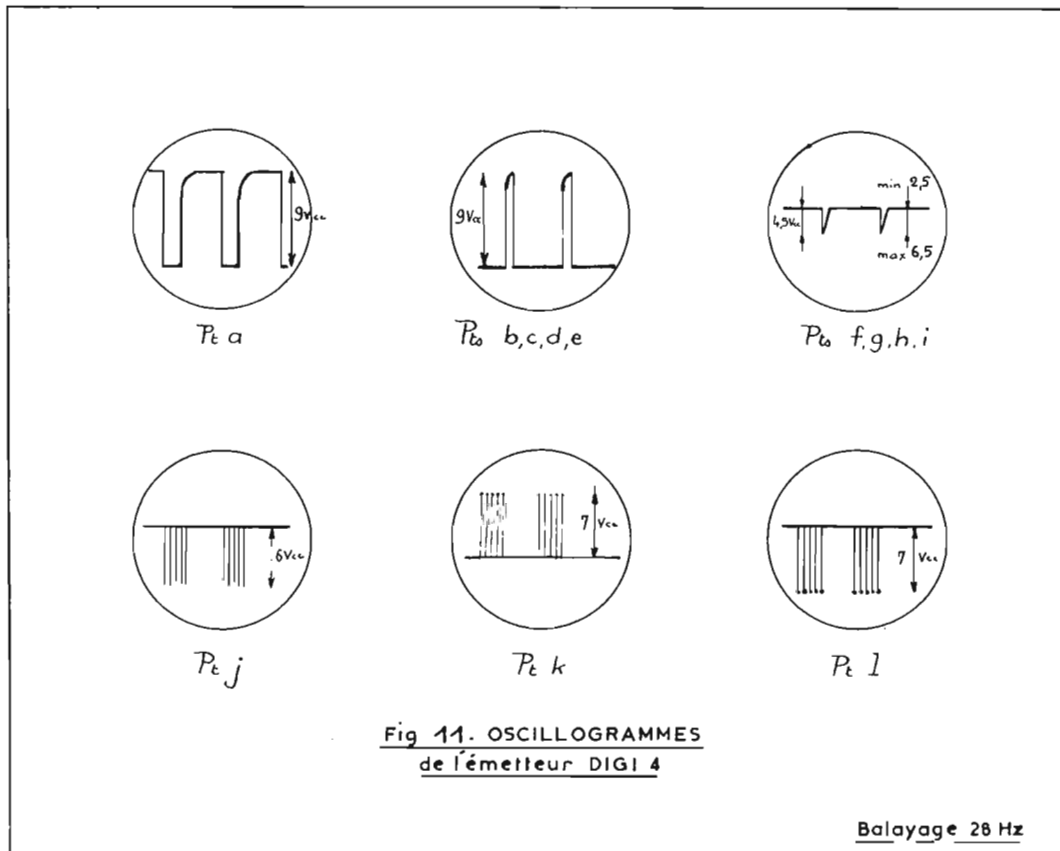


Fig 11. OSCILLOGRAMMES de l'émetteur DIGI 4

Balayage 28 Hz

le même résultat, et si l'on est bien sûr de l'étalonnage du générateur, il faudrait suspecter la valeur de l'un des éléments du multi-vibrateur : condensateur de 0,22 μ F, de 0,15 μ F, résistance de 33 K. ohms, de 100 K. ohms.

Consommation du codeur : 18 mA.

Il est à remarquer que les mesures de durée sont superflues dans la majorité des cas. Elles ne sont à faire que si l'on constate des anomalies très nettes lors de la

Souder le fil de modulation et les fils du vumètre.

Mettre en service le mesureur de champ oscilloscopique. Déployer les antennes.

Allumer l'émetteur : on doit obtenir le même signal que précédemment.

Régler le 3/30 pF au maximum d'amplitude, puis le noyau de L₃. Revenir plusieurs fois sur les réglages en terminant toujours par le 3/30 pF.

L'émetteur est alors pratiquement terminé : il ne restera à faire que le calage exact des axes de potentiomètres et celui des ajustables réglant la course des servos. Mais il faut pour cela attendre que l'ensemble complet soit achevé.

Dernier réglage : ajuster la 47 000 ohms du vumètre pour amener l'aiguille aux trois quarts de la course, batteries bien chargées. On pourra ainsi utiliser l'émetteur jusqu'au moment où cette aiguille tombera à un quart.

(A suivre)

F. THOBOIS.

N° 1 256 ★ Page 141

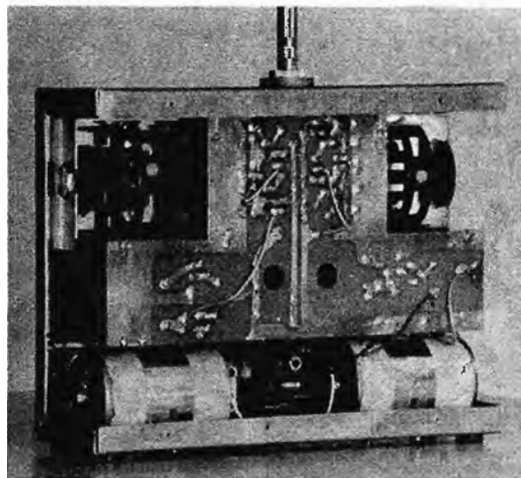


Photo 4. — Vue de l'intérieur de l'émetteur terminé. Remarquer la platine HF entre les 2 accus