

3 1761 00032290 9

Prix Cinq Francs

Price Four Shillings

UNE EXPLICATION

AN EXPLANATION

PHONOPORE,

THE PHONOPORE,

UN APPAREIL POUR TRANSMETTRE LES

SONS PAR VOIES AÉRIENNES

TÉLÉGRAPHE
PHONOPORE SIMPLEX

THE SIMPLEX
PHONOPORE TELEGRAPH

C. LANGDON-DAVIES.

C. LANGDON-DAVIES.

*Composé des messages sur le Sonnerie de la Appareils
de Phonopore, par M. LAYTON CLARK, M. THOMAS
THOMPSON, M. GERRARD THOMAS, M. GERRARD
THOMAS, M. GERRARD THOMAS, M. GERRARD THOMAS
et les autres des Départements des Télégraphes
et des Téléphones de la Poste-Royaume.*

*With Reports on the Phonopore System and Experiments
by MR. LAYTON CLARK, THOMAS THOMPSON, MR. GERRARD
THOMPSON, MR. GERRARD THOMAS, and other
Officers of the Telegraph Department of Great
and THE NETHERLANDS.*

ÉDITION DE 1880

ÉDITION DE 1880

PASC

TK
5117
L3



UNE EXPLICATION

DE

PHONOPORE,

SE RAPPORTANT PLUS SPÉCIALEMENT AU

TÉLÉGRAPHE
PHONOPORE SIMPLEX

PAR

C. LANGDON-DAVIES.

Accompagnée des Rapports sur le Système et les Appareils du Phonopore par M. LATIMER CLARK, M. LE PROFESSEUR SILVANUS THOMPSON, M. CONRAD COOKE, et les officiers des Départements des Télégraphes d'ESPAGNE et des PAYS-BAS.

Illustrée et traduite en Français.

LONDRES :

KEGAN PAUL, TRENCH, TRÜBNER ET C^{IE} (LIM.).

1891

AN EXPLANATION

OF

THE PHONOPORE,

AND MORE ESPECIALLY OF

THE SIMPLEX
PHONOPORE TELEGRAPH

BY

C. LANGDON-DAVIES.

With Reports on the Phonopore System and Instruments by MR. LATIMER CLARK, PROFESSOR SILVANUS THOMPSON, MR CONRAD COOKE, and also the officials of the Telegraph Departments of SPAIN and THE NETHERLANDS.

Illustrated, and Printed in English and French.

LONDON :

KEGAN PAUL, TRENCH, TRÜBNER & CO. (LIM.).

1891

TK
5117
L3

LONDON :
PRINTED BY THE HANSARD PUBLISHING UNION, LIMITED,
GREAT QUEEN STREET, W.C.

TABLE

DES MATIÈRES.

OF CONTENTS.

	PAGE		PAGE
Table des Figures	5	List of Illustrations	5
Introduction	7	Introduction	7
Bruits d'Induction	9	Induction Noises	9
Recherches Préliminaires	10	Preliminary Researches	10
Le Phonopore Transmetteur	15	The Phonopore Transmitter	15
Le Régulateur de Vitesse	16	The Rate Governor	16
Le Commutateur à Cheville	19	The Pinswitch	19
Le Phonopore Récepteur	20	The Phonopore Receiver	20
Courants étrangers	22	Foreign Currents	22
Le Phonopore Porteur	22	The Phonopore Carrier	22
Arrangements de la Ligne	23	Line Arrangements	23
Le Phonopore Duplex	24	The Phonopore Duplex	24
Les Appareils pour le Télégraphe Phonopore		Instruments for the Simplex Phonopore Tele-	
Simplex	29	graph	29
Le Transmetteur simplex	29	The Transmitter	29
Le Formateur de Signaux, Type A	30	The Signal-former, Standard A	30
Le Formateur de Signaux, Type B	31	The Signal-former, Standard B	31
Épreuves	32	Tests applied to the Simplex Phonopore Telegraph	32
Rapport de M. Latimer Clark	37	Report of Mr. Latimer Clark	37
„ M. le Professeur Silvanus P. Thompson	41	„ Professor Silvanus P. Thompson	41
„ M. Conrad W. Cooke	41	„ Mr. Conrad W. Cooke	41
Note A. Programme des expériences	50	Paper A. Programme of experiments	50
Rapport des expériences en Espagne	53	Report of The Spanish experiments	53
„ des expériences dans les Pays-Bas	58	„ The Netherlands experiments	58



TABLE DES FIGURES.

FIG.		PAGE
1	Ligne télégraphique de deux fils illustrant le phénomène des "Bruits d'Induction" . . .	9
2	Phonopore, ou câble-bobiné . . .	10
3	Ligne simulée, représentant la ligne indiquée dans la figure 1 . . .	11
4	Ligne simulée, comme dans la figure 3, avec les appareils placés entre les deux parties égales du câble-bobiné, et en deux circuits . . .	11
5	Ligne simulée, comme dans la figure 4, avec les appareils et câbles-bobinés en un seul circuit . . .	12
6	Ligne simulée, comme dans la figure 3, en deux circuits, l'un pour la transmission et l'autre pour la réception . . .	12
7	Ligne simulée, comme dans la figure 4, arrangée en circuit phonoporique sans continuité conductrice . . .	13
8	Ligne simulée, comme dans la figure 3, en un circuit conducteur et circuit phonoporique combinés . . .	13
9	Circuit de ligne réelle, où sont répétées les conditions indiquées dans la figure 8 . . .	14
10	Circuits du Phonopore Transmetteur . . .	15
11	Circuit primaire d'une bobine Ruhmkorff montrant aussi l'action irrégulière de l'interrupteur . . .	17
12	Circuit primaire avec le Régulateur de vitesse Langdon-Davies, montrant aussi l'action régulière de l'interrupteur . . .	18
13	Commutateur à cheville . . .	19
14	Circuits du Phonopore Récepteur, avec relais . . .	20
15	Ligne avec un Morse Simplex et un Phonopore Simplex, constituant un Phonopore Duplex . . .	24
16	Ligne avec un Télégraphe Phonopore seul . . .	24

LIST OF ILLUSTRATIONS.

FIG.		PAGE
1	Telegraph Line of two wires illustrating the phenomenon of "Induction noises" . . .	9
2	Phonopore, or cable-coil bobbin . . .	10
3	Simulated line representing the line shown in fig. 1 . . .	11
4	Simulated line as in fig. 3, with instruments placed between two equal parts of the cable-coil, and in two circuits . . .	11
5	The same, with the instruments and cable-coils arranged in one circuit . . .	12
6	The same, arranged in two circuits, one being for transmission and the other for reception . . .	12
7	The same, arranged as a Phonoporic circuit without conductive continuity . . .	13
8	The same, arranged as one circuit, but combining a conducting circuit with a Phonoporic circuit . . .	13
9	A line circuit, in which the conditions shown in fig. 8 are repeated . . .	14
10	The Phonopore Transmitter circuits . . .	15
11	The primary circuit of a Ruhmkorff coil, showing the irregular action of the break . . .	17
12	A similar primary circuit, but with Langdon-Davies' Rate Governor, showing the regular action of the break . . .	18
13	The Pin-switch . . .	19
14	The Phonopore Receiver circuits, with relay . . .	20
15	Line circuit with Simplex Morse and Simplex Phonopore, constituting a Phonopore Duplex . . .	24
16	Line circuit with Phonopore Telegraph only . . .	24

	PAGE		PAGE
(T) Arrangements of an ordinary Duplex Telegraph	25	17 Arrangement d'un Télégraphe Duplex ordinaire	25
18 Phonopore Duplex line circuit, constituting a direct ordinary service and an intermediate Phonopore service	26	18 Phonopore Duplex. Ligne constituant un service ordinaire direct, et un service Phonopore intermédiaire	26
19 Phonopore Duplex line circuit, with an ordinary service between the terminals and a Phonopore service between one terminus and an intermediate station	27	19 Phonopore Duplex. Ligne avec un service ordinaire entre les postes extrêmes et un service Phonopore entre un poste extrême et un poste intermédiaire	27
20 Phonopore Duplex line circuit, with an ordinary telegraph working between its terminals and a Phonopore service through the same wire, but between two distant places connected with the wire by branch lines	27	20 Phonopore Duplex. Ligne avec un service ordinaire travaillant entre les postes extrêmes et un service Phonopore sur le même fil, mais entre deux places au loin reliées au fil par des embranchements	27
21 Phonopore Duplex line circuit, with an ordinary telegraph omnibus service and a direct Phonopore service	27	21 Phonopore Duplex. Ligne avec un service télégraphique ordinaire omnibus, et un service Phonopore direct...	27
22 The Phonopore Transmitter	29	22 Phonopore Transmetteur	29
23 The Phonopore Receiver. Signal-former A	30	23 Phonopore Récepteur. Formateur de Signaux A	30
24 The Phonopore Receiver. Signal-former B	31	24 Phonopore Récepteur. Formateur de Signaux B	31
25 The Phonopore as installed for work	32	25 Installation du Phonopore en action	32
26 Map showing Phonopore Duplex line circuit in Spain, 1,060 miles long	35	26 Phonopore Duplex. Carte montrant l'expérience en Espagne. Longueur du circuit, 1,700 kilomètres	35
27 Phonopore Duplex line service between London and Folkestone	37	27 Phonopore Duplex. Service entre London et Folkestone	37
28 Phonopore Duplex line service on the London-Leicester omnibus line	41	28 Phonopore Duplex. Service omnibus entre London et Leicester...	41
29 Diagram of the St. Pancras installation	49	29 Diagramme de l'installation à St Pancras	49
30 Phonopore Duplex between London and Leicester on the London-Derby wire	52	30 Phonopore Duplex entre London et Leicester sur le fil London-Derby	52
HEER A. COLLETTE'S DIAGRAMS.		DIAGRAMMES DE MONSIEUR AUG. COLLETTE.	
31 A Phonopore	59	31 Phonopore	59
32 Phonopore Duplex line circuit	60	32 Phonopore Duplex, circuit de la ligne	60
33 Phonopore Telegraph Transmitter	61	33 Phonopore Transmetteur	61
34 Phonopore Telegraph Receiver (Signal-former)	62	34 Phonopore Récepteur (Formateur de Signaux)	62
35 Phonopore Duplex installation	63	35 Installation du Phonopore Duplex	63
36 Submarine experiment	67	36 Expérience Sous-marine	67

INTRODUCTION.

LE sujet traité dans les pages suivantes est restreint à une explication du Phonopore relatif au Télégraphe Phonopore Simplex.

Aucun essai pour l'avancement ou la discussion des théories n'a été mentionné ici; seuls des faits accomplis y sont décrits, et les moyens qui ont servi à les obtenir.

La forme des explications est telle qu'elle soit à la portée de tous ceux qui s'occupent d'électricité et de télégraphie pratique, et même de ceux qui n'ont que quelques connaissances de ces sujets.

Ceci forme la réponse—délayée par des circonstances au dehors de mon contrôle—aux demandes d'environ un millier de correspondants, qui m'ont questionné à ce sujet, et a pour but de permettre, à ceux qui s'intéressent au Phonopore, de savoir ce qui a été fait.

Après une rapide description du phénomène qui me conduisit à entreprendre ce genre de recherches, j'ai décrit quelques expériences qui m'amènèrent à imaginer les appareils du Télégraphe Phonopore et les méthodes de les employer. Une description des arrangements techniques de ces instruments et des méthodes, et une comparaison des résultats obtenus par eux et par les systèmes de télégraphie ordinaires, est suivie d'une description des principaux appareils du Télégraphe Phonopore Simplex, prêts maintenant à fonctionner pratiquement, avec un résumé des épreuves auxquelles ils ont été soumis, et des fonctionnements pratiques de longue durée qui ont fourni l'expérience pour les amener à leur condition actuelle de développement.

Cinq rapports d'experts éminents, dont j'estime que le témoignage a la plus haute importance, sont ajoutés à ces descriptions, chacun d'eux consignant des recherches indépendantes, et ils sont dignes de la plus attentive considération.

Les expériences sur de longues lignes télégraphiques exigent la coopération d'un grand nombre de collabora-

THE scope of the following pages is restricted to an explanation of the Phonopore, so far as it relates to the Simplex Phonopore Telegraph.

There is no attempt to advance or discuss theories; results alone are described, and the means by which they were obtained.

The manner of the explanation is intended to be intelligible to all who are acquainted with electro-technics and practical Telegraphy, and also to many who know but little of those subjects.

It is the answer—delayed by circumstances beyond my control—to the inquiries of nearly a thousand correspondents who have asked for this information; and it is intended to enable others, interested in the Phonopore, to understand what has been done.

After a brief description of the phenomenon which suggested this particular line of research, I have set down some of the experiments which led me to devise Phonopore Telegraph instruments and methods of employing them. A description of the technical arrangement of the instruments and methods, and a comparison of the results producible by them with those producible by ordinary telegraph systems, is followed by a description of the principal Simplex Phonopore Telegraph instruments now ready for practical use, with an account of the tests to which they have been subjected, and of the long-continued practical workings which have furnished the experience necessary to bring them to their present condition of development.

Five Reports by eminent experts, whose testimony I estimate to be of the highest possible value, are added; each records an independent investigation, and they are worthy of the most careful consideration.

Experiments on long Telegraph lines require the cooperation of very many helpers. I gratefully acknow-

for the generous assistance I have received in England from the Directors, Electricians and staff of the Midland and the South Eastern Railways, respectively, and abroad from the officials of the State Telegraph Departments, more especially those of the Netherlands, of Spain, and of Portugal.

Permission to use Telegraph wires, in some cases for many years, for purposes of research, is a privilege of the highest value, and one I sincerely appreciate; and the personal help I have received day after day and night after night, in long and toilsome experiments, carried out under trying conditions, has created in my mind a deep and lasting impression, which I cannot venture to describe in fitting terms here. But I should do injustice to the interest and sympathy my helpers have shown, if I failed to express my conviction that they will regard with satisfaction the results which have attended our labours.

I cordially invite correspondence on the subject of the Phonopore from all who take an interest in it from a scientific or technical point of view; and, if necessary, I will arrange a means of inter-communication among my correspondents, so that the results of the consideration and experience of each may be made as useful as possible to all.

C. LANGDON-DAVIES.

Faraday House,

Charing Cross Road, London, W.C.

26th January, 1891.

teurs. Je reconnais gracieusement le généreux concours que j'ai reçu en Angleterre des Directeurs, Électriciens, et employés des Midland et South Eastern Railways, respectivement, et à l'étranger des Chefs des Départements des Télégraphes de l'État, et particulièrement ceux des Pays-Bas, d'Espagne, et de Portugal.

J'ai sincèrement apprécié la permission de me servir des fils télégraphiques, et dans quelques cas pendant plusieurs années, pour mes recherches, ce qui est un privilège de la plus haute valeur, et que j'estime beaucoup; et l'assistance personnelle que j'ai reçue nuit et jour, dans de longues et pénibles expériences dans le cours de mes recherches, a créé dans mon esprit une profonde et ineffaçable impression que je ne puis décrire en termes assez justes. Mais je ferais injustice à l'intérêt et à la sympathie que mes collaborateurs ont montrés, si je manquais d'exprimer ma conviction qu'ils regarderont avec satisfaction les résultats qui ont couronné nos travaux.

J'invite cordialement la correspondance sur le Phonopore de tous ceux qui prennent un intérêt à cette question, au point de vue scientifique ou technique; et, s'il est nécessaire, j'arrangerai un système d'inter-communication parmi mes correspondants, pour que les résultats de leur considérations et de leurs expériences puissent être rendus aussi fructueux que possible.

C. LANGDON-DAVIES.

Faraday House,

Charing Cross Road, London, W.C.

26 Janvier, 1891.

THE PHONOPORE.

I.—“BRUITS D'INDUCTION.”

La figure 1 représente deux lignes télégraphiques, A et B, disposées parallèlement sur les mêmes poteaux, dont les circuits sont fermés par la terre E. Dans le circuit A sont intercalés une batterie p , une clef k , et un galvanomètre (ou un autre instrument télégraphique) OT. Dans le circuit B est intercalé un récepteur téléphonique T.

En fermant la clef k un courant télégraphique ordinaire est envoyé de la batterie p dans le circuit A à travers l'instrument télégraphique OT, et l'aiguille est déviée.



Fig. 1.

En plus de cet effet dans le circuit A, le courant en circulant produit un second effet dans le fil parallèle B, qui n'est pas relié à la pile, et qui n'est pas traversé par le courant.

Ce second effet peut être facilement observé par un téléphone T intercalé dans le circuit B. À l'émission et à la rupture de chaque courant dans A, un clic sera entendu dans le téléphone de B, c'est-à-dire, deux clics seront entendus dans B pour chaque envoi de courant dans A.

Ce second effet dans le circuit B peut être produit par plus d'un seul courant voisin. Si, par exemple, 50 fils sont placés à proximité du fil B, comme cela arrive fréquemment, chaque émission et chaque rupture de courant dans chacun des 50 fils produiront deux clics dans le téléphone T, le résultat sera un bruit si intolérable que les communications téléphoniques seront rendues fort difficiles et souvent même impraticables.

I.—“INDUCTION NOISES.”

Fig. 1 represents two telegraph line wires, A and B, running parallel to each other on the same poles, whose circuits are in each case completed through the earth E in the usual way. Upon the wire A are installed a battery p , a key k , and a galvanometer (or other telegraph instrument) OT. Upon the wire B is installed a telephone receiver T.

When, by closing the key k , an ordinary electric telegraph current is sent from the battery p , along the wire A, and through the telegraph instrument OT, the needle of the galvanometer is deflected.

In addition to this effect in the wire A, wherein the current flows, a second effect is produced in the parallel wire B, with which wire the battery is not connected, and in which the current does not flow.

This second effect can be readily observed by means of the telephone T, inserted in the wire B. At the beginning and the ending of each current flowing in A, a click will be heard in the telephone inserted in B; that is to say, two clicks will be heard in B for every separate current flowing in A.

This second effect in wire B may be produced by more than one neighbouring current. If, for example, fifty wires A are placed in similar proximity to the wire B, as is frequently the case, each current in the fifty wires will produce two flicks in the telephone T, resulting in so intolerable an uproar as to render telephonic communication thereby extremely difficult and often impracticable.

These sounds are known to telephonists, almost universally, as "induction noises," and they constitute a serious obstacle to telephony—one which can, it is true, be overcome, but only at very great cost. Many attempts have been made to find simpler and less expensive methods, in some of which attempts I have been more or less concerned, but only to find that each new method was quite as costly and as difficult as the last.

This led me to investigate the cause of "induction noises," in the hope of finding that a force, so difficult to overcome, might be made useful.

The Phonopore was a result of the investigation.

Ces sons sont désignés, presque partout, par les téléphonistes, "bruits d'induction" ou "friture," et constituent un obstacle sérieux à la téléphonie, qui peut être vaincu, il est vrai, mais seulement par de gros sacrifices. Beaucoup d'essais ont été faits pour trouver des méthodes plus simples et moins coûteuses, et dont je me suis occupé moi-même, plus ou moins, mais pour découvrir seulement que chaque nouvelle méthode était tout aussi coûteuse, et aussi difficile à appliquer, que les précédentes. Ceci me conduisit à chercher la cause des "bruits d'induction," dans l'espoir de tirer un parti utile de cette force si difficile à surmonter.

Le Phonopore est un résultat de la recherche.

II.—PRELIMINARY RESEARCHES.

In order to investigate the phenomena of "induction noises," I constructed simulated telegraph lines of various forms and composed of from two to fifty wires each.

II.—RECHERCHES PRÉLIMINAIRES.

Pour rechercher les causes du phénomène des bruits d'induction, je construisis des lignes télégraphiques simulées de différentes formes et composées de 2 à 50 fils chacune.

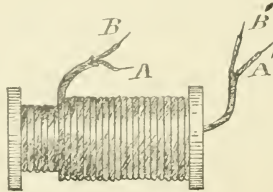


Fig. 2.

One of these simulated lines is represented in Fig. 2. It consists of two well insulated copper wires, bound together throughout their whole length by a winding of silk. The cable thus formed is therefore composed of two separate parallel conductors, A and B, insulated from each other, and is, for convenience, wound upon a wooden reel: it is represented in subsequent figures by two wavy lines.

Fig. 3 shows how this simulated line was arranged to represent the same conditions as would exist in the actual line, indicated in fig. 1. AA' and BB' are the two insulated wires in the cable-coil, and represent the two telegraph line wires; EE' are return wires to replace the earth connections.

Une de ces lignes simulées est représentée, fig. 2. Elle consiste en deux fils de cuivre bien isolés, réunis sur toute leur longueur par un guilage de soie. Le câble ainsi formé est constitué par deux conducteurs distincts et parallèles, A et B, isolés l'un de l'autre, et, pour la commodité, est enroulé sur une bobine de bois. Il est représenté dans les figures ci-dessous par deux lignes ondulées.

La figure 3 montre comment cette ligne artificielle était arrangée pour représenter les mêmes conditions que celles de la ligne réelle, fig. 1. AA' et BB' sont les deux fils isolés du câble embobiné, et représentent les deux fils télégraphiques; EE' sont les fils de retour qui remplacent les connexions de la ligne à la terre.

Quand la clef *k* est fermée, la batterie envoie un courant dans le circuit AA'E et le galvanomètre OT dévie; en même temps, dans le circuit voisin BBE, on constate le second effet par le téléphone T. Le second

When the key *k* was closed, the battery current flowed in the circuit AA'E, and the galvanometer OT was deflected; at the same time, in the adjacent circuit BBE, the second effect was observable by means of the

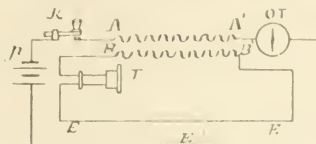


Fig. 3.

effet est, en proportion, plus grand relativement au courant original que dans la ligne réelle, parce que les conditions de cette production sont plus favorables dans cette ligne artificielle.

The second effect was greater in proportion to the originating current than in the actual line, because the conditions of the simulated line were more favourable to its exhibition.

Dans la figure 4 les organes sont les mêmes, mais arrangés différemment. Le câble-bobiné est divisé en deux parties, AB et A'B'; la batterie, la clef, et les instruments sont insérés entre les deux demi-bobines, les deux circuits sont en tous autres points exactement les mêmes que dans la figure 3, et les résultats obtenus sont les mêmes.

In fig. 4 the same organs are shown, but differently arranged. The cable-coil is divided into two parts—one half at AB, the other half at A'B'—the battery, key, and instruments are inserted between the two half coils, the two circuits are in all other respects precisely the same as in Fig. 3 and Fig. 1, and the same results were obtained.

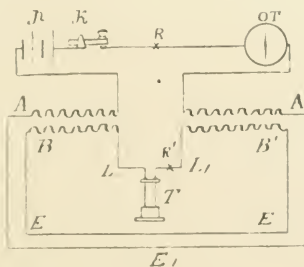


Fig. 4.

Une résistance R de 10,000 ohms fut insérée entre la clef *k* et le galvanomètre OT, et une seconde résistance R' de même valeur fut intercalée à côté du téléphone T. Ceci eut pour effet de changer la nature des dispositions, car les résistances de A, A', B, et de B' étaient chacune

A resistance R of 10,000 ohms was inserted between the key *k* and the galvanometer OT, and a second resistance R' of the same value was inserted beside the telephone T. This changed the nature of the arrangement, for, the resistance of A, A', B and B' respectively

being only 23 ohms each, they were no longer regarded as simulating the line-wires, which were more properly represented by the resistances R, R' of 10,000 ohms each. The cable-coils thus became instruments in the line-wires and ceased to be the line-wires themselves.

The following were among the experiments tried with this arrangement :—

d'environ 23 ohms seulement, et par suite ne pouvaient plus être regardées comme les fils de ligne, qui sont plutôt les résistances R, R' de 10,000 ohms chacune. Les câbles-bobinés deviennent ainsi de véritables instruments intercalés dans les fils de ligne, et cessent d'être ces fils de lignes eux mêmes.

Les expériences suivantes furent entreprises avec cette disposition :—

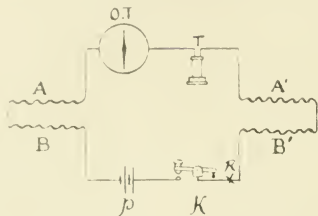


Fig. 5.

The various organs were formed into a single conducting circuit (fig. 5), pKR was the transmitting portion, and OT, T , the reception. When the key k was closed, the galvanometer needle $O T$ was deflected, and the tick was heard in the telephone T . The current produced an effect both in the galvanometer and the telephone.

Les différents organes furent montés dans un seul circuit, fig. 5, pKR étant le poste transmetteur, et OT, T le poste récepteur. Quand la clef k fut abaissée, l'aiguille du galvanomètre dévia et un clic fut perçu dans le téléphone T . Le courant produisit un effet, à la fois, dans le galvanomètre et dans le téléphone.

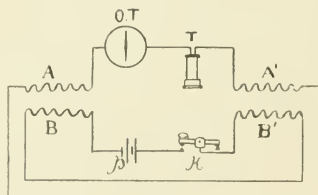


Fig. 6.

The arrangement was changed into two separate circuits A and B , fig. 6; A contained the instruments for reception and B those for transmission. On closing the key k there was no deflection in the galvanometer OT , but the same tick was heard in the telephone T as in the case of fig. 5.

L'arrangement fut interchangé dans les deux circuits A et B , fig. 6; A fut le poste récepteur, et B le poste transmetteur. En fermant la clef k il n'y eut aucune déviation de l'aiguille du galvanomètre, mais le clic fut perçu dans le téléphone T comme dans le cas de la fig. 5.

Je détachai le fil de retour des deux circuits A et B. Il n'y eut plus de circuit conducteur, comme on l'entend généralement, mais seulement des portions de deux circuits séparés par les deux fils des câbles-bobinés, lesquels fils étaient parfaitement isolés l'un de l'autre (fig. 7).

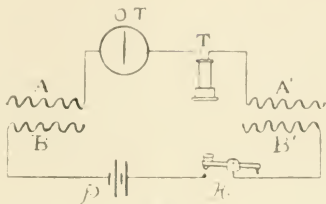


Fig. 7.

L'effet de la fermeture de la clef *k* fut exactement le même que dans les deux circuits complets de la figure 6. Le clic fut entendu dans le téléphone et le galvanomètre ne dévia point.

The effect of closing the key *k* was precisely the same as in the two complete circuits shown in fig. 6. The flick was heard in the telephone and the galvanometer was not deflected.

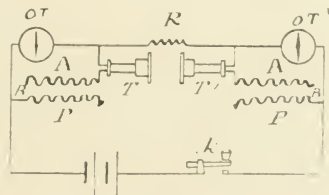


Fig. 8.

Dans l'arrangement de la figure 5, il y avait une déflexion de l'aiguille du galvanomètre et un clic dans le téléphone à chaque abaissement de la clef; mais dans ce cas le galvanomètre et le téléphone étaient dans le passage du courant. Dans la figure 8 les galvanomètres OT et OT' sont seuls dans le parcours du courant. Chacun d'eux est shunté par un téléphone et un câble-bobiné. Le courant qui fait dévier l'aiguille ne peut pas passer au travers du câble-bobiné, son action totale s'exerce sur les aiguilles OT et OT', quoique un clic soit entendu dans les téléphones TT. Si les téléphones sont remplacés par des galvanomètres, on ne constate aucune

In the arrangement previously shown in fig. 5, there was a deflection of the galvanometer and a flick in the telephone whenever the key was closed, but, in that case, both galvanometer and telephone were in the path of the current. In fig. 8 only the galvanometers OT and OT' are in the path of the current. Each one is shunted with a telephone and a cable-coil. The current which deflects the needles cannot pass through the cable-coil; its full force is exerted on the needles OT and OT', nevertheless a flick is heard in the telephones TT. If the telephones are replaced by line galvanometers no deflection is produced in them

by the current, although the needles of the other line galvanometers OT and OT are deflected as before.

These experiments show that of the two effects described as resulting from a telegraph current, one can be produced through a cable-coil and the other cannot. In other words—

When the cable-coil is thus arranged, with its two wires insulated from each other throughout their entire length, and when one end of each wire is also insulated, an instrument is formed through which an ordinary electric current cannot pass: but the impulse, whose effect is audible in a telephone, can pass it freely. I therefore called the cable-coil instrument a Phonopore (or sound passage).

It became evident that if Phonopores could be substituted into telegraph instruments a line might be arranged as follows:—

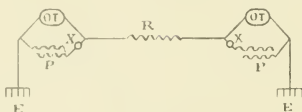


Fig. 9.

Fig. 9 is a diagrammatic representation of a telegraph line, on which OT is an ordinary telegraph installation, with its battery and instruments complete, and P indicates a Phonopore Telegraph installation, with instruments devised to generate and employ phonoporic impulses only.

On such a line both systems would work simultaneously—two messages would be transmitted and received distinct and separate from each other—as if they had travelled on two separate wires.

I designed and constructed a large variety of instruments, and they all produced encouraging results, so far as affording experimental support to the hypothesis I had formed could go. But between the frail and delicate instruments capable of experimental demonstration, and the hardy machines fitted for every day work under every day conditions, there was a pathway full of difficulties, every one of which took time to overcome. I proceed to describe how this has been accomplished in the Simplex Phonopore Telegraph instruments.

déviations, quoique les aiguilles des galvanomètres OT et OT soient déviées comme précédemment.

Ces expériences montrent que des deux effets qui résultent d'un courant télégraphique et que j'ai décrits ci-dessus, l'un peut passer au travers d'un câble-bobiné, et l'autre ne le peut pas. En autres mots:—

Quand le câble-bobiné est ainsi arrangé avec deux fils isolés l'un de l'autre sur toute leur longueur, et quand une extrémité de chaque fil est aussi isolé, on constitue un instrument qui ne peut pas être traversé par le courant électrique; mais l'impulsion que l'on constate au téléphone peut passer facilement. C'est pour cela que cet instrument est appelé un Phonopore (ou passage au son).

Il devint évident que si les Phonopores pouvaient résulter en des appareils télégraphiques on pourrait disposer la ligne comme suit:—

La figure 9 est un diagramme de l'arrangement dont nous venons de parler, appliqué à une ligne télégraphique ordinaire. OT est une installation télégraphique ordinaire avec sa batterie et tous ses instruments. P est une installation du Télégraphe Phonopore avec des instruments pour produire et appliquer les impulsions phonoporiques seules.

Sur une telle ligne les deux systèmes fonctionneraient simultanément, deux messages seraient transmis et reçus aussi distincts et aussi indépendants que s'ils avaient été envoyés par deux fils séparés.

Je désignai et construisis une grande variété d'appareils, qui produisirent tous des résultats encourageants, autant que de favoriser par les expériences l'hypothèse que je me fus proposée. Mais entre les appareils frêles et délicats convenables à la démonstration expérimentale et les appareils solides disponibles à l'usage de tous les jours sous des conditions ordinaires, il y eut une voie pleine de difficultés. Chacune de ces difficultés a été surmontée et le résultat en est le Télégraphe Phonopore Simplex que je vais décrire.

III.—LE PHONOPORE TRANSMETTEUR.

Le transmetteur consiste en une clef Morse et une bobine, cette bobine a un circuit primaire d'une construction spéciale et un Phonopore secondaire.

III.—THE PHONOPORE TRANSMITTER.

The Transmitter consists of a Morse key, and a coil, the coil has a primary circuit of special construction, with a Phonopore Secondary.

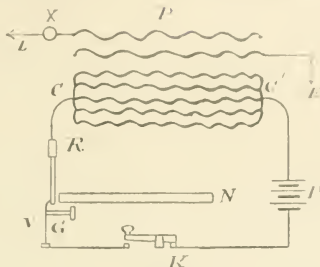


Fig. 10.

La figure 10 est un diagramme du transmetteur. CC' est la bobine primaire qui est enroulée sur un noyau de fer N de la manière suivante :—

Une simple couche de fil de cuivre isolé est enroulée sur le noyau et ses deux extrémités sont amenées au dehors ; une seconde couche de fil est enroulée sur la première et ses deux extrémités amenées aussi au dehors. Ceci est répété jusqu'à concurrence de 20 couches ; il y a ainsi 20 bouts de fils libres à chaque extrémité de la bobine ; ces bouts sont ensuite reliés ensemble de façon à faire une liaison en C et une autre en C'.

Je trouve qu'une bobine ainsi construite a une très faible résistance et peut supporter un grand courant avec une étincelle relativement petite à l'ouverture et à la fermeture du circuit.

Un contact généralement brûlé en vingt minutes auparavant, dure, avec cette bobine, pour quelques mois.

La bobine primaire est reliée en C' à un pôle de la pile P.

Un point C la bobine primaire est reliée par le RAYONNEMENT RG, et la clef Morse k à l'autre pôle de la pile.

Fig. 10 is a diagram of the Transmitter. CC' is the primary coil, which is wound around the soft iron core N in the following manner :—

A single layer of insulated copper wire is wound upon the core, and its two ends brought out ; a second layer is wound upon the first layer, and its two ends are also brought out. This is repeated until there are, say, twenty layers, and therefore twenty wire-ends at each end of the bobbin. The wire-ends are then soldered together, so as to make one connection at C and another at C'.

I find that a coil so constructed has a low resistance, and, when carrying a large current, makes a comparatively small spark at the opening and closing of the circuit.

A contact, such as was usually burnt up in twenty minutes, lasts, with this coil, for months—until it is worn out.

The primary coil is connected at C' to one pole of the battery P.

At C the primary coil is connected through the RAYONNEMENT RG, and the Morse key k to the other pole of the battery.

Around the primary coil, in the position which the secondary circuit of an induction coil would occupy, is wound a Phonopore P, one wire E of which is connected to earth, and the other wire L to line; the opposite end of each wire is insulated.

Whenever the primary circuit is closed, say by the key *k*, a current flows in that circuit, which is similar to the current previously described as flowing in line A of fig. 1—it gives rise in the Phonopore P, fig. 10, to an impulse similar to the impulse in line B of fig. 1, which was heard in the Telephone T,—followed by a second similar impulse when the primary circuit is opened again.

The organs of the Transmitter are so proportioned and arranged towards each other as to generate these phonoporic impulses with advantage; the impulses, travelling in the line-wire, produce the required signal at the distant station, as will be described later on.

The duration in time of a phonoporic impulse is infinitesimal, and many impulses are necessary to produce a single signal. An interrupter or break is therefore employed in the primary circuit, which vibrates as long as the key *k* is closed, thereby rapidly making and breaking the circuit, and producing a phonoporic impulse at each make and each break.

THE RATE GOVERNOR.

It is most important that the vibrating break should produce impulses in the secondary at a fixed rate,—every one separated from the other by an interval of the same length.

It was long believed that such regularity was accomplished by the ordinary vibrating break, customarily used with a Rhumkorff induction coil; but, on seeking to arrive at the results which should have attended regularity, I could not obtain them: on investigating the cause of this failure it proved to be as follows:—

Fig. 11 is a diagram of a primary circuit, such as is customarily employed. It comprises a key K, a coil B B, a battery P, a contact screw S, and an ordinary vibrating break A. The coil is wound round an iron core C'. The break is placed in front of the core, and, when the circuit is open, the break touches the contact screw. On closing the circuit, by means of K, the core, magnetised by the battery current, attracts the break away from the screw S, thereby immediately opening the circuit again at S, cutting off the current and demagnetising the core; the elasticity of the break there-

Autour de la bobine primaire, dans la position qu'occuperait le circuit secondaire d'une bobine d'induction, est enroulé un Phonopore P, dont un fil E est relié à la terre et l'autre fil L à la ligne; l'extrémité opposée de chaque fil est isolée.

Quand le circuit primaire est fermé par la clef *k*, un courant circule dans ce circuit, analogue à celui qui circulait dans la ligne A de la fig. 1; il donne naissance dans le Phonopore P, fig. 10, à une impulsion identique à celle dans la ligne B de la fig. 1, qui est entendue dans le téléphone récepteur T, et qui est suivie d'une autre impulsion au moment de la rupture du courant.

Les organes du transmetteur sont ainsi proportionnés, et arrangés de façon à produire avec avantage, ces impulsions phonoporiques; les impulsions, se propageant dans le fil de ligne, produisent les signaux requis à la station éloignée, comme il sera indiqué plus loin.

La durée des impulsions phonoporiques est excessivement petite, et il faut beaucoup d'impulsions pour produire un seul signal. Un interrupteur est par suite intercalé dans le circuit primaire et vibre aussi longtemps que la clef *k* est appuyée, fermant et rompant ainsi très rapidement le circuit, et produisant une impulsion phonoporique à chaque ouverture ou fermeture du circuit.

LE RÉGULATEUR DE VITESSE.

Il est de la plus grande importance que le vibreur produise des impulsions dans le secondaire à une vitesse déterminée,—chaque vibration étant séparée par un intervalle de temps de la même longueur.

On avait cru longtemps que cette régularité était remplie par le trembleur ordinaire des bobines de Rhumkorff; mais en cherchant à obtenir les résultats que l'on aurait dû attendre d'une telle régularité, je ne pus y parvenir; en recherchant les causes de cette non réussite, je trouvai qu'elles étaient les suivantes:—

La figure 11 est un diagramme d'un circuit primaire tel qu'il est employé d'ordinaire. Il comprend une clef K, une bobine BB, une pile P, une vis à contact S, et un trembleur ordinaire A. La bobine est enroulée sur un noyau de fer C'. Le trembleur est placé en regard du noyau, et quand le circuit est ouvert le trembleur touche la vis de contact. En fermant le circuit, par le moyen de la clef K, le noyau, aimanté par le courant des piles, attire le trembleur hors du contact de S, et rompt, par suite, le circuit à S, coupant le courant et désaimantant le

noyau ; l'élasticité du trembleur le ramène en contact avec S, ferme le circuit, qui est de nouveau immédiatement ouvert comme précédemment. Cette vibration continue aussi longtemps que la clef K est abaissée.

upon causes it to return to S, reclosing the circuit, which is instantly opened again as before; this vibration continues as long as the key K is pressed.

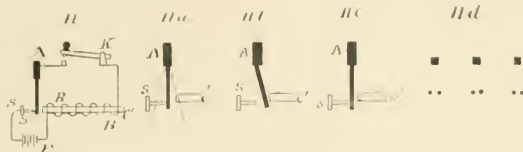


Fig. 11.

Dans la fig. 11, *a*, *b*, *c* expliquent l'action du trembleur dans les conditions ordinaires. *a* montre le trembleur au repos, et les lignes pointillées montrent l'amplitude ou l'extension de la vibration du trembleur qu'il prendrait s'il était libre. *b* représente la position du trembleur quand il est attiré vers le noyau en fermant le circuit. *c* est sa position quand il revient en arrière par sa propre élasticité. La vis S étant fixe, le trembleur ne peut pas terminer sa vibration, mais ayant fait contact et forcé le courant à aimanter le noyau, il est immédiatement ramené vers le noyau.

In fig. 11, *a*, *b*, and *c* explain the action of the break under these ordinary conditions. *a* shows the break at rest, and the dotted lines indicate the amplitude or extent of vibration of which it would be capable if it were free. *b* shows the position of the break when attracted towards the core on closing the circuit. *c* shows its position when it has been brought back by its own elasticity to the screw S. This screw being fixed, the break cannot complete its vibration, but having made contact, and caused the current to magnetise the core, it is at once drawn away again by the core.

On voit ainsi que la durée des courants dans ce circuit dépend de la durée du contact en S, et non de la période naturelle de vibration du trembleur comme il a été supposé ; par suite, que la durée d'un tel courant n'entraîne pas nécessairement la relation de la longueur de l'intervalle entre les courants successifs. Même quand la période d'interruption a une relation avec la période de vibration, ce qui n'est pas toujours le cas, la rapidité de l'interruption n'implique aucune relation avec la rapidité naturelle de la vibration, parce que le trembleur, avant de terminer une vibration, est forcé d'en recommencer une autre.

It is thus obvious that the length of the currents permitted to flow in this circuit depends upon the duration of the contact at S, not upon the natural rate of vibration of the break, as has been supposed; and, further, that the length of such a current bears no necessary relation to the length of the interval by which it is separated from the succeeding current. Even when the period of interruption bears a relation to the period of the vibration, which is not always the case, the rate of interruption bears no relation to the natural rate of the vibrator, because the vibrator, before completing one vibration, is forced to commence another vibration.

Ces courants résultants, de peu de durée dans le primaire, sont représentés en *d* par des lignes courtes et épaisses et séparés par de longs intervalles; et les points au-dessous représentent les impulsions résultantes dans le secondaire—à savoir, deux impulsions très rapprochées séparées des autres par de longs intervalles.

The resulting short currents in the primary are shown at *d* as short thick lines, and are separated by long intervals; the dots below them represent the resulting impulses in the secondary—namely, two impulses exceedingly close together, separated by a long interval.

Au lieu, cependant, de produire des impulsions secondaires séparées par des intervalles réguliers, ces impulsions sont séparées par des intervalles de différentes longueurs.

Instead, therefore, of generating secondary impulses separated by regular intervals, these impulses are separated by intervals of varying lengths.

A vibrator inserted in a position subject to the effect of these impulses, instead of reporting the clear note due to the vibration of the break produces a harsh and discordant croak.

This is the irregularity which has hitherto been a serious disadvantage to harmonic telegraphs (the object of which it may be said to have defeated), and to other instruments, whose perfect action depended upon the rhythmic generation of the currents.

I desired to be able to generate any given number, (10 to, say, 2,000) phonoporic impulses per second, at perfectly regular intervals, and ultimately accomplished this by means of the Rate Governor.

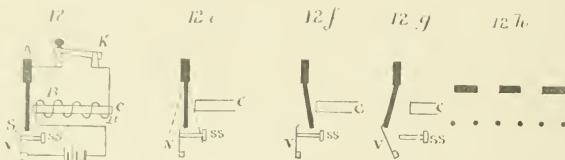


Fig. 12.

Fig. 12 shows the same primary circuit as fig. 11, but modified so as to produce regular action by means of the Rate Governor.

The break A, which, in this case, is a tuned reed whose natural rate of vibration is known, does not touch a contact screw at all, but touches, instead, when at rest, a second vibrator V; this vibrator bears upon a stop SS, which is not part of the circuit.

The making and breaking of the circuit takes place under this particular arrangement of the Rate Governor) at S', which is practically the same position as S in fig. 11.

V bears two proportions towards A. 1. It has a period of vibration less than that of A, and therefore tends to move faster. 2. It is mechanically weaker than A. One consequence of this is that the action of V is governed by the action of A, which latter is therefore called the Governor reed.

When the circuit is closed by K (and the core therefore magnetised), the Governor reed A is drawn away

Un téléphone intercalé dans un circuit soumis à ces impulsions, au lieu de donner une note claire due à la vibration du trembleur, fait entendre un bruit dur et très discordant.

C'est cette difficulté qui jusqu'ici a produit un si grand préjudice au télégraphe harmonique (dont l'objet pour ainsi dire a été frustré), et à d'autres instruments dont le fonctionnement parfait dépendait de la production rythmique des courants.

Je desirais obtenir un nombre donné (jusqu'à 2,000) d'impulsions phonoporiques par seconde, à intervalles parfaitement réguliers, et j'ai accompli ceci définitivement au moyen du Régulateur de vitesse (Rate Governor).

La figure 12 montre le même circuit primaire que la figure 11, mais il est modifié de façon à produire un fonctionnement régulier par le moyen du Régulateur de vitesse.

Le trembleur A, qui est dans le cas actuel une ancre accordée, dont la période de vibration est connue, ne touche pas une vis à contact, mais touche cependant, au repos, un second trembleur V; ce trembleur repose sur un butoir SS, qui ne forme aucune partie du circuit.

Les fermetures et ruptures du circuit prennent place (par cet arrangement spécial du régulateur) en S', qui est pratiquement la même position que S dans la figure 11.

V a deux proportions envers A. 1. Il a une période de vibration moindre que celle de A, et, par suite, a une tendance à se mouvoir plus vite. 2. Il est mécaniquement plus faible que A. Il en résulte que l'action de V est gouvernée par celle de A qui est appelé, par suite, l'ancre régulatrice.

Quand le circuit est fermé par K (et le noyau aimanté), le régulateur A est écarté de V, parce que V est arrêté

par le butoir SS, le circuit étant alors rompu et demeure rompu jusqu'à ce que le régulateur A revienne en arrière et complète le circuit de nouveau en S, mais V étant un ressort plus faible peut quitter son butoir SS et accompagner A pendant la moitié de la vibration.

e, f et *g*, fig. 12, expliquent l'action du trembleur dans ces nouvelles conditions; *e* montre le Régulateur de vitesse au repos, et les lignes pointillées indiquent l'amplitude naturelle de ses vibrations qu'il peut prendre librement dans ce cas. *f* est le régulateur A, attiré vers le noyau laissant le vibrateur V au repos sur l'arrêt et le circuit ouvert. *g* représente le régulateur A ramené en arrière par sa propre élasticité et entraînant V avec lui, maintenant le circuit fermé.

L'extrémité de l'arrêt SS est le milieu de l'amplitude de vibration de A. Le circuit est maintenu ouvert pendant la première moitié de chaque vibration du Régulateur A (12*f*), et demeure fermé pendant la seconde moitié de chaque vibration (12*g*).

La fermeture et l'ouverture du circuit étant ainsi toujours au mi-point d'une vibration, la durée des courants dans le primaire et des intervalles entre les courants sont toujours les mêmes (12*h*). Les impulsions engendrées dans le Phonopore secondaire sont par conséquent équidistantes en durée.

Un téléphone intercalé dans une position soumise à des impulsions, dont la vitesse est réglée par le régulateur, produit une note musicale et claire.

LE COMMUTATEUR À CHEVILLE.

Dans le fil L, fig. 10, allant du transmetteur à la ligne, au point X, est placée la bobine de ligne de l'appareil

from V beyond; V is prevented from following it by the fixed stop SS, the circuit is thereby broken and it continues broken until the Governor A returns and completes the circuit again at S'. V being a weak spring can leave its stop screw SS, accompany A, and maintain the circuit unbroken during that half of A's vibration.

The action of the break, under these new conditions, is shown at *e, f* and *g* (fig. 12); *e* shows the Rate Governor at rest, and the dotted lines indicate the natural amplitude of its vibrations, which it is in this case free to take; *f* shows the Governor A drawn towards the core, leaving the vibrator V at rest upon the stop and keeping the circuit open; *g* shows the Governor recd A carried by its own elasticity away from the core, and carrying V with it, maintaining the circuit closed.

The end of the stop SS is the middle point of the vibration of A. The circuit is kept open during the first half exactly of each vibration of the Governor (12*f*), and is maintained closed during the second half exactly of each vibration (12*g*).

The closing and opening of the circuit being thus always at the middle point of a vibration, the duration of the currents in the primary, and of the intervals between the currents, is always the same (12*h*). The impulses generated in the secondary Phonopore are consequently equidistant in time.

A Telephone inserted in a position subject to impulses, whose rate is regulated by the Rate Governor, reports a clear musical note.

THE PINSWITCH.

In the wire L, fig. 10, leading from the Transmitter to the line, at the point X, is placed the line coil of

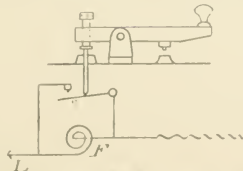


Fig. 13.

récepteur. Par suite, pour couper cette bobine réceptrice pendant la transmission, un système automatique est intercalé dans le transmetteur, et dénommé commutateur à cheville (fig. 13).

the receiving instrument. In order to cut out this receiver coil when transmitting, an automatic device is included in the Transmitter called a Pinswitch (fig. 13).

The pin in the anvil of the back stop of the key is not fixed, as is usual, but is free to rise and fall, and is made of non-conducting material. When the key is at rest it presses upon this pin and so keeps the switch *S* open; but as soon as the key is closed for the purpose of transmitting a signal, the switch *S* closes of itself and cuts out the line coil *F* of the receiving instrument.

La cheville dans l'enclume du butoir de repos de la clef n'est pas fixée comme d'habitude, mais est libre de s'élever et de s'abaisser et est faite en matière non-conductrice. Quand la clef est au repos, elle presse sur cette cheville et maintient ainsi le commutateur *S* ouvert; mais aussitôt que la clef est fermée pour transmettre un signal, le commutateur *S* se ferme de lui-même et coupe la bobine de ligne *F* de l'appareil récepteur.

IV.—THE PHONOPORE RECEIVER.

Fig. 14 is a simplified diagram, to explain the circuits and organs of the receiving instrument, which is called the Signal-former.

LC is the line-coil, previously referred to as being installed in the wire lead from the Transmitter to the line. 1 and 2 indicate where these connections are made.

IV.—LE PHONOPORE RÉCEPTEUR.

La figure 14 est un diagramme simplifié pour expliquer les circuits et les organes de l'appareil récepteur, qui est appelé le Formateur de signaux.

LC est la bobine de ligne, installée, comme il a été précédemment indiqué, dans le fil conduisant du transmetteur à la ligne. 1 et 2 montrant les endroits de ces connexions.

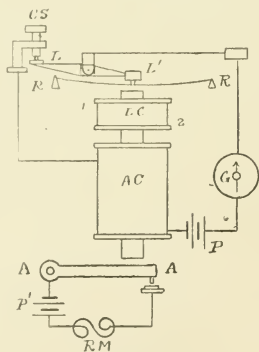


Fig. 14.

AC is the Augmentor coil, which is mounted on a soft iron core. The line-coil, *LC*, is mounted on the same core.

The Augmentor coil, *AC*, forms part of a local circuit, which is continued from one end of *AC* through the

AC est la bobine augmentatrice, qui est montée sur un noyau de fer doux. La bobine de ligne, *LC*, est montée sur le même noyau.

La bobine augmentatrice, *AC*, forme une partie du circuit local, qui est continué d'une extrémité de *AC* à

travers la vis de contact CS, le levier mobile LL' (et le galvanomètre G s'il est désiré) à l'un des pôles de la batterie P, l'autre pôle de la batterie est relié à l'extrémité de la bobine augmentatrice. L'anche RR n'est pas comprise dans le circuit.

Quand le levier L est séparé de la vis CS, le circuit de la bobine augmentatrice est ouvert.

RR est une anche de fer accordée à la même note et par conséquent au même nombre de vibrations que le Régulateur de vitesse du transmetteur au loin.

Quand cette anche RR vibre avec *une amplitude suffisante*, elle touche le levier en L' et ouvre le circuit à la vis de contact CS.

Le diagramme montre les conditions des organes en repos. Le circuit de la bobine augmentatrice étant fermé, le courant traverse la bobine AC et aimante le noyau qui maintient l'anche vibrante dans une certaine tension vers le noyau, comme cela est indiqué par la courbure de RR.

Les impulsions phonoporiqes, arrivant de la ligne dans LC modifient l'aimantation du noyau et mettent RR en vibration.

Si l'amplitude de ces vibrations devient suffisante pour forcer RR à frapper la tête de marteau du levier L, le contact en CS est amoindri, et le courant dans la bobine augmentatrice diminue. Ceci affaiblit l'aimantation du noyau et diminue la tension de RR qui par conséquent se meut avec une plus grande force, frappe la tête de marteau LL, et ouvre le circuit en CS. Les vibrations continuant à arriver à LC sont suffisantes pour maintenir le circuit ouvert, et dès que ces impulsions et ces vibrations cessent, le circuit est de nouveau fermé instantanément en CS.

À l'extrémité inférieure du noyau se trouve une armature formant une partie d'un circuit local, qui contient une pile P' et un télégraphe récepteur, tel qu'un Morse, RM.

On peut employer tout autre relais au lieu de l'armature; il peut être placé en G et fonctionner à la manière ordinaire, ayant un récepteur ordinaire quelconque dans son circuit local. Cette disposition se dispense du circuit AP' RM.

Quand le Formateur de signaux est au repos et que le courant circule dans le circuit de la bobine augmentatrice,

contact screw CS, the moving lever, LL' (and the galvanometer G if desired), to one pole of the battery P; the other pole of the battery is connected to the other end of the Augmentor coil. The reed RR is not included in the circuit.

Whenever the lever L is separated from the screw CS, the Augmentor circuit is opened.

RR is an iron reed tuned to the same note, and consequently to the same rate of vibration, as the Rate Governor of the distant Transmitter.

When this reed RR vibrates *with sufficient amplitude*, it touches the lever at L', and opens the circuit at the contact screw CS.

The diagram shows the condition of the organs when at rest. The Augmentor circuit being closed, the current flows in the coil AC and magnetises the core, which holds the reed RR in a state of tension towards the core, as is indicated by the curve of RR.

Phonoporic impulses, arriving from the line in LC, vary the magnetism of the core and set RR in vibration.

If the amplitude of these vibrations becomes sufficient to cause RR to reach the hammer-head of the lever L', then the contact at CS is deteriorated, and the current in the Augmentor coil reduced. This discharges some of the magnetism of the core, and reduces the tension of RR, which, consequently, moves with greater force, and strikes the hammer-head LL, thereby opening the circuit at CS. The impulses, continuing to arrive at LC, produce sufficient vibration in RR to keep the circuit open, and, when those impulses and vibrations cease, the circuit is instantly closed again at CS.

At the lower end of the core a relay armature is shown, forming part of a local circuit, which contains a battery P', and any telegraph receiving instrument, such as a Morse, RM.

Any relay may be employed instead of the relay armature; it can be placed at G, and will be worked in the usual way, any ordinary receiving instrument being used in its local circuit. This arrangement dispenses with the circuit AP' RM.

When the Signal-former is at rest and, consequently, the current in the Augmentor circuit flowing, the

armature AA (or G) is held up, and no signal is made in the Morse or other receiver; but, when the Augmenter circuit is opened, the armature falls upon its contact, closes the Morse circuit, and makes a signal.

FOREIGN CURRENTS.

It has been previously explained that a Phonoporic impulse is generated at the beginning and at the end of every electric current, such as is employed for ordinary telegraph purposes, and that, not only are such impulses generated in the wire in which the current flows, but also that similar impulses are produced in that same wire, by currents flowing in adjacent wires.

As the Phonopore Telegraph is intended to be worked on a wire upon which such currents are travelling at the same time, and adjacent to other wires on which currents are also travelling, it follows that the impulses, derived from the ordinary telegraph currents, will enter the line-circuit LC. It is therefore necessary to provide that these impulses or "foreign currents" shall not affect the receiving apparatus of the Phonopore, and this was one of the greatest difficulties to be overcome.

For this purpose the hammer-head *L'* is placed at a certain distance from the reed *RR*. The consequence is that, even when *RR* is vibrating, it does not touch *L'*, unless the vibrations have a *given minimum amplitude*. No single impulse, and no irregular series of impulses, is capable of giving it the required degree of amplitude. The impulses must arrive at the rate intended to work the Phonopore, or the amplitude will not be sufficient, and the Signal-former will not work.

L'armature AA, ou G, est attirée vers le noyau et aucun signal n'est produit dans le Morse ou autre récepteur; mais quand le circuit de la bobine augmentatrice est ouvert, l'armature AA tombe sur le contact, ferme le circuit du Morse, et produit un signal.

COURANTS ÉTRANGERS.

Il a été précédemment expliqué que l'impulsion phonoporique est créée au commencement et à la fin de chaque courant analogue à celui employé dans les télégraphes ordinaires, et que ces impulsions ne sont non seulement créées dans le fil traversé par le courant, mais aussi que des impulsions semblables sont produits dans le même fil par des courants traversant des fils voisins.

Mais comme le Phonopore est établi pour fonctionner sur un fil traversé simultanément par de tels courants, et voisins à d'autres fils traversés par des courants, il s'en suit que les impulsions, dérivées des courants télégraphiques ordinaires, entreront dans la bobine de ligne LC. Il est par suite nécessaire de s'arranger de telle manière que ces impulsions, ou "courants étrangers," n'affectent pas les récepteurs du Phonopore, ce qui présente une des plus grandes difficultés à surmonter.

Dans ce but la tête de marteau *L'* est placée à une certaine distance de l'ancre *RR*. Il en résulte que, même, quand *RR* vibre, elle ne touche pas *L'*, à moins que les vibrations aient *une amplitude minimale donnée*. Aucune impulsion unique, et aucune série d'impulsions irrégulières, n'est capable de lui donner le degré d'amplitude nécessaire. Les impulsions doivent arriver à la vitesse voulue pour actionner le Phonopore, ou bien l'amplitude ne sera pas suffisante, et le Phonopore ne fonctionnera point.

V.—THE PHONOPORE CARRIER.

The Carrier consists of a reel of cable wire such as is shown in fig. 2, of suitable proportions and suitably mounted. There is no conducting circuit through it—it permits phonoporic impulses to pass, but not telegraph currents. Its principal use is to connect around intermediate instruments, so that when the continuity of the

V.—LE PHONOPORE PORTEUR.

Le Porteur consiste en un enroulement de câble, tel qu'il est représenté par la figure 2, de dimensions convenables et convenablement monté. Il ne constitue pas un circuit conducteur, et laisse passer les impulsions phonoporiques, mais non les courants télégraphiques. Son but principal est de shunter autour des instruments

intermédiaires, pour que le passage des impulsions phonoporiqnes ne soit pas interrompu quand la continuité du fil de ligne est rompue par l'action de la clef intermédiaire. Les figures 21 et 27 le représentent autour des stations intermédiaires.

line-wire is broken by the action of the intermediate key the passage of phonoporic impulses is not interrupted. It is shown around the intermediate stations in Figs. 21 and 27.



VI.—ARRANGEMENTS DE LA LIGNE.

Règle générale : aucune modification à l'arrangement ordinaire d'une ligne n'est nécessaire pour permettre d'ajouter un service phonoporique à un service télégraphique déjà établi en fonction sur cette ligne.

Quand une modification est nécessaire, elle est d'une nature très simple, et ne porte préjudice en aucune manière au fonctionnement des appareils télégraphiques ordinaires.

Les appareils télégraphiques ordinaires et les télégraphes phonopores, installés conjointement sur un fil, sont toujours shuntés l'un par l'autre (voir fig. 9), en apparence.

Néanmoins le Phonopore ne shunte nullement les courants télégraphiques, parce que la résistance du Phonopore est pratiquement infinie.

Mais l'appareil télégraphique ordinaire shunte les impulsions phonoporiqnes, à moins que l'appareil télégraphique ne renferme un électro-aimant d'au moins 400 ohms en ligne. Comme la plupart des télégraphes renferment un tel électro-aimant, aucune addition n'est nécessaire dans ce cas.

Quand il n'y a pas d'électro-aimant dans le shunt, ou quand il doit être rejeté par le procédé de fonctionnement, on doit tout simplement en insérer un—une simple bobine de fil avec un noyau de fer—après le point de connexion du Phonopore avec la ligne.

Pourvu que la résistance des appareils télégraphiques ou de l'électro-aimant, ou la somme des deux, ne soit pas moindre que la résistance minimum prescrite, l'arrangement conviendra bien au Phonopore ; il ne sera pas troublé par un accroissement probable au-dessus du minimum.

La fig. 15 représentera une installation à laquelle il faut ajouter un électro-aimant. Il indique un Morse

VI.—LINE ARRANGEMENTS.

As a rule, no modification of the customary arrangements of a line is necessary, in order to permit a Phonopore service to be added to an ordinary telegraph service already working upon it.

When a modification is necessary, it is of a very simple nature, and does not interfere with the working of the ordinary telegraph instruments.

The ordinary and the Phonopore Telegraph instruments, installed together on one wire, apparently shunt each other (*vide* fig. 9).

The Phonopore, however, shunts no part of the ordinary telegraph current, because the resistance of the Phonopore is practically infinite.

But the ordinary telegraph instrument shunts the phonoporic impulses, unless the telegraph instrument include an electro magnet of at least 400 ohms inserted in the line. As most telegraph instruments do include such an electro magnet, nothing more is necessary in their cases.

When there is no electro magnet in the shunt, or when it is liable to be cut out in process of working, all that is necessary is to insert one—a simple bobbin of wire with an iron core—behind the point where the Phonopore is connected to the line.

Provided that the resistance of the telegraph instrument, or the electro magnet, or the sum of both, is not less than the prescribed minimum, it will answer the purposes of the Phonopore, which will not be injuriously affected by any probable increase beyond the minimum.

Fig. 15 is an example of an installation when an electro magnet should be added. It shows a simple

Morse M. to which it is desirable to add an electro-magnet, because, although when the key *k* is at rest the resistance of the Receiver R is sufficient, when the key is sending, the receiver is no longer in the line,

simplex M, auquel il faut ajouter un électro-aimant, parce que, quoique la résistance du récepteur R soit suffisante quand la clef *k* est au repos, dans la position d'émission, le récepteur n'est plus dans la ligne qui est



Fig. 15.

which is put to earth directly through the battery: an electro-magnet either at CR or MR is all that is required. The Phonopore Telegraph XP can then be added.

mise à la terre à travers la batterie; on doit donc simplement intercaler un électro-aimant en CR ou MR. On peut donc ajouter le Télégraphe Phonopore XP.

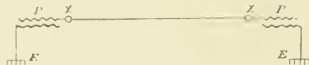


Fig. 16.

In Fig. 16 the resistance of the shunt is increased to infinity—in other words, there is no shunt. The increase of resistance does not injuriously affect the Phonopore. This is a phonoporic line, having no conducting circuit for ordinary telegraphs. The Phonopore Telegraph works at least as well as it would if shunted by only the minimum resistance.

Dans la fig. 16 la résistance du shunt est poussée jusqu'à l'infini; autrement dit, il n'y a point de shunt. L'accroissement de résistance n'affecte pas le Phonopore. C'est une ligne phonoporique n'ayant pas de circuit conducteur pour les télégraphes ordinaires. Le Télégraphe Phonopore fonctionne aussi bien qu'il le ferait s'il était shunté par le minimum de résistance seulement.

VII.—THE PHONOPORE DUPLEX.

In order to explain the special utility of the Phonopore Duplex Telegraph, which consists of an ordinary Simplex and a Phonopore Simplex working simultaneously on one wire, it is necessary to compare it with an ordinary Duplex Telegraph, and therefore to very briefly describe the general arrangements of the latter.

Fig. 17 is a diagram of an ordinary Duplex Telegraph installation.

VII.—LE PHONOPORE DUPLEX.

Pour expliquer l'utilité spéciale du Télégraphe Phonopore Duplex, qui consiste en un télégraphe simplex ordinaire et un Phonopore simplex travaillant simultanément sur un seul fil, il est nécessaire de le comparer à un télégraphe duplex ordinaire et, par suite, de décrire rapidement l'arrangement général de ce dernier.

L'installation d'un télégraphe duplex ordinaire est représentée diagrammatiquement, fig. 17.

Le récepteur a un noyau de fer c , autour duquel est enroulée une bobine composée de deux fils (qui peuvent être considérés comme formant deux bobines). Le transmetteur T est monté entre ces deux bobines, de sorte qu'un courant de la pile de T soit divisé en ce point milieu. Une partie du courant passera par l'une des bobines autour du noyau dans une direction, et l'autre partie passera par l'autre bobine autour du même noyau en sens inverse.

The receiving instrument has an iron core c , around which is wound a coil composed of two wires (which may be described as two coils). The transmitter T is connected between these two coils, so that a current from the battery of T will be divided at that midway point. A portion of the current will flow through one coil around the core in one direction, and another portion of the current will flow, through the other coil, around the same core in the opposite direction.

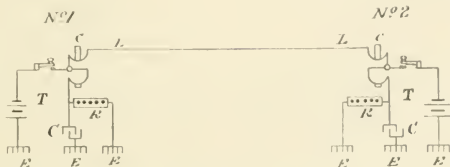


Fig. 17.

Quand ces deux fractions du courant sont exactement égales, leurs actions sur le noyau c se neutralisent, qui, dans ces conditions, n'est point aimanté, et par suite, ne produit aucun signal.

Pour rendre égales ces deux parties du courant, une des bobines étant reliée à la ligne, il faut relier l'autre avec une ligne artificielle ou ligne d'équilibre, composée d'un rhéostat R , pour compenser la résistance de la ligne, et un condensateur C' pour représenter sa capacité.

Quand la résistance et la capacité de cette ligne d'équilibre sont égales à la résistance et à la capacité de la ligne réelle, aucun courant émis par le transmetteur No. 1 n'aimantera le noyau du récepteur No. 1, parce qu'une portion égale du courant circule dans chaque bobine, mais en sens opposé. La portion de ce même courant qui circule dans la ligne LL , traverse les deux bobines du récepteur No. 2, et dans la même sens; il aimante par suite le noyau de No. 2 et produit un signal.

Il en résulte qu'un message télégraphique peut aller du No. 2 au No. 1 pendant qu'un autre va du No. 1 au No. 2.

Il est nécessaire, toutefois, de maintenir l'équilibre entre la ligne réelle et la ligne de compensation. La résistance de la ligne réelle est soumise à de fréquentes—parfois même incessantes—variations, causées par la pluie, la neige, la gelée, la chaleur, le froid, le brouillard, et

When these two portions of current are exactly equal, they neutralise the action of each other upon the core c , which, under those conditions, is not magnetised, and, therefore, makes no signal.

In order that the two portions of the current may be equal, one of the coils being connected to the line, it is necessary to connect the other with a fictitious or balancing line, composed of a Rheostat R , to compensate the resistance of the line, and a Condenser C' to represent its capacity.

When the resistance and capacity of this balance line are equal to the resistance and capacity of the actual line, no current going out of Transmitter No. 1 will magnetise the core of the receiving instrument No. 1, because an equal portion of current flows in each coil, but in opposite directions. The portion of that same current, which travels in the line LL , passes, however, through both coils of Receiver No. 2, and in the same direction; it therefore magnetises the core of No. 2 Receiver and makes a signal.

The consequence is that, when a telegraph message is travelling from No. 1 to No. 2, a second telegraph message can also travel from No. 2 to No. 1.

It is necessary, however, to maintain equilibrium between the actual line and the balance line. The resistance of the actual line is subject to frequent—sometimes incessant—variation, caused by rain, snow, frost, heat, cold, fog, and other incidental changes of weather, and

also other vicissitudes, to which a line wire is naturally subject. For every such variation, a corresponding variation must be made in the balance line. A differential galvanometer warns the operator of every change on the line, in order that he may adjust his balance in accordance with it.

As long as this balance is maintained, the ordinary duplex telegraph can transmit two messages at a time, PROVIDED, first, that the messages travel in opposite directions, and, second, that they travel between the same two places.

If the two messages are required to travel in the same direction, or if one of the messages is required to travel between two points—say the terminal stations of the line—and the other message between, or to, or from, any other point or points in the line, then the ordinary duplex telegraph cannot do what is required.

A Phonopore Duplex is constituted by adding a Simplex Phonopore Telegraph to any wire on which an ordinary simplex telegraph is already installed. Such a combined service is shown in figs. 9 and 15 among others.

It differs from an ordinary duplex, inasmuch as no rheostats, condensers, or balances of any sort are employed; there is no division of current, no relation exists between the one service and the other, there is, therefore, no equilibrium to be maintained.

With it, as with the ordinary duplex, one message may be sent in either direction; or one message may be sent in each direction, to and fro, at the same time.

In addition to this, however, the following things can be done with the Phonopore duplex, which cannot be done at all with the ordinary duplex:—

Two messages can be sent in the same direction simultaneously.

autres changements atmosphériques, et autres troubles auxquels un fil aérien est naturellement exposé. Pour chacune de ces variations, une variation correspondante doit être produite dans la ligne artificielle. Un galvanomètre différentiel avertit l'opérateur de chaque changement sur la ligne, et lui permet d'établir l'équilibre.

Pendant tout le temps que cet équilibre est maintenu, le télégraphe duplex ordinaire peut transmettre deux messages à la fois, pourvu que, premièrement, ces messages circulent dans des sens opposés, et que, secondement, ils circulent entre les deux mêmes postes.

Si les deux messages doivent circuler dans la même direction, ou si l'un des messages doit circuler entre deux points—les postes extrêmes de la ligne, par exemple—et l'autre message entre quelques autres points de la ligne, le télégraphe duplex ordinaire ne peut plus convenir.

Un Phonopore duplex est constitué par l'addition d'un télégraphe Phonopore simplex à un fil quelconque sur lequel est déjà installé un télégraphe ordinaire simplex. Ce service combiné est montré entre autres dans les figures 9 et 15.

Il diffère d'un duplex ordinaire en ce sens, qu'il n'emploie ni rhéostat, ni condensateur, ni ligne d'équilibre d'aucune sorte; il n'y a aucune division du courant, et aucune relation n'existe entre un service et l'autre; il n'y a, par suite, aucun équilibre à maintenir.

Avec lui, comme avec le duplex ordinaire, un message peut être envoyé dans l'une ou l'autre direction, ou échangé dans chaque direction simultanément.

En outre, toutes fois les services suivants peuvent être faits avec le Phonopore duplex qui ne peuvent être exécutés avec le duplex ordinaire.

Deux messages peuvent être envoyés dans la même direction simultanément.

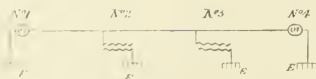


Fig. 18.

One service may be worked between two given points in a wire, as, for instance, between Nos. 1 and 4 of fig. 18, and the other service between two different points, say No. 2 and No. 3, in the same wire.

Un service peut être organisé entre deux points quelconques sur un fil, par exemple, entre les numéros 1 et 4, de la figure 18 et un autre service entre deux points différents, numéros 2 et 3, sur le même fil.

Un service peut fonctionner entre deux points d'un fil, 1 et 3 par exemple, fig. 19, et un autre entre un des mêmes points et un troisième point du même fil, où il n'est pas nécessaire qu'il y ait un appareil télégraphique ordinaire, 1 et 3 par exemple, fig. 19.

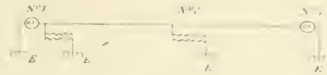


Fig. 19.

One service may be between two points in a wire, say No. 1 and No. 3 of fig. 19, and the other between one of the same points and a third point in the same wire, at which third point there need be no ordinary telegraph, say No. 1 and No. 2.

Un service, le service télégraphique ordinaire par exemple, peut être organisé entre les deux stations extrêmes de la ligne, et l'une ou l'autre ou les deux stations phonoporiqnes peuvent être situées dans une ville éloignée reliée avec le même fil de ligne par une ou plusieurs lignes de branchement. Il y aura alors un service télégraphique ordinaire entre les villes No. 1 et No. 2, fig. 20, et un service télégraphique phonoporique indépendant entre les villes 3 et 1; le fil de ligne 1 et 2 étant employé, de toute sa longueur pour les deux services simultanément.

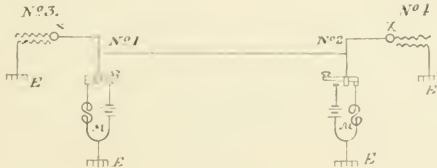


Fig. 20.

One service, say the ordinary telegraph, can be worked between the two terminal stations of the wire, and either or both the Phonopore stations may be situated in a distant town connected with the same line-wire by a branch wire or wires. There will then be an ordinary telegraph service between towns No. 1 and No. 2, fig. 20, and an independent Phonopore telegraph service between towns No. 3 and No. 4; line-wire 1 and 2 being used, as far as it goes, for both the services simultaneously.

Un fil omnibus peut être employé sur lequel il y a deux stations terminus, et différentes stations intermédiaires comme dans la fig. 21.

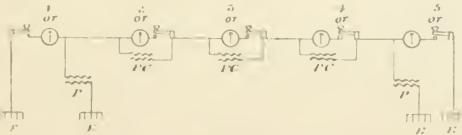


Fig. 21.

An omnibus wire may be used on which there are two terminal and various intermediate stations as in fig. 21.

Il est seulement nécessaire de disposer un Phonopore Porteur, PC, aux stations intermédiaires, et l'intercommunication entre les deux stations terminus

It is only necessary to connect a Phonopore Carrier, PC, to the instruments at the intermediate stations, and the intercommunication between the ter-

and all the intermediate stations can be continued, and at the same time a direct and independent service maintained by means of the simplex Phonopore telegraph between any two points on the same wire.

Other useful arrangements can be made which will suggest themselves if the fact be grasped that the two services are independent of each other.

This distinguishes the Phonopore from all other systems of multiplex telegraphy; there are no balances to maintain between resistances or capacities, no synchronous action to be preserved, the one service bears no relation to the other, and produces no effect on the other. Each wire serves two independent purposes as completely as if it had become two wires.

As the ordinary simplex telegraph is the one in most general use (except, possibly, in Great Britain), it is probable that the most frequent use of the Simplex Phonopore Telegraph will be to add it to the ordinary simplex as above described. But this is by no means the limit of its application. It can be added to an ordinary duplex telegraph, indeed, so far as I have been able to ascertain by a vast number of experiments in many countries, it can be added with equal facility and advantage to any ordinary telegraph whose line instrument either includes or permits the addition of an electro-magnet of small resistance, as all the systems in practice I have met with do.

Moreover, it is not unimportant to observe that there need be no ordinary telegraph on the wire (see fig. 16). The independence of the two services is complete; the ordinary telegraph may break down or be removed altogether, and nevertheless the Phonopore service may be worked precisely as before.

In numerous long-continued trials, on actual service wires, the Simplex Phonopore Telegraph has been worked with complete success, on the same wires and simultaneously with, among others, Morse, Hughes, and Needle telegraphs,—which three systems include the great majority of the telegraph instruments in use throughout the world.

et toutes les autres stations intermédiaires pourra continuer, et en même temps pourra-t-on maintenir un service direct et indépendant, au moyen d'un télégraphe Phonopore simplex, entre deux points quelconques sur le même fil.

D'autres combinaisons utiles peuvent être réalisées et qui s'indiqueront d'elles-mêmes, étant bien établi que les deux services sont indépendants l'un de l'autre.

Ceci distingue le Phonopore de tous les autres systèmes de télégraphie multiple; il n'y a aucun équilibre à maintenir entre des résistances ou des capacités, aucune action synchrone à surveiller; un service n'a aucune relation avec un autre, et il ne produit aucun effet sur l'autre. Chaque fil sert pour deux buts, aussi indépendants l'un de l'autre, que s'ils étaient dus à deux fils distincts.

Comme le télégraphe simplex ordinaire est celui qui est généralement le plus en usage (excepté peut-être en Angleterre), il est probable que la plus grande application du télégraphe Phonopore simplex sera son addition au télégraphe simplex de la façon qui a été décrite ci-dessus. Mais ceci ne limite en aucune façon son application. Il peut être ajouté à un télégraphe duplex ordinaire et, comme je l'ai reconnu par un grand nombre d'expériences dans plusieurs pays, il peut être adjoint avec une égale facilité et avantageusement à un télégraphe ordinaire quelconque, dont l'appareil de ligne contient ou permet l'addition d'un électro-aimant de petite résistance comme tous les appareils que j'ai rencontrés.

De plus, il n'est pas sans importance de faire observer qu'il n'est pas nécessaire qu'il y ait un appareil télégraphique sur la ligne (voir fig. 16). L'indépendance des deux services est complète, le télégraphe ordinaire peut être rompu ou enlevé, et néanmoins le service phonoporique peut fonctionner aussi parfaitement qu'avant.

Dans de nombreux essais de longue haleine sur des lignes en service courant, le télégraphe Phonopore simplex a fonctionné avec un succès complet, sur le même fil et simultanément avec des télégraphes Morse, Hughes, et à aiguille, qui constituent à eux trois la plus grande majorité des appareils télégraphiques employés dans le monde entier.

VIII.—LES APPAREILS POUR LE TÉLÉ- GRAPHIE PHONOPORE SIMPLEX.

Le nombre des appareils déjà étudiés et construits pour les usages phonopore est très grand. Je me limiterai cependant ici à une description des appareils requis pour le télégraphe Phonopore simplex.

Les principes de leur construction et leurs circuits ont été déjà décrits; il reste seulement à indiquer leurs arrangements mécaniques et leur mode de fonctionnement.

VIII.—INSTRUMENTS FOR THE SIMPLEX PHONOPORE TELEGRAPH.

The number of instruments already designed and constructed for Phonopore uses is very large. I am, however, limited here to a description of the instruments required for the Simplex Phonopore Telegraph.

The principles of their construction and their circuits have already been described; it only remains to describe their mechanical arrangements and the mode of working them.

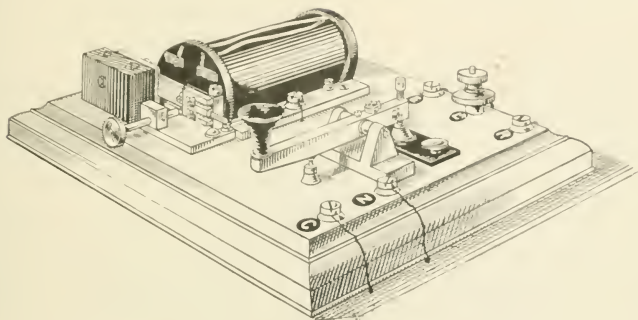


Fig. 22.

La figure 22 représente le transmetteur prêt à fonctionner. En pratique, la bobine serait cachée par un couvercle laissant passer seulement la clef et la vis de réglage.

La vis de réglage est devant la bobine. Pour l'ajuster, la clef est abaissée et la vis est tournée jusqu'à ce qu'une note musicale claire soit produite par l'anche régulatrice. L'appareil est alors prêt à fonctionner et continuera à fonctionner convenablement jusqu'à ce que le contact de l'anche soit détérioré par l'affaiblissement ou par la poussière; il peut alors être nettoyé, ajusté, ou remplacé en quelques secondes.

L'instrument est mis en activité au moyen de la clef à la façon ordinaire. Aucune explication n'est donc nécessaire.

Fig. 22 represents the transmitter ready for action. In practice, the coil would be concealed by a cover, leaving only the key and governor-screw outside.

The governor-screw is seen in front of the coil. To adjust it, the key is held down and the screw turned until a perfectly clear musical note is heard coming from the governor-reed. The instrument is then ready for use, and should continue in good working order until the reed contact becomes deteriorated by wearing out, or the presence of dirt, when it can be cleaned, adjusted, or renewed in a few seconds.

The instrument is worked with the key in the ordinary way. No explanation is therefore necessary.

Fig. 22 is a representation of the receiving instrument, called the Signal-former, Standard A (or, more briefly, Former A).

It is adjusted and put in action as follows:—The operator at the distant station is requested to send signals, which, if the reed of the Former is out of adjustment, will scarcely be audible in it. The large tuning screw on the right hand side is then turned, to strain or slacken the reed. The instant the reed is tuned to the same note as the distant transmitter, it will sound a loud musical tone. By means of the upper right hand screw the hammer-head of the lever is then brought into position, and when this has been done the musical tone will be changed into a clear, rattling sound.

La figure 23 représente l'appareil récepteur, appelé Formateur de signaux, Type A (ou plus brièvement, Formateur A).

Il est réglé et mis en mouvement de la façon suivante:—L'opérateur à la station extrême est requis pour envoyer des signaux qui, si l'anche du Formateur est mal réglée, seront à peine perceptibles. La grosse vis de réglage de droite est alors tournée pour tendre ou relâcher l'anche. Au moment où l'anche est réglée à la même note que celle du transmetteur distant, elle rendra un son musical intense. Au moyen de la vis supérieure de droite, la tête de marteau du levier est amenée en position, et quand ceci a été obtenu le ton musical est changé en un son clair et bruyant.

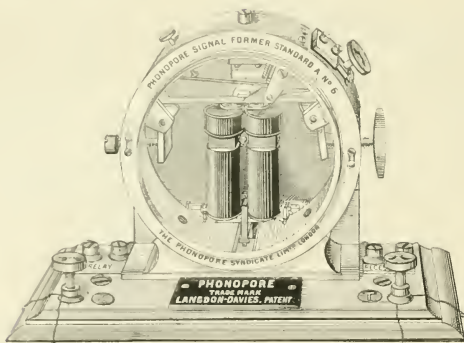


Fig. 23.

The Signal Former is then ready to work any usual relay, and through the relay a usual receiving instrument, such as a Morse sounder or printer—unless, as in the figure, the Signal Former is furnished with a Relay Armature. In this case no exterior relay is required, and it is only necessary to attach the ordinary Morse or other receiver.

One modification of the Signal Former has a sonorous armature, in place of the relay armature. This, therefore, delivers the signals as an ordinary Morse sounder would do, and neither exterior relay nor receiver is necessary.

Le Formateur de signaux est alors prêt à fonctionner un relais ordinaire quelconque, et à travers le relais un appareil récepteur ordinaire, tel qu'un sonner Morse ou un imprimeur, à moins que, le Formateur de signaux soit, comme dans la figure, pourvu d'une armature-relais. Dans ce cas, aucun relais extérieur n'est nécessaire, et il suffit seulement d'attacher le Morse ordinaire ou tout autre récepteur.

Une modification du Formateur de signaux a une armature résonnante, au lieu d'une armature-relais. Ceci, par suite, donne des signaux comme le ferait un sonner Morse, et il n'y a besoin d'aucun relais ou récepteur.

L'opérateur reçoit les mêmes signaux qu'il aurait des mêmes récepteurs employés dans le service télégraphique ordinaire, et n'a besoin d'aucune instruction spéciale pour les lire.

La figure 24 est une élévation du Formateur de signaux B. Il est vu en grandeur naturelle, de sorte que sa nature substantielle peut être évidente.

Le Formateur de signaux B ne comprend pas de relais ou de sonnerie ; c'est la forme la plus simple de récepteur de télégraphe Phonopore. Chaque organe est complet en soi et peut être enlevé pour être réparé sans interférer avec les autres. Il actionne un relais quelconque.

The operator receives the same signals as he would from the same receivers when employed in the ordinary telegraph. He therefore requires no instruction to read them.

Fig. 24 is a drawing in elevation of the Signal Former Standard B. It is shown full size, in order that its substantial nature may be evident.

Signal Former B does not comprise a relay or sounder ; it is the simplest form of Phonopore Telegraph receiver. Every organ is self-contained, and can be removed for repairs without interfering with the others. It works any relay.

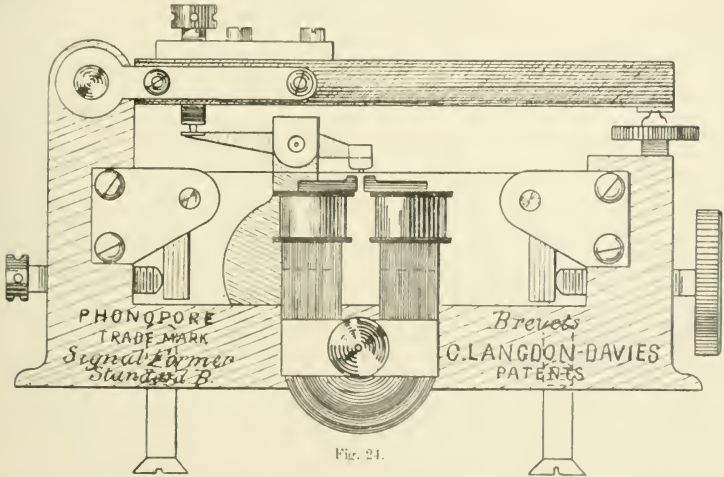


Fig. 24.

La vis de réglage est vue à droite, et au-dessus une vis à molette, qui élève ou abaisse la poutre de vulcanite portant la vis de contact. Ceci permet d'ajuster le levier vers l'anche à un dix-millième de pouce, s'il est nécessaire.

La figure 25 montre une installation de Phonopore simplex prête à fonctionner. Elle consiste en un Phonopore transmetteur, un Formateur, Type A, avec sa propre armature-relais, et un imprimeur Morse ordinaire.

The tuning screw is shown on the right-hand side, and above it a thumbscrew, which raises or lowers the vulcanite beam carrying the contact screw. This permits the lever to be adjusted towards the reed to the ten-thousandth of an inch, if necessary.

Fig. 25 shows a simplex Phonopore installation ready for use. It consists of a Phonopore Transmitter, a Signal Former, Standard A, with its own relay armature, and an ordinary Morse printer. It is obvious that

any Morse operator could use the instruments to send or receive, without instruction, even if he had never seen them before.

Il est évident qu'un opérateur de Morse quelconque peut transmettre ou recevoir avec ces instruments, sans instruction préalable, même s'il ne les a jamais vus auparavant.

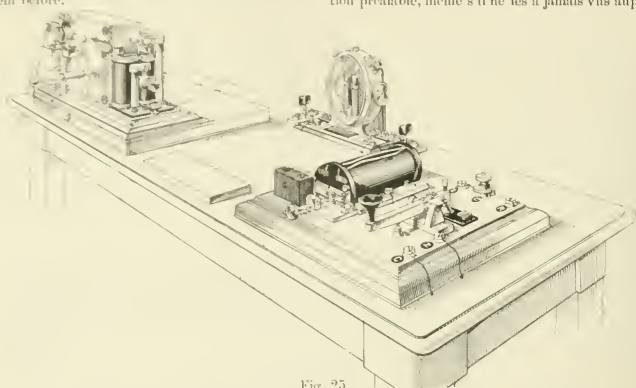


Fig. 25.

Such an installation kept in readiness in a telegraph office could be connected in a moment to any wire going from, or passing through, the office, and instantly worked, provided, of course, there was also a Phonopore installation at the station with which it was desired to communicate.

Une installation tenue toujours prête dans un bureau télégraphique pourra être reliée, dans un moment, à un fil quelconque émanant du bureau ou le traversant, et être mis au service instantanément, pourvu toujours qu'il y eût aussi une installation du Phonopore à la station avec laquelle on désire communiquer.

IX.—TESTS APPLIED TO THE SIMPLEX PHONOPORE TELEGRAPH.

Test installations of the Simplex Phonopore Telegraph have been worked under practical conditions, upon actual lines, and for periods varying in duration up to many months, in combination with the following:—

- The Morse Sounder.
- The Morse Printer.
- The Hughes Printing Telegraph.
- The Needle instrument.
- Bright's Bell.

Each of these combined services constituted a Phonopore Duplex, as previously described

ÉPREUVES EFFECTUÉES AVEC LE TÉLÉGRAPHE PHONOPORE SIMPLEX.

Des installations d'épreuves du Télégraphe Phonopore Simplex ont fonctionné dans des conditions pratiques sur des lignes réelles, et durant des périodes de plusieurs mois, conjointement avec les appareils suivants:—

- Le sounder Morse.
- L'imprimeur Morse.
- Le télégraphe imprimeur de Hughes.
- L'appareil à aiguille.
- La cloche Bright.

Chacun de ces services combinés constituait un service Phonopore Duplex, comme il a été décrit.

La longueur de la ligne a varié de 9 milles (14·4 kilomètres) à 1,060 milles (1,700 kilomètres).

Les résultats qui ont été invariablement obtenus (avec d'autres résultats importants au-delà du but de cette description) étaient comme suit :—

Le télégraphe ordinaire et le télégraphe phonopore étant tous deux couplés sur le même fil, des messages télégraphiques pouvaient être envoyés à chaque instant comme suit :—

- a. Par le télégraphe ordinaire seul.
- b. Par le télégraphe phonopore seul.
- c. Par un télégraphe ordinaire et un télégraphe phonopore travaillant simultanément dans des directions opposées (duplex, c'est-à-dire, contraplex.)
- d. Par un télégraphe ordinaire et un télégraphe phonopore travaillant simultanément dans la même direction (diplex).
- e. Par un télégraphe duplex ordinaire et un télégraphe phonopore tous travaillant simultanément sur un même fil (triplex). Deux messages dans une ou l'autre direction et un dans la direction contraire.

D'éminents experts ont de temps à autre attesté le fonctionnement des appareils, et je me suis permis d'adjoindre cinq de leurs rapports tous adressés à des tierces parties, sauf un, qui est adressé à moi-même.

Au commencement de 1887, ayant construit des appareils, quelque peu délicats dans leur nature, il est vrai, mais néanmoins capables de fonctionner sur une ligne, je cherchai le jugement indépendant d'une personne qui, possédant une longue expérience pratique aussi bien que des connaissances approfondies, pourrait prononcer avec autorité sur cette question, si le télégraphe phonopore pourrait être un instrument pratique ou non. Je fus assez heureux d'obtenir cette réponse de M. Latimer Clark. En collaboration avec M. Herbert Taylor il fit de sérieuses recherches au laboratoire et ensuite fit des épreuves en ligne entre London Bridge et Folkestone, qui forment le sujet de son rapport (page 37). Des milliers d'épreuves ont durant quatre années confirmé le jugement qu'il porta alors.

Au mois d'Octobre de la même année, le Professeur Silvanus Thompson fit des recherches analogues. Les appareils phonoporiens étaient un peu perfectionnés

The length of the line-wire has varied from 9 miles (14·4 kilometres) to 1,060 miles (1,700 kilometres).

The results which were invariably obtained (in addition to other important results beyond the scope of this description) were as follows :—

The ordinary Telegraph and the Phonopore Telegraph being both installed on the same wire, Telegraph messages could, at any time, be sent as follows :—

- a. By the ordinary Telegraph alone.
- b. By the Phonopore Telegraph alone.
- c. By an ordinary Telegraph and a Phonopore Telegraph working simultaneously in opposite directions (Duplex, *i.e.*, Contraplex).
- d. By an ordinary Telegraph and a Phonopore Telegraph working simultaneously in the same direction (Diplex).
- e. By an ordinary Duplex Telegraph and the Phonopore Telegraph all working simultaneously on a single wire (Triplex). Two messages in either direction, and one message in the opposite direction.

Numerous eminent experts have from time to time tested the working of the instruments; I have selected five of their Reports, and append them. They were all addressed to third parties except one, which was addressed to myself.

At the beginning of 1887, having constructed instruments, somewhat delicate in their nature it is true, but nevertheless capable of being worked upon a line, I sought the independent judgment of one who, qualified by long practical experience as well as by extensive knowledge, could pronounce authoritatively upon the question, whether the Phonopore Telegraph system was of practical utility or not. I was fortunate enough to obtain this from Mr. Latimer Clark. In conjunction with Mr. Herbert Taylor he made a thorough investigation in the laboratory, and afterwards conducted the line tests between London Bridge and Folkestone, which form the subject of his Report (page 37). Thousands of tests have during the past four years confirmed the judgment he then pronounced.

In October of the same year, Professor Silvanus Thompson made a similar investigation. The Phonopore apparatus was of improved construction, and

stronger. The wire was an omnibus line, having six intermediate stations, besides the terminal stations, and the Phonopore was working a direct, independent, and additional service from terminus to terminus. Professor Thompson's Report will be found to confirm that of Mr. Latimer Clark, although the conditions of the test were far more severe (page 41).

Two years were occupied in designing, constructing, and developing instruments for the numerous purposes which Phonopores were found capable of serving, and, in 1889, a series of demonstrations took place of results producible by the Phonopore. The demonstrations consisted, first, of the practical working of the Simplex Phonopore Telegraph on an actual line-wire; and, second, of expositions, in the laboratory, of Duplex and Multiplex Phonopore Telegraphs, working by means of instruments which are being prepared for future introduction. Mr. Conrad W. Cooke was among those who investigated these demonstrations, and he sets out fully the facts he saw proved, in his long and careful Report (page 44).

Other trials of the Phonopore have been made on many lines and in various countries.

Passing over the Phonopore triplex service at the Paris Exhibition, upon which so many thousands of visitors, expert and otherwise, tried experiments; passing also a great number of installations, from which valuable experience has been gained, I come to two important Reports of tests applied on the wires of the State Telegraph Departments of Spain and of the Netherlands respectively.

The Spanish Report contains details of an exhaustive investigation under the direction of Don Francesco Mora, Chief of the Telegraph Section, and personally carried out by Señor Prego de Oliver, assisted by the officers of the Department. The final test is remarkable as being the longest service yet worked.

A series of telegraph lines were joined together, and constituted a wire one thousand and sixty English miles long, beginning at Madrid, running round the vast tract of country shown on the map, fig. 26, until it passed through Madrid again, and ended at Guadaluajara. On this long wire the Simplex Phonopore Telegraph was successfully worked as described in the

et plus robustes. Le fil était une ligne omnibus ayant six stations intermédiaires, entre les stations extrêmes, et le Phonopore fonctionna directement, indépendamment et supplémentairement entre les stations terminus. On verra que le rapport du Professeur Thompson confirme celui de M. Latimer Clark, quoique les conditions des épreuves fussent beaucoup plus rigoureuses (page 41).

Deux années furent employées dans la recherche, la construction, et le développement des appareils pour les cas nombreux dans lesquels les Phonopores furent reconnus capables de servir, et, en 1889, une série de démonstrations montra les résultats que l'on peut obtenir avec le Phonopore. Les démonstrations furent, premièrement, le fonctionnement pratique du télégraphe phonopore simplex sur une ligne réelle; et, secondement, l'exposition dans le laboratoire de télégraphes phonopores duplex et multiplex, fonctionnant au moyen d'appareils qui sont maintenant en préparation pour être introduits plus tard. M. Conrad W. Cooke était parmi ceux qui examinèrent ces démonstrations et il décrit entièrement les faits qu'il vit prouvés, dans un long et détaillé rapport (page 44).

D'autres essais sur le Phonopore ont été faits sur beaucoup de lignes et dans différentes contrées.

Laissant de côté le service Phonopore triplex à l'Exposition de Paris, où plusieurs milliers de visiteurs, d'experts et autrement, ont essayé des expériences, et aussi un grand nombre d'installations dont j'ai tiré une grande expérience, j'arrive aux importants rapports des recherches sur les fils des départements du télégraphe de l'Etat d'Espagne et des Pays-Bas.

Le rapport espagnol contient les détails de recherches approfondies sous la direction de Don Francesco Mora, Chef de la Section télégraphique, et personnellement effectuées par Señor Prego de Oliver, assisté par les officiers de son département. L'épreuve finale est remarquable comme étant le plus long service qui ait encore fonctionné.

Une série de lignes télégraphiques furent réunies ensemble et constituèrent une ligne de 1,060 milles anglais (1,700 kilomètres) commençant à Madrid, parcourant l'immense territoire vu sur la carte, fig. 26, traversant Madrid de nouveau et finissant à Guadaluajara. Sur ce long fil, le télégraphe Phonopore simplex fonctionna ainsi qu'il est indiqué dans le rapport. Le résultat

a été discuté et disputé; il a été fermement objecté que les signaux phonoporiqnes, faisant 2,000 vibrations par seconde, n'auraient pas suivi le fil, mais se seraient propagés par une route indéterminée plus courte, du transmetteur au récepteur (qui étaient tous deux à Madrid quoiqu'une extrémité du fil fût reliée à la terre à Guadalajara).

Report. The result has been discussed and disputed; it has been stoutly argued that the Phonopore signals, working 2,000 vibrations per second, could not have passed round such a wire, but must have travelled by some nearer though unnoticed route, from the transmitter to the receiver (which were both in Madrid, though one end of the wire was carried on to earth at Guadalajara).

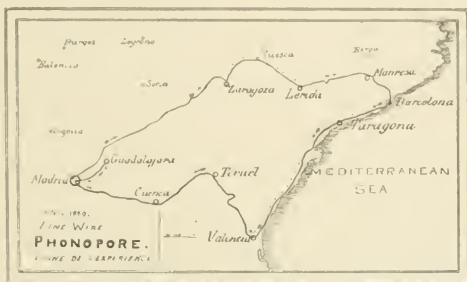


Fig. 26.

Mais durant l'expérience il se produisit un fait qui n'est pas mentionné dans le rapport mais qu'il est bon d'indiquer ici.

Au commencement de l'expérience les signaux phonoporiqnes semblaient bons pendant une seconde ou deux, puis, avant que le récepteur eût pu être mis en action, les signaux s'arrêtaient. Tous les efforts furent faits pour mettre le récepteur en action, mais aucun signal n'arrivait. Je persévérerai moi-même pendant deux longues heures essayant, par les réglages les plus délicats, à faire marcher le récepteur, et je n'y réussis en aucune façon.

Je demandai alors que le fil fut examiné de nouveau, ce qui fut fait par Señor Prego, qui indiqua que le fil était coupé à Barcelonne, où l'opérateur avait mal compris ses instructions, et avait maintenu le fil réuni pendant une minute seulement. Au moment où la connexion nécessaire fut faite à Barcelonne, le Phonopore récepteur se mit en mouvement, sans aucun réglage. Ceci montre que les signaux du Phonopore ne pouvaient aller du transmetteur de Madrid au récepteur de Madrid que par la route de Barcelonne, à peu près le

But a circumstance occurred during the experiment which is not referred to in the Report, and which it is desirable to state here.

At the beginning of the experiment, the Phonopore signals seemed good for a second or two, and then, before the receiver could be put in action, the signals died out. Every effort was made to get the receiver to work, but no signals arrived. I persevered, for two very long hours, endeavouring, by the most delicate adjustments, to work the receiver, and I utterly failed.

I then begged that the wire might be reviewed, which was done by Señor Prego, who reported that the wire was broken at Barcelona; the operator there had misunderstood his instructions, and had only kept the wire joined for one minute. The instant the necessary connection was made at Barcelona, the Phonopore service worked, without any regulation whatever. This showed that the Phonopore signals could not travel from the Madrid transmitter to the Madrid receiver except by way of Barcelona, approximately the west

distant point. The shorter telegraph wire between Madrid and Barcelona was, roughly speaking, 500 miles long.

In conclusion, Heer Collette's careful and well-considered Report, besides containing a full and exact account of the instruments and their working, also describes an unusually interesting experiment.

A loop was formed, of a wire running from Amsterdam through a submarine cable across the North Sea to Lowestoft, where it was joined to a wire in a second submarine cable, through which it returned to Holland, and, passing through Amsterdam, ended at the Hague. On this submarine line, 220 miles long, the Simplex Phonopore Telegraph was worked simultaneously with the ordinary Telegraph.

This result is also disputed, and it is maintained that the signals never passed through Lowestoft. It has not yet been found convenient to permit me to insert an instrument at Lowestoft, which might settle the question. Meantime, I bear the Barcelona incident in mind, and continue my researches. The question will eventually be settled, possibly at Lowestoft, probably elsewhere.

During the year 1890 the delicacy of construction which had, more or less, characterised the Phonopore instruments, was gradually eliminated, and the strong and durable apparatus of the Simplex Phonopore Telegraph was completed at the beginning of this year 1891.

Duplex Phonopores, Multiplex Phonopores, Submarine Phonopores—even Telephonic Phonopores—have all had attention. Work has been done upon them, results have been obtained from them; but they have not yet passed from the stages of development to the settled condition of maturity. THE SIMPLEX PHONOPORE TELEGRAPH is ready for use, to convert any ordinary Simplex Telegraph Service into a Phonopore Duplex, or to add an additional service to any ordinary Telegraph Service: the two services will work together at the same time, and on the same wire, yet they will work as independently of each other as if they were installed on two separate wires.

point le plus éloigné. Le fil télégraphique plus court entre Madrid et Barcelonne avait environ 500 milles de longueur.

Le rapport détaillé et de haute considération de M. Collette, en outre d'une description complète et exacte des appareils et de leur fonctionnement, décrit aussi une expérience extraordinairement intéressante.

Une boucle était formée d'un fil allant d'Amsterdam par un câble sous-marin traversant la Mer du Nord à Lowestoft, où il fut réuni à un fil d'un autre câble sous-marin retournant en Hollande, et passant par Amsterdam finissant à la Hague. Sur cette ligne sous-marine de 220 milles (364 kilomètres) le télégraphe phonopore simplex fonctionna simultanément avec un télégraphe ordinaire.

Ce résultat est aussi controversé, et il est soutenu que les signaux ne passèrent jamais par Lowestoft. Il n'a pas encore été convenable de me permettre d'insérer un appareil à Lowestoft, ce qui pourra décider la question. Pour le moment je me rappelle l'expérience de Barcelonne et continue mes recherches. La question sera décidée après, peut-être à Lowestoft, probablement ailleurs.

En 1890 la délicatesse de construction, qui avait jusque là caractérisé plus ou moins les appareils phonopores, avait été graduellement éliminée, et au commencement de 1891 on avait achevé l'appareil robuste et durable du Télégraphe Phonopore Simplex.

Les Phonopores duplex, les Phonopores multiplex, les Phonopores sous-marins—les Phonopores téléphoniques même—tous ont eu mes soins. J'y ai travaillé et en ai obtenu des résultats, mais ils n'ont pas encore passé les degrés de développement—they n'ont pas encore atteint à l'état de maturité. LE TÉLÉGRAPHE PHONOPORE SIMPLEX est prêt à fonctionner, et à changer un télégraphe ordinaire simplex quelconque en Phonopore duplex, ou à ajouter un service additionnel à un télégraphe ordinaire: les deux services fonctionneront ensemble simultanément et sur le même fil, néanmoins établiront-ils deux services indépendants comme s'ils avaient été installés sur deux fils séparés.

REPORTS.

RAPPORT DE MONSIEUR LATIMER CLARK.

RAPPORT de MONSIEUR LATIMER CLARK, C.E., F.R.S., F.R.A.S., etc., Ancien Président de l'Institution des Ingénieurs-Électriciens, etc.

LE PHONOPORE.

COPIE.

M. C. LANGDON-DAVIES. 5 Février, 1887.

CHER MONSIEUR,

De concert avec mon partenaire M. Herbert Taylor, j'ai entrepris aujourd'hui une série d'expériences sur la ligne télégraphique entre le Pont de Londres et Folkestone, exécutée simultanément avec le système "Phonopore" et le système ordinaire à aiguille employé sur la ligne. Le temps était assez beau.

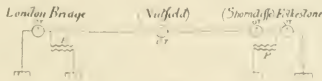


Fig. 27.

Le circuit en question consistait en quatre appareils à une seule aiguille, situés au Pont de Londres, à Nutfield, Shorncliffe, et au port de Folkestone ; et les deux télégraphes simplex "Phonopore" employés étaient situés l'un à l'arrivée du chemin de fer au Pont de Londres et l'autre à la station du "Chemin de fer du Sud-Est" au port de Folkestone.

Les expériences telles quelles furent convenues et arrangées préalablement par vous-même furent les suivantes.

Du Pont de Londres au port de Folkestone *via* Red Hill, 139 kilomètres.

EXPÉRIENCES.

1. Transmettre un message phonoporique seul de F. au P. de L. et là recevoir à travers un relais du Post-Office et un Sounder ordinaire Morse.

MR. LATIMER CLARK'S REPORT.

REPORT of Mr. LATIMER CLARK, C.E., F.R.S., F.R.A.S., etc., Past President of the Institution of Electrical Engineers, etc.

THE PHONOPORE.

COPY.

C. LANGDON-DAVIES, Esq. 5th February, 1887.

DEAR SIR,

In conjunction with my partner, Mr. Herbert Taylor, I have this day witnessed a series of experiments on the telegraph line between London Bridge and Folkestone, worked by the Phonopore system simultaneously with the ordinary needle system working on the line. The weather was fairly fine.

The circuit in question consists of four single needle instruments, situated at London Bridge, Nutfield, Shorncliffe, and Folkestone Harbour, and the two simplex Phonopore Telegraphs employed were situated, one at the Railway Approach, London Bridge, and the other at the South Eastern Railway Station at Folkestone Harbour.

The experiments as previously agreed upon, and as arranged by yourself, were as follows:—

London Bridge to Folkestone Harbour, *via* Red Hill, 84 miles.

EXPERIMENTS.

- 1st. A Phonopore message to be transmitted alone from F. to L. B. and there received through a Post Office relay and ordinary Morse sounder.

- 2d. A similar Phonopore message to be transmitted and received while an ordinary Telegraph message is travelling in the same direction between the same stations.
- 3d. A similar Phonopore message to be transmitted and received while an ordinary Telegraph message is transmitted in the opposite direction between the same stations.
- 4th. A similar Phonopore message to be transmitted and received between the terminal stations while an ordinary Telegraph message is being transmitted between two intermediate stations.
- 5th. The line to be disconnected at the two points indicated by arrows at London Bridge and Folkestone, and a Phonopore message to be transmitted under these circumstances while it is impossible to work the ordinary Telegraphs, on account of there being no continuous circuit on the line.

These several experiments were duly and successfully carried out, and with entire success. The signals were strong and good, and were received on the ordinary Post Office relay and read on a Morse sounder; and, if preferred, could have been equally well received on a Morse printing instrument. There was no appearance of any hitch or difficulty in the signals or in the adjustments, and to all appearance the working was the same as that of an ordinary separate circuit, although two messages were being transmitted on the same line simultaneously.

You have placed before me a statement of the advantages of the Simplex Phonopore System as compared with the ordinary duplex system, in which, after careful consideration, and as modified below, I concur.

ON THE ADVANTAGES OF THE SIMPLEX PHONOPORE TELEGRAPH.

The duplexing of a telegraph service by adding a Simplex Phonopore Telegraph to the ordinary telegraph possesses the following advantages over the ordinary duplex system now in use :—

1. The duplex system requires a balance line at each end of the wire, and each of these balance lines requires incessant adjustment to maintain equilibrium between them and the actual line, which latter is liable to constant change from

2. Transmettre un message phonoporique semblable et le recevoir pendant qu'une dépêche télégraphique ordinaire circule dans la même direction entre les mêmes stations.
3. Transmettre un semblable message phonoporique et le recevoir pendant qu'un message télégraphique ordinaire est transmis dans une direction contraire entre les mêmes stations.
4. Transmettre et recevoir un message phonoporique entre les stations extrêmes pendant qu'un message télégraphique ordinaire est transmis entre deux stations intermédiaires.
5. Couper la ligne aux deux points indiqués par des flèches au Pont de Londres et à Folkestone, et transmettre dans ces conditions un message phonoporique alors qu'il est impossible de faire usage du télégraphe ordinaire à cause de la non-continuité de la ligne.

Ces diverses expériences furent exactement et successivement exécutées avec un succès complet. Les signaux étaient nets et précis, et étaient reçus sur un relais ordinaire du Post-Office et lus sur un Sounder Morse, et si on l'avait préféré pouvaient être reçus également bien sur un télégraphe Morse imprimer. Il n'y avait aucune apparence d'obstacle ou de difficulté dans les signaux ou dans les dispositions, et toutes les apparences du fonctionnement étaient les mêmes que dans un circuit ordinaire séparé, quoiqu'il fût possible de transmettre simultanément deux messages sur la même ligne.

Vous m'avez soumis un exposé des avantages du système Phonopore Simplex, comparé avec le système duplex ordinaire, avec lequel, après examen attentif et modification ci-dessus, je suis d'accord.

SUR LES AVANTAGES DU TÉLÉGRAPHE SIMPLEX PHONOPORE.

Le service télégraphique double obtenu par l'addition d'un télégraphe Phonopore simplex à un télégraphe ordinaire possède sur le système duplex ordinaire actuellement les avantages suivants :—

1. Le système duplex actuel exige une ligne d'équilibre à chaque extrémité du fil, et chacune de ces lignes d'équilibre demande des soins incessants pour maintenir l'équilibre entre elles et la ligne véritable, laquelle est sujette à des

changements constants provenant des changements de température, des variations dans le temps, et d'autres causes se présentant constamment.

Le Phonopore ne demande aucune ligne d'équilibre.

2. Le système duplex demande à être employé par des opérateurs habiles à chaque extrémité, et ces opérateurs doivent être à même de faire les manœuvres nécessaires pour maintenir l'équilibre.

Le Phonopore peut être employé par n'importe quel opérateur sachant se servir d'une clef Morse.

3. Le système duplex ne peut transmettre ses deux dépêches dans le même sens, elles doivent être envoyées en sens contraire.

Le Phonopore permet d'envoyer les deux messages simultanément, soit dans une même direction, soit dans une direction opposée, à volonté.

4. D'après le mode d'emploi actuel du système duplex les deux services ne peuvent se faire que des mêmes stations qui doivent être toutes deux des stations extrêmes.

Le système phonoporique peut être employé indifféremment entre les stations extrêmes ou l'une des stations intermédiaires, et celles-ci peuvent être soit les mêmes stations que pour le service ordinaire, soit une station séparée et éloignée. L'une ou toutes les deux de ces stations peuvent être situées sur des branchements de la ligne et à une distance quelconque. Le Phonopore peut être employé comme ligne d'express entre les deux points extrêmes en même temps qu'elle sert comme ligne omnibus entre plusieurs stations intermédiaires.

5. L'installation d'un système télégraphique duplex ordinaire rend nécessaire la reconstruction soignée de la ligne, et c'est un travail qui demande de l'habileté. Il est nécessaire aussi que l'isolement en soit absolument parfait.

Le Phonopore peut-être ajouté sans toucher en quoi que ce soit à la ligne; cela est d'une exécution fort simple, et l'isolement peut en être très défectueux sans influence sensible sur les signaux.

change of temperature, variations in the weather, and from other causes constantly occurring.

The Phonopore requires no balance line at all.

2. The duplex system requires to be worked by a skilled operator at each end, and these operators must be each competent to arrange the electrical adjustments and compensations necessary for maintaining the balances.

The Phonopore can be worked by any operator who can use a Morse key.

3. The duplex system cannot transmit its two messages in the same direction, they *must* travel in opposite directions.

The Phonopore system permits that the two messages may travel simultaneously, either in the same direction, or in opposite directions at will.

4. As the duplex system is now used, it requires that the two services shall be worked from the same stations, and they must both be terminal stations.

The Phonopore system can be worked indifferently either between the terminal or any intermediate stations, and these may either be the same stations as the ordinary service, or other separate and distant stations. Either or both of these stations may be situated on branch lines and at any distances. The Phonopore may be worked between terminal stations as an express service, while the same line is being used as an omnibus line having many intermediate stations.

5. The installation of an ordinary duplex telegraph system renders a careful overhauling of the line necessary, and is a work of skill. It is also necessary that the insulation should be fairly good.

The Phonopore may be added without doing anything at all to the line, and is a work of the greatest simplicity, and the insulation may be very defective without materially interfering with the signals.

The cost of constructing the Phonopore is probably less than half the cost of constructing the duplex. The cost of working it is also less. It is more manageable, more readily put in action, and always available for addition to a busy line, and it can do all that the duplex system can do, with, in addition, the important services and advantages named, which the duplex cannot do.

I have previously stated my belief that the system can be advantageously worked in conjunction with the ordinary telegraph system, so as greatly to increase their working capacity, and the experiments I have seen to-day have fully confirmed me in that impression.

I have also previously stated my belief that the invention is a novel one, and I am still of the same opinion.

I understand that a more extended trial is in contemplation, in which a thoroughly exhaustive series of operations, extending over several days, will be carried out: such a course of experiments would enable me to form a final judgment on the question.

I am, dear Sir,

Yours very truly,

(Signed) LATIMER CLARK.

5th February, 1887.

ADDENDUM.

I have examined the Attendance Book at London Bridge Phonopore Station, signed daily by the operators, from which I find that the Phonopore was worked satisfactorily for twenty consecutive days—a period of about three times as long as I considered necessary when I wrote the last paragraph of my Report of 5th February. I have also seen the certificate of the operators at Folkestone, dated February 28th, which confirms the Attendance Book at London Bridge.

(Signed) LATIMER CLARK.

9th December, 1887.

Le prix de la construction du Phonopore est probablement inférieure à la moitié de celui du duplex. Le prix de l'installation est moindre aussi. Il est plus maniable, plus rapidement mis en action, et toujours prêt pour être ajouté à une ligne chargée, et il peut faire tout ce que le système duplex peut faire, et en plus rendre les services importants énumérés ci-dessus que le duplex ne peut rendre.

J'avais pensé tout d'abord que ce système pouvait être adjoint avantageusement au système télégraphique ordinaire de manière à en augmenter dans une grande mesure la capacité, et les expériences que j'ai vues aujourd'hui m'ont pleinement confirmé dans cette impression.

Ma conviction au préalable était aussi que cette invention était nouvelle, et je suis encore entièrement du même avis.

J'apprends qu'un essai plus étendu est à l'étude, essai dans lequel une série tout-à-fait complète d'opérations, étendue à plusieurs jours, sera exécutée; une telle suite d'expériences serait à même de me former un jugement définitif sur la question.

Je suis, cher Monsieur,

Votre très-dévoûé,

(Signé) LATIMER CLARK.

5 Février, 1887.

ADDENDUM.

J'ai examiné le livre de service de la station du Phonopore du Pont de Londres signé journellement par les opérateurs, où j'ai constaté que le Phonopore a fonctionné avec satisfaction pendant vingt jours consécutifs—période trois fois plus longue que celle que j'avais jugée nécessaire quand j'écrivais le dernier paragraphe de mon rapport du 5 Février. J'ai vu aussi le certificat des opérations de Folkestone en date du 28 Février, lequel confirme le livre de service du Pont de Londres.

(Signé) LATIMER CLARK.

9 Décembre, 1887.

RAPPORT DU
PROFESSEUR SILVANUS P. THOMPSON.

RAPPORT du PROFESSEUR SILVANUS P. THOMPSON,
D.Sc., *Directeur du Collège technique de
l'Institut de la Ville et des Corporations de
Londres à Finsbury, etc., etc.*

LONDRES, Octobre 17, 1887.

LE PHONOPORE.

PROFESSOR SILVANUS P. THOMPSON'S
REPORT.

REPORT of PROFESSOR SILVANUS P. THOMPSON,
D.Sc., *Principal of the Finsbury Technical
Collège of the City and Guilds of London In-
stitute, etc., etc.*

LONDON, October 17, 1887.

THE PHONOPORE.



Fig. 28.

Le circuit sur lequel ont été faites les expériences était constitué par une ligne télégraphique ordinaire de la Midland Railway Company entre Leicester et St. Pancras, d'une longueur de 162 kilomètres et ayant six stations intermédiaires dans lesquelles des instruments télégraphiques ordinaires étaient en ligne. Les instruments télégraphiques employés par la Compagnie du Midland (à une aiguille et cloche Bright), excepté un, un appareil à une seule aiguille d'une grande sensibilité qui était introduit dans le circuit de la salle d'expériences, et qui permettait aux opérateurs à St. Pancras de lire tous les messages télégraphiques ordinaires qui étaient transmis sur la ligne, et aussi pour connaître quand la ligne était libre, furent tous pourvus d'un Phonopore simple, ceux pour les stations intermédiaires ayant été, comme j'en fus informé, envoyés aux opérateurs des télégraphes locaux et adaptés par eux-mêmes à leurs instruments.

Les instruments télégraphiques phonoporiques à la station de Leicester étaient comme je l'ai établi, un Phonopore transmetteur et un récepteur acoustique, le même qui avait été employé à Folkestone lors des expériences de M. Latimer Clark. Les instruments phonoporiques à St. Pancras consistaient, (1) en un Phonopore transmetteur, (2) un Phonopore récepteur, capable d'être monté en simple ou en duplex, mais pendant,

The circuit upon which the experiments were made was the ordinary telegraph line of the Midland Railway Company between Leicester and St. Pancras, in length about 98 miles, and having six intermediate stations at which telegraphic instruments were in the line. The telegraph instruments in the line were the ordinary instruments used by the Midland Company (Single Needle and Bright's Bell) excepting one, a sensitive ordinary single-needle instrument, which was introduced into the circuit in the experimenting room, and which enabled the operators at St. Pancras to read all the ordinary telegraph messages which were being transmitted in the line, and also to ascertain when the line was clear. All these instruments had been fitted with simple Phonopores; those on the intermediate stations having, as I was informed, been sent down to the local telegraph operators, and fitted by them to their own instruments.

The Phonopore Telegraph instruments at the Leicester Station were, as I have ascertained, a Phonopore Transmitter and an Acoustic Receiver, the same which were used at Folkestone in Mr. Latimer Clark's experiments. The Phonopore Telegraph instruments at St. Pancras consisted of—(1) a Phonopore Transmitter; (2) a Phonopore Receiver capable of being arranged for either simple or duplex working, but during these experi-

ments connected for simplex working, actuating a Post Office Relay (ordinary pattern, made by Elliott Bros.), and a Morse Sounder (ordinary pattern, also by Elliott Bros.). The instruments were also the same that were used in Mr. Latimer Clark's experiments. An Acoustic Receiver (an ordinary Bell Telephone Receiver) was also inserted to enable the experimenters to ascertain, by listening, the state of the line.

The following experiments were then made in my presence :—

1. The line being clear, a Phonopore message was transmitted alone from Leicester to St. Pancras, and there received through the Post Office Relay and the Morse Sounder. The signals were clear and sharp; the needle of the ordinary telegraph instrument was entirely unaffected.

2. A Phonopore message was transmitted from St. Pancras to Leicester, and the answer thereto received on the Post Office Relay and Morse Sounder, whilst at the same time an ordinary telegraphic message on railway business was being transmitted on the same wire in the regular way from the St. Pancras Station to Leicester. There was not the slightest interference between the two messages.

3. Communication by Phonopore was maintained to and fro, whilst a message was being sent back by ordinary telegraph from Leicester to St. Pancras.

4. A Phonopore message was transmitted from St. Pancras to Leicester, and the reply thereto received as before, whilst messages were passing on the ordinary telegraph instruments from the intermediate station at Bedford to the intermediate station at Kettering.

5. At 8 p.m., by previous agreement with the telegraphic authorities, the line was disconnected, firstly at Leicester, secondly in the experimenting room at St. Pancras. Under these circumstances, it was impossible to transmit any signals of any kind by the ordinary telegraphs. Whilst the line was thus broken down, a Phonopore telegraph message was transmitted from St. Pancras to Leicester, and the reply thereto received on the Morse Sounder, without the smallest difficulty. The signals continued clear and sharp, and as received in the Acoustic Receiver were even clearer than when the line was complete. Whilst this experiment was

ces expériences monté en simplex, actionnant un relais du Post-Office (modèle ordinaire construit par Elliott Frères) et un sounder Morse (modèle ordinaire, construit également par Elliott Frères). Ces instruments étaient les mêmes que ceux employés dans l'expérience de M. Latimer Clark. Un récepteur acoustique (un téléphone récepteur Bell ordinaire) était aussi monté en circuit pour permettre aux expérimentateurs de déterminer en écoutant, l'état de la ligne.

Les expériences suivantes ont été faites en ma présence :—

1. La ligne étant libre, un message téléphonique fut transmis seul de Leicester à St. Pancras, et reçu à travers le relais du Post-Office et le sounder Morse. Les signaux étaient clairs et nets, l'aiguille du télégraphe ordinaire n'était nullement affectée.

2. Un message phonoporique fut transmis de St. Pancras à Leicester, et la réponse reçue aussitôt sur le relais du Post-Office et le sounder Morse, tandis qu'en même temps un message télégraphique ordinaire pour les besoins du chemin de fer était transmis sur le même fil à la façon ordinaire de St. Pancras à Leicester. Il n'y eut pas le plus petit mélange entre les deux messages.

3. La communication par le Phonopore fut maintenue en va-et-vient pendant qu'un message était retourné de Leicester à St. Pancras par le télégraphe ordinaire.

4. Un message phonoporique fut transmis de St. Pancras à Leicester et la réponse reçue aussitôt comme primitivement, pendant que des messages étaient envoyés par les appareils télégraphiques ordinaires de la station intermédiaire de Bedford à l'autre station intermédiaire de Kettering.

5. À 8 heures du soir, par suite d'un arrangement avec les autorités télégraphiques, la ligne fut rompue, premièrement à Leicester, secondement à St. Pancras dans la salle des expériences. Dans ces conditions il fut impossible de transmettre un signal quelconque par les appareils télégraphiques. Au contraire, la ligne étant toujours coupée, un message télégraphique phonoporique fut transmis de St. Pancras à Leicester, et la réponse reçue aussitôt sur le sounder Morse sans la plus petite difficulté. Les signaux continuèrent à être clairs et bien accentués, et ceux perçus dans le récepteur acoustique furent même plus clairs que quand la ligne était complète.

Pendant le cours de ces expériences un opérateur à l'une des stations intermédiaires ne put lui-même envoyer ou recevoir des signaux, et pensant à quelque chose de mauvais, essaya de raccommoier les choses en mettant la ligne à la terre à cette station intermédiaire. Ceci n'affecta cependant en aucune façon les signaux reçus par le relais du Post-Office et lus au sounder Morse.

Le temps pendant les expériences n'était point favorable au succès de l'expérience, de la neige et des averses de pluie étant tombées à Leicester, et un orage descendant vers le sud pendant la soirée. Les observations faites le soir sur l'état des lignes ont montré que l'isolement était variable et parfois très bas. Les conditions d'après lesquelles ces essais ont été faits ont donné précisément une grande valeur aux expériences; car elles montrent que le Télégraphe-Phonopore fonctionnera régulièrement par les mauvais temps. La ligne était plus longue et les stations intermédiaires plus nombreuses que lors des essais de Folkestone au Pont de Londres.

Mon avis est que les expériences et les démonstrations ont établi avec succès l'entière praticabilité du fonctionnement satisfaisant du Télégraphe-Phonopore simplex, simultanément avec les télégraphes ordinaires (à aiguille et cloche Bright) sur la même ligne télégraphique ordinaire.

(Signed) SILVANUS P. THOMPSON.

October 17, 1887.

proceeding, an operator at one of the intermediate stations, finding himself unable to send or receive signals, and thinking something wrong, attempted to mend matters by putting the line to earth at his intermediate station. This did not, however, in the least affect the signals as received on the Post Office Relay and read on the Morse Sounder.

The weather during the experiments was unfavourable to success, snow and showers of rain having fallen at Leicester; and the storm travelled southwards during the evening. Observations made during the evening on the state of the lines showed that the insulation was variable, and at times very low. The conditions under which these tests were made add to their value as tests; for they show that the Phonopore Telegraph will work efficiently in bad weather. The line was longer, and the number of intermediate stations greater, than was the case in the experiments between Folkestone and London Bridge.

In my opinion, the experiments and demonstrations have been successful in establishing the entire practicability of satisfactorily working the Simplex Phonopore Telegraph simultaneously with the ordinary Telegraphs (both needles and Bright's bells), upon the same ordinary telegraph line.

(Signed) SILVANUS P. THOMPSON

October 17, 1887.

MR. CONRAD COOKE'S REPORT.

REPORT of Mr. CONRAD WILLIAM COOKE (*Member of the Institution of Electrical Engineers, and a Member of the Council of the Physical Society.*)

THE PHONOPORE.

I have visited the laboratory of Mr. Langdon-Davies, and examined his system of Phonoporic Telegraphy and the instruments employed therein, and I have also witnessed the working of the system and apparatus under various conditions at Mowbray House, where an artificial line is employed, the mileage of the conductor being represented by corresponding electrical resistances being put into the circuit.

I have also seen the system in actual operation at St. Pancras Station, working between London, Leicester, and Derby, distances of one hundred and one hundred and twenty-seven miles respectively, and I have the honour to make the following Report thereon :—

Mr. Langdon-Davies' system of Telegraphy may be described generally as the application to an ordinary telegraph line of certain instruments and apparatus which, first, by giving to a current of electricity an extremely rapid vibratory character, that is to say, sending into a telegraph line a succession of electrical impulses, so short, and with such great rapidity, that telegraphic instruments, as ordinarily employed, are in no way affected by it, and then, by means of other apparatus forming part of the system, enabling such pulsatory current to work relays and other telegraphic instruments; and the system is carried out without affecting, or being affected by, the ordinary telegraphic signals, which may be transmitted through the same conductor at the same time.

The characteristic feature of the system is an exceedingly simple and interesting instrument—a portion of the apparatus to which the inventor has given the name of Phonopore, the action of which is, practically speaking, to allow the vibratory impulses to pass freely through it, while ordinary currents of electricity, such as are employed in telegraphic working, are stopped by it, and can only be transmitted to the line by an alternate path through the telegraphic instruments, which, however, cannot themselves be affected by the vibratory impulses, which are too short

RAPPORT DE MONSIEUR CONRAD COOKE.

RAPPORT de Monsieur CONRAD WILLIAM COOKE (*Membre de l'Institut des Ingénieurs-Électriciens et Membre du Conseil de la Société de Physique.*)

LE PHONOPORE.

J'ai visité le laboratoire de M. Langdon-Davies, et examiné son système de télégraphie phonoporique et les appareils employés dans ce but, et j'ai constaté le fonctionnement du système et des appareils sous différentes conditions à Mowbray House, où une ligne artificielle est employée, la longueur du conducteur étant représentée par des résistances électriques correspondantes intercalées dans le circuit.

J'ai vu aussi le système en opération courante à la gare de St. Pancras, fonctionnant entre Londres, Leicester et Derby, distances de 165 et 210 kilomètres respectivement, et j'ai l'honneur de faire le rapport suivant sur cette question :

Le système de télégraphie de M. Langdon-Davies peut être décrit à première vue comme l'application d'une ligne télégraphique de certains instruments et appareils qui d'abord donnent à un courant d'électricité un caractère vibratoire extrêmement rapide,—c'est-à-dire envoyant dans une ligne télégraphique une succession d'impulsions électriques si courtes, et avec une telle rapidité, que les appareils télégraphiques ordinairement employés n'en sont nullement affectés,—et ensuite permettent au moyen d'autres appareils, faisant partie du système, de faire fonctionner par ces courants pulsatoires des relais et d'autres appareils télégraphiques; et le système fonctionne sans affecter, et sans être affecté par les signaux télégraphiques ordinaires qui peuvent être transmis par le même fil conducteur simultanément.

Le point caractéristique du système est un appareil excessivement simple et très intéressant—une partie de l'appareil à laquelle l'inventeur a donné le nom de Phonopore, dont le but est, en langage courant, de permettre aux impulsions vibratoires de passer librement au travers de l'appareil, tandis que des courants ordinaires d'électricité, tels qu'ils sont employés dans les services télégraphiques ordinaires, sont arrêtés par lui et peuvent seulement être transmis à la ligne par un passage alterné à travers les instruments télégraphiques, lesquels, cependant, ne peuvent eux-mêmes être affectés

par les impulsions vibratoires qui sont trop courtes en durée et trop rapidement intermittentes pour vaincre l'inertie des récepteurs télégraphiques.

Avec cet appareil appliqué à un instrument télégraphique il est très facile par suite de transmettre différents signaux le long d'un même fil dans la même ou dans deux directions différentes et simultanément, et en outre, les messages peuvent être simultanément transmis par des impulsions vibratoires des extrémités opposées du même fil où a lieu la transmission de signaux télégraphiques ordinaires, triplant ainsi la capacité de fonctionnement de chaque ligne à laquelle il est appliqué.

Le Phonopore de M. Langdon-Davies est un appareil extrêmement intéressant, car il paraît engager un nouveau principe de l'action électrique. Cet instrument occupe une position intermédiaire entre le condensateur et la bobine d'induction, ayant quelques points communs de ressemblance avec eux, tandis que par son action il paraît avoir plusieurs points qui le rend distinct de l'un et de l'autre.

Le Phonopore consiste, premièrement, en un noyau de fer central composé d'un mince tube de fer fendu longitudinalement pour éviter la production de courants d'induction dans la masse; autour de ce noyau est enroulé une hélice multiple primaire, composée de plusieurs bobines distinctes de fil isolé, dont les extrémités sont toutes amenées ensemble à chaque bout, de façon à les monter en quantité. Par ce système de connexion, la résistance est diminuée dans une grande proportion et l'étincelle au contact de rupture est réduite à un minimum. Autour de cette hélice multiple sont enroulées, soit simultanément et enroulées parallèlement l'une à l'autre, soit l'une au-dessus de l'autre, deux bobines de fil fin d'une grande longueur. Ces deux bobines ne sont non seulement isolées l'une de l'autre, mais encore leurs extrémités sont libres, l'une des hélices ayant son bout d'entrée à l'une des extrémités de la bobine et son autre bout isolé, pendant que l'autre hélice pénètre dans la bobine par l'autre extrémité de la bobine et a son autre bout libre et isolé contigu avec l'entrée de la première hélice. Cet arrangement peut être assimilé à celui de deux tire-bouchons engagés l'un dans l'autre, par leurs extrémités opposées, mais isolés l'un de l'autre, et dont les poignées représentent les bornes par lesquelles l'instrument peut être relié à la ligne ou avec les autres parties de l'appareil.

in duration and too rapidly intermittent to overcome the inertia of telegraphic receivers.

With this apparatus applied to a telegraph instrument it is perfectly easy, therefore, to transmit different signals along the same wire in the same or in opposite directions, and at the same time; and not only that, but messages may be simultaneously transmitted by the vibratory impulses from opposite ends of the same wire through which the ordinary telegraphic signals are being transmitted, thus tripling the working capacity of any line to which it may be applied.

The Phonopore of Mr. Langdon-Davies is an exceedingly interesting piece of apparatus, for it appears to involve a new principle of electrical action. The instrument may be said to occupy a position between a condenser and an induction coil, having points of resemblance to both, while in its action it appears to have several points which make it distinct from either.

The Phonopore consists, first, of a central iron core, composed of thin iron tube split longitudinally to prevent the circulation within its substance of cross currents of induced electricity; around this is wound a multiple primary helix, composed of several distinct coils of insulated wire, the ends of all the coils being brought together at each end of the helix, so as to connect them in parallel circuit. By this method of connection the resistance is very greatly reduced, and the sparking at the contact breaker is reduced to a minimum. Around this multiple helix is coiled, either together and parallel to one another, or one over the other, two secondary coils of fine wire and of great length. These two coils are not only insulated from one another, but their alternate ends are free, the one entering at one end of the bobbin has its further end insulated, while that entering the bobbin at the other end has its end that is contiguous to the entering part of the first wire also insulated and free. The arrangement might be compared to two corkscrews screwed into one another from opposite ends, but insulated from one another, in which case the handles would represent the terminals by which the instrument may be connected with the line, or with other parts of the apparatus.

It is a curious fact that, although there is no metallic circuit through the secondary coils of this piece of apparatus (the wire entering at one end having no connection with that entering at the other), it appears to transmit a rapidly pulsatory current of electricity with as great facility as if it were a continuous conductor, while at the same time it is perfectly impervious to currents of electricity of normal condition.

The application of this apparatus to telegraphic transmitters and receivers is fairly simple, and it has been worked out by Mr. Langdon-Davies with very great skill and ingenuity, and in a practical and mechanical manner.

The phonoporic transmitter consists of a Phonopore such as I have described in conjunction with a reed or tongue so arranged as to form a vibrating contact maker which is acted on by the iron core above referred to, and makes and breaks the circuit through the primary coils, and the reed or tongue is tuned to make a definite high number of vibrations per second—and it therefore emits a musical note. In this primary circuit are included a battery and a Morse Key. When the Key is depressed the reed instantly starts into vibration, and a rapidly intermitted current is transmitted through the primary coils; this intermitted current generates in the secondary coils, and transmits to the line a succession of rapidly alternating impulses, whose duration and frequency correspond to the vibrations of the reed.

At the distant station the line is connected to the phonoporic receiver, which is a special form of relay by which a local circuit can be thrown into that of a printing instrument, sounder, or any other ordinary telegraphic apparatus. This receiver consists generally of a soft iron core upon which are wound two helices, the one connected through the line with the transmitting instrument at the distant station, and the other, (which Mr. Langdon-Davies calls the augmentor), is part of a local circuit, which includes a battery, a galvanometer of the detector form, and a relay; and it passes through a contact, which is formed between a vibrating reed, tuned so as to vibrate with the same period as that of the distant transmitter, and another contact-piece supported on a weaker vibrating spring of slow period. When the reed is at rest—or, in other words, when no vibratory current is being sent from the transmitting station—the contacts between the reed and

Il se produit le fait curieux que, malgré qu'il n'y ait pas de circuit métallique au travers des bobines secondaires de cette partie de l'appareil (le fil pénétrant par une extrémité n'ayant point de connexions avec celui sortant par l'autre), il peut transmettre un courant pulsatoire avec une facilité aussi grande que si le conducteur était continu, tandis qu'en même temps il est tout-à-fait imperméable aux courants électriques ordinaires.

L'application de cet appareil aux transmetteurs et aux récepteurs télégraphiques est extrêmement simple, et a été exécutée par M. Langdon-Davies avec une grande habileté et ingénuité et d'une façon pratique et robuste.

Le transmetteur phonoporique consiste en un Phonopore tel que je l'ai décrit en relation avec une anche ou languette, arrangée de manière à faire contact vibratoire, qui est actionnée par le noyau de fer dont j'ai parlé plus haut, et qui ferme et rompt le circuit des bobines primaires; l'anche ou languette est accordée pour faire un nombre très élevé de vibrations par seconde et, par suite, émet une note musicale. Le circuit primaire renferme une pile et une clef Morse. Quand la clef est abaissée, l'anche se met immédiatement en vibration, et des courants fréquemment interrompus sont envoyés dans les circuits primaires. Ces courants intermittents engendrent dans les circuits secondaires et transmettent à la ligne une série d'impulsions rapidement alternées dont la durée et la fréquence correspondent aux vibrations de l'anche.

À la station de réception la ligne est reliée à un récepteur phonoporique, qui est une forme spéciale de relais par lequel un circuit local peut être dérivé de celui d'un appareil imprimeur, d'un sondeur, ou de tout autre appareil télégraphique. Ce récepteur consiste généralement en un noyau de fer doux sur lequel sont enroulées deux hélices, l'une reliée par la ligne au transmetteur du poste d'émission, l'autre (que M. Langdon-Davies appelle l'augmentateur) fait partie d'un circuit local, qui comprend un galvanomètre indicateur, un relais, et une batterie dont le courant passe à travers un contact formé par une anche vibrante, réglée pour vibrer synchroniquement avec celle du transmetteur, et une pièce de contact supportée sur un plus faible ressort vibrant à une période plus lente. Quand l'anche est au repos,—ou autrement dit, quand la station d'émission n'envoie pas de courant vibratoire—les contacts entre l'anche et les ressorts

vibrants sont fermés et le courant local peut aimanter le noyau qui, à son tour, attire l'ancho et l'éloigne du ressort, mais d'une très faible quantité. Si maintenant on envoie dans la ligne un courant pulsatoire, dont la période est synchronique avec celle de l'ancho, celle-ci entrera en vibration et par cela même frappera et éloignera l'une de l'autre les pièces de contact sur les deux ressorts qui sont dans le circuit local qui sera ainsi rompu, et le relais étant mis en activité, le signal est transmis au sonner ou à tout autre appareil télégraphique. De cette description l'on pourrait croire que l'action entraînant l'établissement de l'amplitude de la vibration de l'ancho jusqu'à ce qu'elle écarte les deux contacts soit une opération lente, mais c'est, en réalité, presque instantané, la transmission du signal étant simultanée avec la dépression de la clef.

En élaborant cette invention M. Langdon-Davies a devisé beaucoup de détails fort ingénieux qui font que l'action est instantanée; et il est très intéressant de faire remarquer que les anches et les trembleurs avec leur ton élevé de vibration, se mettent en action et s'arrêtent instantanément aussitôt que la clef est abaissée ou abandonnée. Il y a en outre, dans l'appareil employé, de très jolies artifices pour ajuster les pièces polaires et les contacts, aussi que pour amener les anches à une période de vibration exacte; M. Langdon-Davies a apporté dernièrement un perfectionnement pour régler la vitesse des anches avec un degré rare de précision.

J'ai été témoin, au laboratoire de M. Langdon-Davies, à Mowbray House, des expériences suivantes pour démontrer le fonctionnement du système phonoporique.

Aux deux extrémités d'une pièce on a organisé une station télégraphique; les deux stations sont réunies par une simple ligne télégraphique, dont la résistance peut être variée au moyen d'une boîte de résistance intercalée dans le circuit. À chaque station se trouve un appareil télégraphique ordinaire et une série d'appareils phonoporiques. Le service télégraphique ordinaire consiste en deux appareils à aiguille Spagnoletti intercalés dans le circuit de la ligne et actionnés chacun par 20 éléments Gassner, et ce service pourrait fonctionner dans une seule direction à la fois, et dans chaque direction entre les deux stations à la manière ordinaire.

the vibrating springs are closed and the local current is free to magnetise the core, which thus attracts the reed away from the tongue, but at a very short distance from it. If now through the line is a pulsatory current, whose period is synchronous with that of the reed, the reed will be set into vibration, and in doing so it will strike and hit away from one another the contact pieces on the two springs which are part of the local circuit, which will thus be broken, and the relay being thrown into action, the signal is transmitted to the sounder or other telegraphic instrument. From this description it might be supposed that the action involving the building up of the amplitude of vibration of the reed until it strikes away the contacts must be a comparatively slow operation, but it is, as a matter of fact, practically instantaneous, the transmission of the signal being simultaneous to the depression of the key.

In carrying out the invention Mr. Langdon-Davies has devised many exceedingly ingenious details, by which instantaneity of action is secured; and it is a very interesting fact connected with these instruments that the reeds and vibrators, with their intense rapidity of vibration, start into action and stop instantly as the key is depressed or released. There are, moreover, in the apparatus employed, very beautiful contrivances for adjusting the pole pieces and contacts, as well as for tuning the reeds to an exact pitch or period of vibration; and Mr. Langdon-Davies has recently added a further improvement for regulating the speed of the reeds to an extraordinary degree of perfection.

I have at Mr. Langdon-Davies' laboratory, at Mowbray House, witnessed the following experiments to demonstrate the working of the phonoporic system:—

At each end of a room is a telegraph station; the two stations being connected together by a single telegraph line the resistance of which can be varied, there being a variable resistance-box inserted in its circuit. At each station is an ordinary telegraph instrument and a set of phonoporic apparatus. The ordinary telegraph service consists of two Spagnoletti needle-instruments included in the circuit of the line, and each worked by a battery of twenty Gassner cells; and this service could work in one direction at a time, and in either direction between the two stations in the ordinary way.

The Phonopore service at each station was a duplex service, each working with a battery of fifteen similar cells. At one of the stations the phonoporic apparatus worked a Morse printer through a Siemens' relay, and at the other station it worked a Morse sounder through the intervention of a Post Office Universal relay. This phonoporic service worked either in one direction at a time or in both directions at once.

The first experiment was the transmission of telegraphic messages through the line by the ordinary telegraph instruments, sentences taken promiscuously from newspaper articles being the messages transmitted.

Next, similar messages were transmitted from one end of the room to the other by the phonoporic apparatus alone. In all the experiments the one line wire was the only conductor between the stations, the return circuit being furnished by the earth, as in an ordinary telegraphic installation.

The next experiment was the transmission of messages by both instruments in opposite directions at the same time, thus duplexing the line, and this worked in a perfectly satisfactory manner.

Messages were then sent by the Telegraph and Phonopore working at the same time, but in the same direction, and while this was going on a Phonopore message was transmitted in the opposite direction, so that two messages in one direction, and one in the other, were being simultaneously transmitted on a single wire, and the signals in no way interfered with one another.

While this experiment was going on I varied the resistance of the line from a total resistance of 4,000 ohms up to 140,000 ohms, and the phonoporic instruments continued to work with their fifteen battery cells long after the telegraphic instruments had broken down, although the latter were working with thirty-three per cent. additional electromotive force. All the above experiments worked perfectly satisfactorily, and although the variation of the resistance, by means of a resistance-box, does not by any means supply a reliable equivalent to an actual telegraph line, as it is practically free from induction, and its static capacity is different to that of a telegraph circuit of similar resistance. Still, the experi-

Le service phonoporique à chaque station était en service duplex, chacun fonctionnant avec une batterie de 15 piles similaires. À l'une des stations l'appareil phonoporique actionnait un imprimeur Morse au moyen d'un relais Siemens, et à l'autre station un sondeur Morse est actionné par l'intermédiaire d'un relais universel du Post-Office. Ce service phonoporique fonctionnait dans une seule direction à la fois, ou dans les deux simultanément.

La première expérience fut la transmission de messages télégraphiques, à travers la ligne par les instruments télégraphiques, et étaient des phrases prises au hasard dans un journal.

Ensuite, des messages analogues furent transmis d'un bout de la pièce à l'autre par l'appareil phonoporique seul. Dans toutes les expériences, le fil de ligne était le seul conducteur entre les stations, le circuit de retour étant la terre, comme dans les installations télégraphiques ordinaires.

L'expérience suivante fut la transmission de messages par les deux instruments dans des directions opposées simultanément, duplexant ainsi la ligne, ceci étant exécuté d'une manière tout à fait satisfaisante.

Des messages furent ensuite envoyés par le télégraphe et le Phonopore fonctionnant simultanément mais dans la même direction, et pendant cette émission, un message phonoporique fut envoyé dans une direction contraire, de sorte que deux messages dans une direction et une dans l'autre direction, furent transmis simultanément par un seul fil, sans que les signaux ne se mélangassent en quoique ce soit.

Durant cette expérience, je fis varier la résistance de la ligne depuis 4,000 ohms jusqu'à 140,000 ohms, et les appareils phonoporiques continuèrent à fonctionner avec leur 15 piles longtemps après que les appareils télégraphiques avaient cessé de marcher, malgré leur trentetrois pour cent de force électromotrice additionnelle. Toutes les expériences ci-dessus réussirent à merveille, quoique les variations de résistance, au moyen d'une boîte de résistance, ne puissent compenser d'aucune manière convenable et équivalente, une ligne télégraphique, comme elle est libre de toute induction et que sa capacité électrostatique est différente de celle d'une résistance formée par un circuit télégraphique.

Neanmoins les expériences démontrèrent la praticabilité du système, et la façon extrêmement simple avec laquelle il fonctionna, car les ajustements des résistances d'équilibrage des systèmes télégraphiques duplex ordinaires sont rendus tout à fait inutiles dans le système phonoporique.

J'ai vu ensuite le fonctionnement du système en service courant entre Londres, Leicester et Derby. Les messages phonoporiques étant envoyés et reçus à la gare de St. Pancras à des distances de 160 et 200 kilomètres, s'enregistraient eux-mêmes sur un Morse imprimeur, quoique les signaux fussent transmis dans les deux directions sur la ligne qui transmettait le service chargé du chemin de fer.

Pendant que j'étais témoin de la réception et de la transmission de ces messages, les signaux télégraphiques étaient presque continuellement envoyés sur la ligne, comme je pouvais en juger par le mouvement ininterrompu de l'aiguille du galvanomètre indicateur intercale dans le circuit.

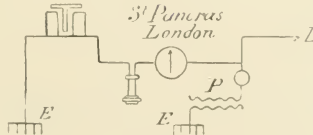


Fig. 29.

J'ai comparé les revendications contenues dans l'imprimé A* avec les appareils et les installations dont il fait mention dans cette note et les expériences dont j'ai parlé, et je suis satisfait que ces dernières ont été d'accord avec celles mentionnées dans ce papier imprimé, et que l'appareil indiqué pour remplir ces conditions est bien celui-là; et je considère le phonopore de M. Langdon-Davies comme un nouveau et important appareil capable d'accroître dans une grande proportion la valeur et le rapport des lignes télégraphiques et téléphoniques.

(Signé) CONRAD W. COOKE.

2, Victoria Mansions, Westminster,
31st. Mai, 1889.

ments demonstrated the practicability of the system and the exceedingly simple way in which it worked for the troublesome balancing of resistances and delicate adjustments necessary to ordinary systems of duplexing, are quite unnecessary under the phonoporic system.

I afterwards witnessed the working of the system in actual practice between London, Leicester, and Derby. Phonoporic messages were dispatched and received at St. Pancras Station through distances of 100 and 127 miles, recording themselves on a Morse printer, although the signals were transmitted in both directions along the line which was carrying the busy traffic of the railway service.

During the time I was witnessing the reception and transmission of these messages, the ordinary telegraphic signals were almost incessantly passing along the line, as was shown by the nearly continuous movement of a detector galvanometer included in the circuit.

I have compared the statements set forth in the printed paper marked A* with the apparatus and installations to which it relates, and with the experiments to which I have referred, and I am satisfied that the latter were carried out in a fair and proper manner in accordance with that printed paper, and that the apparatus is able to do all that is therein claimed for it; and I consider the Phonopore of Mr. Langdon-Davies a new and valuable instrument, capable of greatly adding to the value and earnings of telegraphic and telephonic lines.

(Signed) CONRAD W. COOKE.

2, Victoria Mansions, Westminster,
31st. May, 1889.

PAPER A.

THE PHONOPORE.
(LANGDON - DAVIES' PATENTS.)

The instruments are arranged to show the action of the Phonopore as follows:—

IN THE LABORATORY AT MOWBRAY HOUSE

On an artificial line, coloured red, comprising an ordinary conducting circuit, connected with the earth, and having a total resistance of 1,000 ohms, the following services are installed:—

There are two Telegraph Stations, A and B. At each station are two tables, an ORDINARY TELEGRAPH table covered with RED baize, and a PHONOPORE TELEGRAPH table covered with GREEN baize.

THE ORDINARY TELEGRAPH SERVICE consists of two of Spagnoletti's extra-sensitive needle instruments, installed in the line, each worked by a line battery of twenty Gassner cells. This service works in one direction at a time, either way, between stations A and B in the usual way.

THE PHONOPORE SERVICE at each station is a duplex service; each has a line battery of fifteen Gassner cells. The Phonopore works at station A a *Morse Recorder* through a *Siemens' relay*, and at station B a *Morse Sounder* through a *Post Office Universal relay*. This service works either in one direction at a time, or in both directions at once.

Telegraphic messages will be transmitted and received as follows:—

- (a). By the ordinary Telegraph alone.
- (b). By a Phonopore Telegraph alone.
- (c). By the ordinary Telegraph and a Phonopore Telegraph, working together in opposite directions (Duplex).
- (d). By the ordinary Telegraph and a Phonopore Telegraph, working together in the same direction (Diplex).
- (e). By the ordinary Telegraph and BOTH Phonopore Telegraphs, all working together simultaneously on a single wire.
- (f). While this triplex service is being worked, the line resistance will be increased until it reaches about 10,000 ohms.

NOTE A.

LE PHONOPORE.
(BREVETS LANGDON-DAVIES.)

Les appareils sont disposés pour montrer le fonctionnement du Phonopore de la manière suivante:—

AU LABORATOIRE DE MOWBRAY HOUSE.

Sur une ligne artificielle, peinte en rouge, comprenant un circuit conducteur ordinaire, relié à la terre et ayant une résistance totale de 4,000 ohms, sont installés les services suivants:—

Il y a deux postes télégraphiques, A et B. À chaque poste il y a deux tables, sur l'une, couverte d'un tapis rouge, est monté un *appareil télégraphique ordinaire*, sur l'autre, couverte d'un tapis vert, est installé un *télégraphe phonopore*.

Le service télégraphique ordinaire consiste en deux appareils à aiguille de Spagnoletti de très-grande sensibilité, montés en ligne, chacun fonctionnant avec une batterie de ligne de vingt éléments Gassner. Ce service fonctionne dans une seule direction à la fois (simplex ordinaire) entre les postes A et B à la manière ordinaire.

Le SERVICE PHONOPORIQUE à chaque poste est un service duplex; chacun fonctionnant avec une batterie de ligne de quinze éléments Gassner. Le Phonopore actionne au poste A un *enregistreur Morse* par l'intermédiaire d'un relais Siemens, et au poste B un *Sounder Morse* par un *relais universel du Poste-Office*. Ce service fonctionne dans une seule direction à la fois ou dans les deux directions simultanément.

Des messages télégraphiques seront échangés de la façon suivante:—

- (a). Par le télégraphe ordinaire seul.
- (b). Par le télégraphe phonopore seul.
- (c). Par le télégraphe ordinaire et par le télégraphe phonopore travaillant ensemble dans des directions opposées (duplex).
- (d). Par le télégraphe ordinaire et par le télégraphe phonopore travaillant ensemble dans la même direction (diplex).
- (e). Par le télégraphe ordinaire et par deux télégraphes phonopores travaillant tous simultanément sur un seul fil.
- (f). Pendant le fonctionnement de ce service triplex, la résistance de la ligne sera augmentée jusqu'à 10,000 ohms environ.

Toutes ces expériences seront faites dans le but de démontrer les faits suivants :—

The above are intended to demonstrate the following facts :—

- 1.—Que les télégraphes phonopores et les télégraphes ordinaires peuvent fonctionner séparément ou simultanément sur le même fil sans que leurs signaux interfèrent.
- 2.—Que les télégraphes phonopores actionneront des relais ordinaires et des instruments télégraphiques ordinaires sur des circuits locaux, et que par suite, comme les clefs de transmission sont des clefs ordinaires, et que les récepteurs peuvent être des récepteurs ordinaires, les Phonopores peuvent être employés dans tous les cas par les opérateurs télégraphiques ordinaires.
- 3.—Que le duplexage du Phonopore ne nécessite point un équilibrage exact et le réglage incessant des duplex télégraphes ordinaires.
- 4.—Qu'un fil sur lequel un service fonctionne, peut être instantanément duplexé par l'addition aux instruments déjà en marche d'un télégraphe phonopore simplex, et que le service ainsi organisé ne réclame aucune ligne d'équilibrage et aucun réglage ; que le service n'est non seulement duplex, mais diplex, en même temps que les deux services, tout à fait indépendants l'un de l'autre, peuvent fonctionner simultanément soit dans la même direction, soit dans des directions opposées avec une égale facilité.
- 5.—Le fonctionnement simultané du télégraphe ordinaire et du Phonopore duplex prouvent l'efficacité du système triplex.
- 6.—Cette installation sert aussi à montrer la nature des signaux acoustiques employés pour la transmission des messages télégraphiques, dans les Sounders Phonopores.

1. That Phonopore telegraphs and ordinary telegraphs can be worked separately or simultaneously upon the same wire without interfering with each other.
2. That Phonopore telegraphs will work ordinary relays and ordinary telegraph instruments upon local circuits, and that therefore, as the transmitting key is an ordinary transmitting key, and as the receiving instruments may be ordinary receiving instruments, Phonopores are available for instant use by ordinary telegraph operators.
3. That the duplexing of the Phonopore does not require the exact balance and the constant regulation necessary in ordinary duplex working.
4. That a wire, on which one service is at work, can be instantly duplexed by the addition to the instruments already working of a Simplex Phonopore Telegraph, and that the duplex service thus created requires no balance lines, and no regulation ; that it is not only a duplex but it is also a diplex service, inasmuch as the two services, being absolutely independent of each other, may be worked together, either in the same or in opposite directions, with equal facility.
5. The ordinary telegraph service and the duplex Phonopore service, working simultaneously in one wire, provide a triplex service.
6. This installation also serves to show the nature of the acoustic signals employed for the transmission of telegraph messages in *Phonopore Sounders*.

AU LABORATOIRE il y a une SECONDE ligne peinte en bleu ; c'est la ligne phonoporique sur laquelle ne travaille aucun appareil télégraphique, et qui n'est pas un circuit conducteur et à travers lequel les courants télégraphiques ordinaires ne peuvent passer. Sur cette ligne sont installés deux télégraphes, sounders harmoniques, constituant un service duplex sans bobines duplex ou de ligne d'équilibre, et fonctionnant à travers une résistance de 100,000 ohms avec une batterie de quinze piles à Gassner.

IN THE LABORATORY there is a SECOND artificial line, coloured blue ; this is a Phonoporic line, on which no ordinary telegraphs are working, and which is not a conducting circuit through which ordinary telegraph currents can pass. On this are installed two harmonic Phonopore Sounder Telegraphs, constituting a duplex service without duplex coils or balance lines, and working through a resistance of 100,000 ohms with a battery of fifteen Gassner cells.

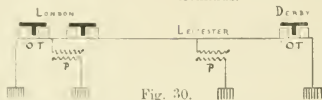
ON THE ACTUAL LINE.

THE INSTALLATION ON THE ACTUAL LINE is as follows —

On an ordinary telegraph line, wire about 130 miles long, are working ordinary Morse Telegraphs through ordinary relays in the ordinary way. The line is being used for service messages and no interference with it is permissible.

At the London end of the wire there are two telegraph stations; namely, the terminal station and an intermediate station about half-a-mile away.

The Phonopore is installed in derivation on the line at a point *between these two stations*, about ten yards from the terminal instrument.



The distant Phonopore is placed also in derivation in the wire at a point *about thirty miles* from the distant terminal station, and one hundred miles from the London station.

This Phonopore post is therefore on a branch line from a point in the main line where there is no ordinary telegraph instrument.

The Phonopores installed are two Phonopore Recorders; each Recorder is a complete post in itself, and the Phonoporic messages are printed in Morse signals.

There is a great deal of ordinary telegraph traffic on the line, which is incessantly at work.

The Phonoporic messages travel in the same wire absolutely independent of the ordinary messages.

This installation serves to show, in addition to the facts demonstrated in the artificial lines:—

7.—That the Phonopore service works unaffected by the ordinary telegraphs, *even when installed between two ordinary telegraph stations less than a mile apart.*

8.—That the Phonopore service is so absolutely independent of the ordinary service, that it may be worked at points where there are no ordinary telegraph instruments, although at other points in the same wire ordinary telegraph instruments are at work.

SUR UNE LIGNE RÉELLE.

L'INSTALLATION D'UNE LIGNE RÉELLE est faite de la manière suivante:—

Sur une ligne télégraphique ordinaire, de 215 kilomètres environ, fonctionnent deux télégraphes Morse ordinaires au moyen de relais ordinaires et à la manière ordinaire. Cette ligne étant employée pour le service des dépêches aucune interférence n'est permise.

À la station de Londres il y a deux postes télégraphiques; à savoir, le poste terminus et un poste intermédiaire à 800 mètres environ.

Le Phonopore est monté en dérivation sur la ligne entre ces deux postes à environ dix mètres de l'appareil terminus.

Le Phonopore extrême est aussi placé en dérivation sur la ligne à environ 50 kilomètres de l'autre station terminus et à environ 165 kilomètres de la station de Londres.

Ce poste phonoporique est par suite sur une ligne de branchement, prise en un point où il n'y a aucun appareil télégraphique.

Les Phonopores installés sont deux Phonopores enregistreurs; chaque enregistreur est un poste complet en lui-même, et les messages phonoporiques sont imprimés en signaux Morse ordinaires.

Le trafic télégraphique est très important sur cette ligne, qui est en travail continu.

Les messages phonoporiques circulent sur le même fil d'une façon absolument indépendante des messages ordinaires.

Cette installation sert à montrer en supplément aux faits démontrés sur les lignes artificielles:—

7. Que le service phonoporique marche sans être troublé par les services télégraphiques ordinaires, même quand il est installé entre deux postes télégraphiques ordinaires, distants de moins d'un kilomètre.

8. Que le service phonoporique est tout à fait indépendant du service qui peut être fait en des points où il n'y a aucun appareil télégraphique ordinaire, quoique, en d'autres points du même fil, des instruments télégraphiques ordinaires soient en service.

RAPPORT ESPAGNOL.

RAPPORT sur les épreuves pratiques du fonctionnement du Télégraphe Phonopore en Espagne, premièrement sur une ligne fictive, et secondement sur différentes lignes réelles du Département des Télégraphes.

Extrait du Journal Officiel du Département des Télégraphes espagnols (Revista de Telégrafos).

TRADUCTION DE L'ESPAGNOL.

LE PHONOPORE DE M. LANGDON-DAVIES.

Comme nous l'avons promis dans notre dernier numéro nous publions maintenant les détails des épreuves vérifiées par M. Langdon-Davies, du fonctionnement des appareils phonoporiens, dont il est l'inventeur, et des appareils Morse ordinaires travaillant ensemble. Dans tout ce travail M. Langdon-Davies a été accompagné et assisté de notre collègue très estimé, Don Manuel Prego de Oliver, Directeur de la Section de la troisième classe.

À la Direction Générale, dans le Cabinet de Señor Redonet, on avait installé une ligne artificielle ayant deux stations Morse ordinaires, chacune complète en elle-même.

M. Langdon-Davies a établi son télégraphe phonopore à chacune de ces stations conjointement avec des récepteurs Morse ordinaires.

La résistance des Phonopores étant infinie il n'y avait pas de circuit conducteur entre eux et l'installation Morse ordinaire.

La résistance de la ligne artificielle était de 10,000 ohms, et la pile de chaque Morse ordinaire était composée de 25 éléments Leclanché.

La pile de chaque transmetteur phonoporique n'était que d'un seul élément (Leclanché-Barbier), et les récepteurs phonoporiens étaient reliés en chaque cas à un imprimeur Morse qui fonctionnait comme à l'ordinaire.

Les transmissions et les réceptions aux stations extrêmes furent parfaites, en diplex aussi bien qu'en duplex, et complètement indépendantes.

Les transmissions du Morse ordinaire furent interrompues, mais le Morse phonoporique continua à trans-

SPANISH REPORT.

REPORT of Practical Tests of the working of the Phonopore Telegraph in Spain, applied first on an artificial line, and second on various actual line wires of the Government Telegraph System.

Extracted from the Journal of the Spanish Telegraph Department (Revista de Telégrafos).

TRANSLATED FROM THE SPANISH.

LANGDON-DAVIES' PHONOPORE.

In accordance with our promise, made in our last issue, we now publish details of the proofs, verified by Mr. Langdon-Davies, of the action of the Phonopore instruments invented by him, and of ordinary Morse instruments working together. Throughout the whole of the work Mr. Langdon-Davies was accompanied and assisted by our highly-esteemed colleague, Don Manuel Prego de Oliver, Director of Section third class.

At the Direccion General, in the Cabinet of Señor Redonet, an artificial line was installed having two ordinary Morse terminal stations, each complete in itself.

Mr. Langdon-Davies established his Phonopore Telegraph at each of these stations in connection with ordinary Morse receivers.

The resistance of the Phonopores being infinite, there was no metallic-conducting circuit between them and the ordinary Morse installation.

The resistance of the artificial line was 10,000 ohms, and the line battery of each ordinary Morse 25 Leclanché cells.

The line battery of each Phonopore transmitter was only one cell (Leclanché-Barbier), and the Phonopore receivers were connected in each case with a Morse Printer, which they worked in the usual way.

The transmissions and receptions at the two extreme stations were perfect, as well Diplex as Duplex, and were completely independent.

The transmissions of the ordinary Morse became suspended, but the Phonopore Morse continued to

deliver its signals through a resistance of 51,000 ohms with a single cell as before. On disconnecting the line wire from the ordinary Morse manipulator—that is to say, leaving only the influence of the Phonopore to serve as conductor—a perfectly clear impression was obtained on the tape (of the Phonopore Morse) with the same battery of a single cell, and through a resistance of 100,000 ohms.

Connecting the ordinary telegraph again, the Phonopores were arranged to work duplex by the differential method, but without condensers, and, indeed, with a rheostat only as a balance line, and a simple Phonopore between the rheostat and the earth.

The duplex result was perfect, and the Duplex Phonopore and the ordinary Morse constituted a triplex service, which permitted the simultaneous transmission of three different messages on a single wire.

The Phonopores were then arranged to work duplex by the harmonic method, and by means of the Rate Governor of Mr. Langdon-Davies. The duplex as well as the triplex transmission were perfect, no rheostats, condensers, or balance-lines being used.

At the conclusion of these experiments the Chief of the Section considered that the practical proofs given upon the artificial line were sufficient, and therefore decided that the demonstrations should be continued, in accordance with the desire of Mr. Langdon-Davies, upon the actual line wires.

Mr. Langdon-Davies' instruments were then transferred to the Sala de Pruebas at the Gabinete Central, in which Department and also in the Cabinet of the second Chief of the centre were established the two terminal stations, both having ordinary Morse and Phonopore Morse, exactly the same as they were at the Direccion General in the first experiment, with no other difference than the connection necessary to enable them to join the line wires on the general commutator of the Central Telegraph Office.

The following proofs were verified on to-and-fro circuits, that is to say :—

Madrid to Guadalajara, 114 kilometres. Batteries: for the ordinary Morse, 50 cells Callaud, large size; for the Phonopore, 10 cells Leclanché-Barbier.

Madrid to Calatayud, 500 kilometres. Batteries, 50 and 25 respectively.

mettre ses signaux à travers une résistance de 51,000 ohms avec un seul élément comme auparavant. Après avoir séparé le fil de ligne du manipulateur Morse ordinaire, c'est-à-dire, en ne se servant que du Phonopore comme conducteur, on obtint une impression parfaitement claire sur la bande (du Morse phonoporique) avec un seul élément, et à travers une résistance de cent mille ohms.

Reliant de nouveau le télégraphe ordinaire, on arrangea les Phonopores de manière à fonctionner en duplex par la méthode différentielle, mais sans condensateurs, car il n'y avait qu'un rhéostat comme ligne de compensation et un simple Phonopore entre le rhéostat et la terre.

Le résultat de ce service en duplex fut parfait, et le Phonopore duplex avec le Morse ordinaire constituent un service en triplex qui permet la transmission simultanée de trois dépêches différentes sur un seul fil.

Après on arrangea les Phonopores de manière à fonctionner en duplex par la méthode harmonique et au moyen du Régulateur de M. Langdon-Davies. Les transmissions en duplex comme celles en triplex furent parfaites, ne nécessitant ni rhéostats, ni condensateurs, ni lignes de compensation.

Comme conclusion de ces expériences, le Chef de Section, considérant que les épreuves pratiques sur la ligne artificielle étaient suffisantes, décida que les démonstrations seraient continuées, conformément au désir de M. Langdon-Davies, sur les fils d'une ligne réelle.

Ensuite les appareils de Mr. Langdon-Davies furent transférés à la Sala de Pruebas au bureau central, et les deux stations extrêmes avec les appareils Morse ordinaires et les appareils Morse phonoporiques furent installés dans ce Département et dans le cabinet du second Chef du Centre, exactement comme dans la première expérience à la Direction Générale, la seule différence étant la connexion qu'il fallait pour les relier aux fils de ligne du commutateur général du Bureau Central des Télégraphes.

Les épreuves suivantes furent effectuées sur les circuits suivants d'aller et retour :—

Madrid à Guadalajara, 114 kilomètres: nombre de piles du Morse ordinaire, 50 éléments Callaud, grand modèle; du Phonopore 10 éléments Leclanché-Barbier.

Madrid à Calatayud, 500 kilomètres: nombre de piles, 50 et 25 respectivement.

Madrid à Tarazon, 161 kilomètres : nombre de piles, 50 et 10 respectivement.

Madrid à Cuenca, 320 kilomètres : nombre de piles, 50 et 10.

Madrid à Teruel, 700 kilomètres : nombre de piles, 100 et 30.

Dans les expériences avec Cuenca et avec Teruel, une connexion à la terre avait été faite à Alcalá et à Guadalajara respectivement par le fil de ligne No. 23.

Mais les résultats les plus surprenants, le Phonopore fonctionnant en duplex et en diplex, furent obtenus entre deux et cinq heures du matin du 10 courant, et vérifiés en présence du Directeur du Service, Don José Vela, le Chef de Station, Señor Llado, le Chef des Appareils, Señor Barrera et de Señores Buforn et Yaso, et d'autres fonctionnaires et étudiants.

Ces résultats furent une transmission claire et exacte en duplex et en diplex, la ligne étant disposée comme suit, avec une connexion à la terre à Guadalajara dans tous les cas :

De Madrid à Saragosse, aller et retour, 882 kilomètres : nombre de piles, 100 et 30.

De Madrid à Barcelone (par Saragosse) aller et retour 1,500 kilomètres ; nombre de piles, 170 et 35.

De Madrid et retournant à Madrid par Saragosse, Barcelone, Tarragone et Valence, 1,700 kilomètres ; nombre de piles, 170 et 35. (Voir carte, fig. 26).

La pile que nous avons employée était la pile Calland, grand modèle, dont nous nous servons pour notre service ordinaire ; et tous les récepteurs, galvanomètres, et manipulateurs étaient ceux dont nous faisons usage dans le Département. Les piles du Phonopore, tant pour la ligne que pour les circuits locaux, étaient celles du système Leclanché-Barbier, mentionné ci-dessus ; les installations du Morse ordinaire avaient été faites par Señor Prego de Oliver de la même manière qu'elles le sont sur notre réseau télégraphique.

L'objet de vérifier les épreuves sur un seul fil de Madrid à Barcelone, aller et retour, *via* Valence, était d'écartier toute possibilité de soupçon que la réception dans le Morse du Phonopore pût être attribuée à quelqu'influence entre les deux conducteurs parallèles sur une route aussi longue que celle de Madrid à Barcelone.

Les manipulateurs dont on se sert pour la transmission des dépêches phonoporiques sont les clefs Morse

Madrid to Tarazon, 161 kilometres. Batteries, 50 and 10 respectively.

Madrid to Cuenca, 320 kilometres. Batteries, 50 and 10 respectively.

Madrid to Teruel, 700 kilometres. Batteries, 100 and 30 respectively.

In the proofs with Cuenca and with Teruel, the earth connections were made at Alcalá and at Guadalajara respectively.

But the most surprising results in duplex and diplex working by means of the Phonopore were obtained between two and five o'clock on the morning of the 10th instant, and were proved in the presence of the Director of the Service, Don José Vela, the Chief of the Station, Señor Llado, the Chief of Apparatus, Señor Barrera, Señores Buforn and Yaso, and other officials and students.

These results consisted of clear and exact transmissions, both duplex and diplex, with the following line dispositions, one earth connection being in all cases at Guadalajara :—

From Madrid to Saragossa, to-and-fro, 882 kilometres. Batteries, 100 and 30.

From Madrid to Barcelona (through Saragossa), to-and-fro, 1,500 kilometres. Batteries, 170 and 35.

Out and home from Madrid through Saragossa, Barcelona, Tarragona, and Valencia, 1,700 kilometres. Batteries, 170 and 35. (See map, fig. 26).

The battery used by ourselves was that of Calland, grande modèle, the same as is employed in the ordinary service, and all the receivers, galvanometers, and manipulators were those in regular use in the department. The batteries of the Phonopore, both on the line and in the local circuits, were the before-named Leclanché-Barbier system, and the ordinary Morse installations were effected by Señor Prego de Oliver in precisely the same manner as on our telegraph system.

The object of verifying the proofs on a single wire from Madrid to Barcelona and back *via* Valencia was to remove every possibility of suspicion that the reception in the Morse of the Phonopore could be attributed to influence between the two parallel conductors on so long a journey as that from Madrid to Barcelona.

The manipulators used for the transmission of messages with the Phonopore are Morse keys, similar

to those used in the ordinary Telegraph : consequently, any telegraph operator can transmit with the Phonopore.

The telegrams received by means of the Phonopore Morse are dots and dashes printed upon a tape, in the same manner as in the ordinary Morse ; consequently, any operator can read them.

It will be seen that the proofs were many times repeated so as to enable us to estimate with complete certainty the good results of the Phonopore. Mr. Langdon-Davies occupied himself solely with the arrangements of his own apparatus ; the installation of all the others, and the establishment of the communication with and on the line wires, were exclusively carried out by Sr. Prego de Oliver.

Mr. Langdon-Davies, according to his programme, proposed to prove by experiment the following facts, which have been confirmed :—

That, when ordinary telegraphs and Phonopore Telegraphs are installed together on the same wire, they are entirely independent of each other, as if they were installed upon different wires.

That the two services can be worked together or separately.

That the Phonopore Telegraph may be installed at the same points as the ordinary telegraph, or at different points on the same wire.

That, by adding a simplex Phonopore service to any ordinary simplex service, the combination will produce a duplex service requiring no compensation lines, and consequently no regulating, without being subject to the difficulties which are met with in the ordinary duplex services.

That the same arrangement constitutes not only a duplex but also a diplex service.

That, by means of the Acoustic Phonopore (Phonopore Sounder), independent messages can also be transmitted under all the above-mentioned conditions.

That the signal of the Phonopore Sounder is a clear musical note which cannot be confounded with the noises produced by the ordinary telegraph currents traversing the line.

The final proof, the most difficult on account of the extraordinary length of the line, has established a fact which is of the greatest possible importance, namely :—

employées dans la télégraphie ordinaire, par conséquent tout opérateur télégraphiste peut transmettre par le phonopore.

Les dépêches que l'on reçoit par les Phonopores Morse sont les points et les traits imprimés sur une bande analogue à ceux du Morse ordinaire ; tout opérateur peut donc les lire.

On verra que les épreuves furent plusieurs fois répétées pour pouvoir s'assurer complètement des bons résultats du Phonopore. M. Langdon-Davies ne s'occupa que de l'arrangement de son propre appareil ; l'installation de tous les autres appareils et l'établissement de la communication avec et sur les fils de ligne furent exclusivement exécutés par Señor Prego de Oliver.

Conformément à son programme, M. Langdon-Davies proposa de prouver par expérience les faits suivants déjà confirmés :—

Que les télégraphes ordinaires et les télégraphes phonoporiques installés sur le même fil sont absolument indépendants les uns des autres, comme s'ils étaient installés sur des fils différents.

Que les deux services fonctionnent ensemble ou séparément.

Que le télégraphe Phonopore peut être installé aux mêmes points que les télégraphes ordinaires ou à des points tout différents sur le même fil.

Que par l'addition d'un service phonoporique en simplex, à tout autre service télégraphique ordinaire en simplex, on obtient un service en duplex qui ne demande aucune compensation et par conséquent aucun réglage et n'est pas sujet aux difficultés que l'on trouve dans les systèmes duplex ordinaires.

Que le même arrangement constitue non seulement un service duplex mais aussi un service diplex.

Que par le moyen du Phonopore acoustique (Phonopore Sounder) on est à même de transmettre aussi des dépêches indépendantes sous toutes les conditions mentionnées ci-dessus.

Que les signaux du sounder phonoporique sont rendus par une note claire et musicale qui ne peut être confondu avec les bruits des courants télégraphiques ordinaires traversant la ligne.

L'épreuve finale et la plus difficile à cause de la distance extraordinaire a établi un fait de la dernière importance, savoir : que les impulsions électriques changeant de

signe + et - 2,000 fois par seconde peuvent s'exécuter sur un fil de fer d'une longueur de 1,700 kilomètres, et reproduire dans le récepteur à l'autre station la note identique du transmetteur harmonique, le taux de la rapidité des vibrations étant absolument inaltéré.

Et finalement :

Le fait, que M. Langdon-Davies vient d'établir par ses Phonopores sur les lignes espagnoles le 10 Novembre mentionné ci-dessus, promet dans l'avenir des avantages importants pour toutes les communications électriques ; la téléphonie devenant praticable à de plus longues distances et sous des conditions considérées impossibles jusqu'à ce jour, établissant aussi la praticabilité de la communication électrique entre des points très distants par le moyen de son télégraphe harmonique et sans relais ou translateurs.

Madrid, le 12 Novembre, 1889.

that electrical impulses alternating the sign + and - 2,000 times per second can be conducted over an iron wire 1,700 kilometres long, and that they will reproduce in a distant receiver the identical note of the harmonic transmitter, the rate of speed of the vibrations being absolutely unaltered.

And finally :

The fact which Mr. Langdon-Davies established by means of his Phonopores upon the Spanish line, on the 10th of November referred to, promises to have important consequences in the future to all electrical communications rendering telephony practicable to longer distances and under conditions hitherto believed impossible ; and establishing the practicability of electrical communication between very distant points by means of his harmonic telegraph and without relays or translators.

Madrid, 12th November, 1889.

CERTIFICAT OFFICIEL
DE L'ADMINISTRATION DES TELEGRAPHES.

MINISTERIO DE LA GOBERNACION.

Direccion General de Correos y Telégrafos.

SECCION DE TELEGRAFOS.

TRADUCTION.

DON FRANCESCO MORA Y CARRETERO, Chef Supérieur honoraire de l'Administration Civile et Chef de la Section des Télégraphes ; et

Le Directeur Général son Excellence Señor DON ANGEL MANSI Y BUCILLA.

Certificat :—

Que les expériences précédentes, enregistrées en ce bureau, et les épreuves télégraphiques faites devant moi, entre le 27 Octobre dernier et ce jour, par M. Langdon-Davies avec son appareil "le Phonopore" ont démontré :—

Que les dites expériences, avec des appareils Morse ordinaires, fonctionnant en diplex aussi bien qu'en duplex et en triplex, ont donné des résultats satisfaisants sur une ligne artificielle et également sur les fils du circuit d'une ligne actuelle fonctionnant en

OFFICIAL CERTIFICATE OF THE TELEGRAPH
ADMINISTRATION.

MINISTERIO DE LA GOBERNACION.

Direccion General de Correos y Telégrafos.

SECCION DE TELEGRAFOS.

TRANSLATION.

DON FRANCESCO MORA Y CARRETERO, Honorary Chief Superior of the Civil Administration and Chief of the Telegraph Section ; and

The Director-General, his Excellency Señor DON ANGEL MANSI Y BUCILLA.

Hereby Certify :—

That previous experiments, of which records exist in this Division, and the telegraph tests applied before me, between the 27th October last and this day, by Mr. Langdon-Davies, with his apparatus called the "Phonopore," have shown :—

That the said experiments have produced satisfactory results in working diplex, as well as duplex and triplex, with ordinary Morse instruments on an artificial line ; and equally so on the wires of the actual line circuit working thereon, both duplex and diplex, to a distance

of 1,700 kilometres, with a battery of 170 large Callaud cells for the ordinary Morse, and 35 Leclanché-Barbier cells for the Phonopore Morse.

And it was found!—

That, when the ordinary telegraph and the Phonopore Telegraph were installed upon the same wire, they worked independently of each other as if they were upon different wires.

That the combination of the Phonopore and the ordinary Morse resulted in a duplex and triplex service; that all the proofs were executed with the batteries and ordinary apparatus of the Administration combined with the Phonopore.

Wherefore, and on the petition of the parties concerned, this Certificate is signed in Madrid the 15th day of November, 1889.



The Director-General,
A. MANSI.

FRANCESCO MOHA.

duplex et en diplex à une distance de 1,700 kilomètres avec une pile de 170 éléments Callaud, grand modèle, pour le Morse ordinaire et de 35 éléments Leclanché-Barbier pour le Phonopore Morse.

Et il en est résulté:—

Que les télégraphes ordinaires et les télégraphes phonopores installés sur le même fil ont fonctionné indépendamment les uns des autres comme s'ils étaient installés sur des fils différents.

Que le Phonopore et le Morse ordinaire formaient un service duplex et diplex, et que toutes les épreuves furent exécutées avec les piles et les appareils ordinaires de l'Administration combinés au Phonopore.

En vertu de quoi et à la demande des intéressés, ce Certificat est signé à Madrid le quinze de Novembre mil huit cent quatre-vingt neuf.



Le Directeur-General,
A. MANSI.

FRAN^{co} MOHA.

DUTCH REPORT.

REPORT of MR. AUG. COLLETTE, JUN., *Engineer of the Netherlands Telegraphs (Member of the Royal Institution of Engineers of the Netherlands)*, addressed by him to his Administration, on the Experiments with the PHONOPORE of MR. LANGDON-DAVIES, made for the information of the Telegraph Department on the lines of the GOVERNMENT OF THE NETHERLANDS, in December, 1889.

TRANSLATION.

In 1884 Mr. Langdon-Davies obtained a Patent for an apparatus which received the name of PHONOPORE (which means, freely translated, a passage for sound).

From the communications which our Administration has from time to time received from the inventor, it not only appears that the original apparatus has received many improvements, but also that other inventions have been gradually added thereto, until a series of completely new instruments has been constructed, by means of which numerous messages can

RAPPORT NÉERLANDAIS.

RAPPORT OFFICIEL de Monsieur AUG. COLLETTE, JUN., *Ingénieur des Télégraphes de l'Etat néerlandais (Membre de l'Institut royal des Ingénieurs des Pays-Bas)*, et adressé par lui à son Administration, sur les Expériences avec le PHONOPORE de M. LANGDON-DAVIES, faites pour les renseignements du Département des Télégraphes sur les Lignes de l'ÉTAT NÉERLANDAIS, au mois de Décembre 1889.

TRADUCTION.

En 1884 M. Langdon-Davies obtint un brevet pour un appareil qui a reçu le nom de "PHONOPORE" (que l'on pourrait traduire par : passage pour le son).

D'après des communications que notre administration a reçues de temps en temps de l'inventeur, il ressort que non seulement l'appareil original a subi un certain nombre de perfectionnements, mais que d'autres inventions y ont été ajoutées graduellement, jusqu'au moment où l'on a construit une série d'appareils complètement nouveaux, au moyen desquels on est à même de trans-

mettre simultanément plusieurs dépêches télégraphiques sur les fils électriques actuels, sans qu'il soit nécessaire de modifier en quoi que ce soit les appareils télégraphiques ordinaires employés partout. Ce dernier point forme la marque principale qui distingue le système de M. Langdon-Davies de tous les autres systèmes multiplex et c'est en quoi consiste le grand avantage que ce système possède sur tous les autres.

Le Phonopore proprement dit ne consiste, autant qu'il est connu, qu'en deux fils isolés enroulés ensemble sur un noyau en fer. Les lignes ondulées *a* et *b* (fig. 31) représentent ces fils. Si l'une des extrémités du fil *a* est reliée à un conducteur électrique, et l'extrémité opposée du fil *b* à la terre, les autres extrémités des deux fils étant isolées, le courant d'une pile, envoyé dans le

be sent simultaneously upon the existing electric wires, without the necessity of altering in any way the ordinary telegraph apparatus in general use. This last is the chief point which distinguishes the system of Mr Langdon-Davies from all other known multiplex telegraph systems, and in which the great advantage of his system over all others consists.

The Phonopore properly simply consists—in so far as it is known—of two insulated wires wound together upon an iron core C. In fig. 31 the undulating lines *a* and *b* represent these wires. When one end of the wire *a* is connected with an electric conductor EC, and the opposite end of the wire *b* is connected to earth, the other ends of both wires remaining insulated, a battery current,

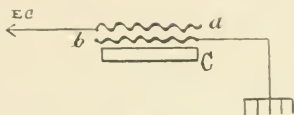


Fig. 31.

conducteur par un transmetteur Morse ou autre, ne pourra aller à la terre à travers le Phonopore. Tous les courants de cette sorte ont donc leur chemin barré et le conducteur est, ce qu'on appelle, isolé par le Phonopore. Des courants ondulatoires, au contraire, tels que les courants téléphoniques ou les courants secondaires d'une bobine d'induction peuvent traverser le Phonopore avec la même facilité qu'ils traversent un conducteur métallique continu de très-faible résistance. D'ailleurs le Phonopore fonctionne, à ce point de vue exactement de la même manière que le condensateur à feuilles, aussi pourrait-on lui appliquer le nom de condensateur à fils. Mais il faut y ajouter avec emphase que le Phonopore peut être utilisé où les condensateurs ordinaires, nommés ci-dessus, ne serviraient en rien, comme nous le montrerons plus loin.

which is sent in the conductor in the usual way by means of a Morse or other transmitter, will be unable to travel to earth through the Phonopore. All such currents find their way thereto cut off; in other words, the conductor is what is called insulated by the Phonopore. On the contrary, undulating currents, such as telephone currents or secondary currents, generated by means of an induction coil, can travel through the Phonopore as easily as they can through an uninterrupted metallic conductor of very low resistance. Moreover, so far as these facts go, the Phonopore acts in exactly the same manner as the well-known plate or leaf condenser, and the name of wire condenser might be applied to it. But it must be emphatically added that the Phonopore is capable of serving purposes for which the above-named condensers are entirely unfitted, as will appear hereafter.

Le Phonopore est le pont au moyen duquel M. Langdon-Davies relie son appareil aux fils du télégraphe actuel. Soit AB, fig. 32, un fil télégraphique sur lequel sont embrochés deux postes Morse; si l'on desire transmettre des dépêches phonoporiques simultanément sur ce même fil, on n'a qu'à relier les appareils nécessaires aux points A et B du fil comme il est indiqué, fig. 32; l'appareil forme, pour ainsi dire, un shunt à l'appareil télé-

The Phonopore is the bridge over which Mr Langdon-Davies connects his apparatus with the existing telegraph wires. Suppose AB, fig. 32, to be a telegraph wire which contains two Morse posts, M and M'. Should it be desired to send Phonopore messages at the same time over this same wire, it is only requisite to connect with the wire the necessary apparatus at the points A and B, as is shown in fig. 32. The Phonopore apparatus PA does

lines, as it were, a shunt around the ordinary telegraph apparatus. The latter requires no modification whatever; all that is necessary is to insert, under all circumstances, in the branch AME and BM'E an electro-magnetic resistance coil of at least 500 ohms, in order to prevent the Phonopore currents at the transmitting station from going directly to earth, instead of travelling over the line to the receiving station.

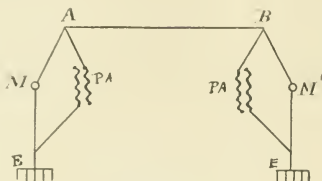


Fig. 32.

This electro-magnetic resistance requires no modification, whatever the length of wire may be over which it is desired to transmit. It has been proved that under all circumstances a resistance of 500 ohms is sufficient.

It may be remarked, in passing, that the Phonopore apparatus can be connected to the line at any other point as well as at the extremity, and that even two different wires can be connected by means of the Phonopore, so as to form *one* Phonopore line, without interfering with their ordinary separate use, or requiring any modification in the service installed upon them.

The telegraph system of Mr. Langdon-Davies has, like all other telegraph systems, a *Transmitter* and a *Receiver*.

The Transmitter.—The transmitter (fig. 33), consists of the above-described Phonopore, around the core C of which are wound, besides, several layers of insulated wires P. The extremities of these wires lying on the same side of the core are connected with each other. A current entering the apparatus at P will, therefore, divide itself over the different wires, pass through them, and leave them at their common extremity.

Opposite the core of the Phonopore there is a tuned tongue, T, which, by means of the spring V, serves as a current breaker. Now as soon as the battery circuit B is closed by means of the key S, the tongue T

graphique ordinaire qui ne demande aucune modification. Il est cependant nécessaire dans tous les cas d'intercaler une résistance électro-magnétique de 500 ohms au moins dans les branches AME et BM'E, afin d'empêcher les courants phonoporiques à la station de départ de passer directement à la terre, au lieu d'être transmis par la ligue à la station d'arrivée.

Cette résistance électro-magnétique ne demande aucune modification, quelle que soit la longueur du fil que l'on désire employer pour la transmission. Il a été prouvé qu'une résistance de 500 ohms suffit dans tous les cas.

On peut remarquer en passant que l'appareil phonoporique peut être relié à tout autre point de la ligne aussi bien qu'à l'extrémité, et même que l'on pourrait relier deux fils différents moyennant le Phonopore, et ne former ainsi qu'une ligne phonoporique, sans troubler leur usage individuel ou modifier le service installé sur eux.

Le système télégraphique de M. Langdon-Davies a, comme tous les autres systèmes télégraphiques, un *Transmetteur* et un *Récepteur*.

Transmetteur.—Le transmetteur est constitué par le Phonopore, décrit ci-dessus, sur le noyau duquel sont enroulées plusieurs couches de fils isolés. Les extrémités de ces fils, situés d'un même bout du noyau, sont reliées les unes aux autres. Conséquemment tout courant qui entre l'appareil en P (fig. 33) se divisera sur les fils différents et, après les avoir traversés, les quittera par leur extrémité commune.

Vis-à-vis du noyau du Phonopore se trouve une languette T, réglée à un son d'une certaine hauteur par un ressort V et servant à interrompre le courant. Aussitôt que le circuit de la pile B est fermé par la clef S, la

languette T commence à vibrer, et rompt ainsi avec une grande rapidité le contact avec le ressort V.

Si un opérateur transmet avec la clef des signaux Morse ordinaires, par exemple, chaque signal enverra à la station de réception un grand nombre de petits courants interrompus correspondant à la note de la languette.

commence to vibrate, and thus breaks at great speed the contact with the spring V.

When, for instance, an operator gives the ordinary Morse signals with the key, each signal will transmit to the receiving station, instead of a single current of a fixed length, a great number of small, interrupted currents depending on the note of the tongue.

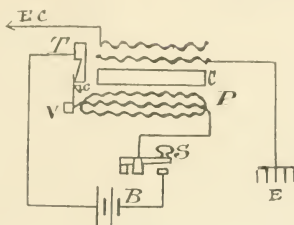


Fig. 33.

Afin de produire la régularité des interruptions des courants et leur conformité complète aux vibrations de la languette, un support indépendant, *c*, ayant la forme d'un tranchant de couteau, est placé derrière le ressort V; ce support est mobile et peut être réglé de manière que les interruptions—et, conséquemment les courants induits dans les fils du Phonopore—reproduisent exactement le nombre et la période des vibrations de la languette. Un téléphone intercalé dans le fil relié au Phonopore reproduira exactement la note de la languette.

Recepteur—La fig. 34 représente diagrammatiquement le récepteur que M. Langdon-Davies appelle "le transformateur." Deux bobines, LK et VK, sont placées autour du noyau en fer doux I. La bobine LK (bobine de ligne) est intercalée entre la ligne télégraphique, sur laquelle fonctionne l'appareil ordinaire, et le Phonopore; la seconde bobine du Phonopore est reliée à la terre. La bobine VK ("bobine augmentatrice") est placée dans un circuit local, avec une pile B, un relais, un galvanomètre, et deux ressorts vibratens, TV et SV, appelés respectivement la *languette* et le *pendulum*.

Vis-à-vis du noyau I est fixée une petite bande de métal que l'on peut tendre de manière que ses vibrations naturelles correspondent à celles de la languette du

In order to cause the regular interruptions of the currents and their complete conformity with the vibrations of the tongue, an independent knife-edged support, *c*, is placed behind the spring V, which is movable, and can be regulated in such a manner that the interruptions—and, therefore, also the induced currents of the Phonopore wires—will reproduce exactly the number and period of the vibrations of the tongue. A telephone inserted in the wire connected with the Phonopore will reproduce exactly the note of the tongue.

The Receiver.—In fig. 34 is represented, diagrammatically, the receiver, which Mr. Langdon-Davies calls the "transformer." Around the soft iron core I are placed two coils, LK and VK. The coil LK (line coil) is inserted between the telegraph line EC, upon which the ordinary apparatus is in action, and the Phonopore P. The second coil of the Phonopore is connected to earth. The coil VK (Augmentor coil), is placed in a local circuit, with a Battery B, a Relay R, a Galvanometer G, and two vibrating springs, TV and SV, called respectively *tongue* and *pendulum*.

Opposite the core I is fixed a small strip of metal R, which can be stretched in such a manner that its natural vibrations correspond with those of the tongue

of the transmitter at the distant station. Though not necessary, it is useful and very convenient, when regulating, that the fundamental note of the above-named strip and that of the tongue of the transmitter (T, fig. 33), should not be the same *at the same post*.

As long as the apparatus is at rest, the springs TV and SV will remain in contact with each other, and the iron core I remain magnetised by the current of the battery B'. The strip R will therefore be attracted, and kept in a state of tension; it must not, however, touch the core I. The armature of the relay is also attracted as long as the apparatus is at rest. When intermittent currents travelling in the line now reach the coil LK, they will exercise their influence upon the strip R and cause it to vibrate. Should, however, each of the currents retain a constant intensity of relatively long duration, and their number per second be modified, as is the case in the ordinary telegraph service; or should

transmetteur de la station d'émission. Quoiqu'il ne soit pas indispensable, il est utile et très commode pour régler l'appareil, que la note fondamentale de la bande, dont on vient de parler, et de la languette du transmetteur ne soient pas identiques *au même poste*.

Tant que l'appareil est au repos il y aura contact entre les ressorts TV et SV, et le noyau en fer I demeurera aimanté par le courant de la pile B'. Conséquemment la bande R sera attirée et maintenue tendue, mais il ne faut pas qu'elle touche le noyau I. L'armature du relais est aussi attirée tant que l'appareil est au repos. Lorsque des courants intermittents, traversant la ligne, arriveront à la bobine LK, ils produiront leur action sur la bande R et la mettront en vibration. S'il arrive pourtant que chacun des courants ait une intensité constante pendant une durée relativement longue, et que le nombre par seconde en soit modifié, comme c'est le cas de la télégraphie ordinaire, ou que les alter-

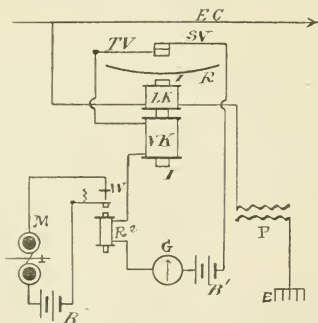


Fig. 34.

even their alternations and their vibrations not correspond with the number of vibrations of the fundamental note of the strip, then the vibrations of R can never acquire sufficient amplitude to act upon the spring TV (which does not rest immediately upon R), or to break the contact between TV and SV.

On the contrary, when the number of alternating currents corresponds with the number of vibrations of the fundamental note of the spring R, its amplitude immediately becomes so great as to throw off the

nances et les vibrations des courants ne correspondent pas au nombre de vibrations de la note fondamentale de la bande, l'amplitude des vibrations de R ne sera jamais suffisante pour activer le ressort TV (qui ne repose pas immédiatement sur R) ou rompre le contact entre TV et SV.

Si, au contraire, le nombre de courants alternatifs correspond au nombre de vibrations de la note fondamentale du ressort R, l'amplitude devient immédiatement assez grande pour que les ressorts TV et SV soient

repoussés, diminuant, si non rompant, le contact entre eux. Par ce fait la résistance dans le circuit local augmente considérablement et diminue l'intensité du courant dans la bobine VK, de sorte que la bande étant moins tendue devient libre de se mouvoir sous l'action des courants de ligne qui traversent la bobine LK. Il en résulte que l'amplitude vibratoire de R est considérablement augmentée, et par suite les ressorts TV et SV s'écartent l'un de l'autre avec une grande force. Puis la longueur de ces ressorts, leur élasticité, etc., sont réglées de façon qu'ils ne puissent plus faire un contact suffisant (après avoir été mis en vibration) tant que continue la transmission des courants phonoporiqnes.

Aussitôt que le circuit local est rompu, l'armature du relais est ramenée par un ressort régulateur qui l'applique sur le contact actif W, fermant ainsi un second circuit local où se trouve, outre une pile, un appareil Morse ou autre appareil télégraphique. Cet appareil reproduit à la façon ordinaire les signaux transmis par les moyens ordinaires à la station de départ.

Dans le cas où le Morse, ou tout autre appareil télégraphique usité communément, est arrangé pour un service à courant constant, le relais n'est plus nécessaire, et est remplacé par l'appareil télégraphique.

springs TV and SV, and to slightly release the contact between them, if not to break it, which considerably increases the resistance in the local circuit, and decreases the current intensity in the coil VK, with the result that the strip is no longer kept in tension, but freely comes under the influence of the line currents which travel through the coil LK. The consequence of this is, that the vibratory amplitude of R is considerably increased, causing the springs TV and SV to be thrown off from each other with great force. Further, the length of these springs, their elasticity, &c., are regulated in such a manner that, when once set vibrating, they cannot again make sufficient contact as long as the transmission of Phonopore currents continues.

As soon as the local circuit is broken, a regulating spring draws off the armature of the relay, brings it in contact with the working contact W, thus closing a second local circuit, in which is found, besides a battery B', a Morse or other telegraph apparatus M. This apparatus reproduces in the ordinary way the signals which likewise have been sent in the ordinary way from the distant station.

When the Morse, or other telegraph apparatus in general use, has been arranged for a constant current service, the relay R² can be dispensed with, and the telegraph apparatus be used instead of a relay.

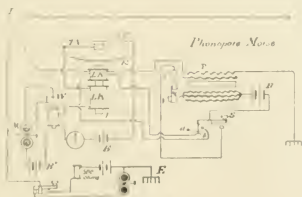


Fig. 35.

La fig. 35 représente un double poste Morse: un service fonctionne comme à l'ordinaire, l'autre est desservi par le Phonopore qui est relié simplement au conducteur électrique en P, sans autre chose. Les connexions à l'autre extrémité sont identiques.

Il faut observer ici que la clef du transmetteur phonoporique est pourvue d'un commutateur automatique appelé "Pin-switch" (commutateur à cheville) qui sert à couper, ou à mettre en court-circuit, la

Fig. 35 represents a Double Morse post: one service is worked in the ordinary way, the other by means of the Phonopore, which is simply connected with the electric conductor at the point P, and nothing further. The connections at the other end of the line are identical.

It must be remarked here, that the key of the Phonopore transmitter is provided with an automatically working commutator called a "pin-switch," a b, which is used to cut off, or short circuit, the coil LK of the

receiving apparatus, when it is desired to send signals with the key to the distant station.

The key, when at rest, presses a spring by which the contact between the points *a* and *b*, which are directly connected with the coil LK, is broken; the arriving currents are then able to travel through that coil. But when the key is pressed, the windings of the coil LK are directly connected across *a* and *b*, and the whole apparatus is thus placed out of action.

The Phonopore apparatus can be arranged as a *Phonopore Duplex* service, that is, as a service by which two Phonopore messages can be sent simultaneously in opposite directions, and this can be done in two different ways. It must be always borne in mind that the ordinary telegraph service can be carried on unchanged and uninterrupted over the same wire at the same time.

In the first method, the tuned tongues of the transmitters can be arranged in such a manner as to cause the strips (reeds) of the receivers in connection therewith to vibrate, without affecting those which are installed at the transmitting station. The *Pin-switch* must then be placed out of action.

In the second method, the differential system can be applied by providing the corresponding coil LK with two similar but oppositely wound coils, and making a balance by means of a second Phonopore and an artificial resistance.

THE FOLLOWING EXPERIMENTS WERE MADE WITH THE PHONOPORE :—

I. An artificial line AB, with two terminal Morse posts MM' installed thereupon, had been erected in the laboratory of the State Telegraph Department (fig. 32), care having been taken that an electro-magnetic resistance of 500 ohms was inserted between the working contact of the key and the battery.

The line had a resistance of 10,000 ohms, with a battery of 30 Leclanché cells for the ordinary Morse transmitting and receiving instruments, whilst different earth plates, about 50 metres apart, were used for the earth connections.

The Morse apparatus of the Phonopore was then connected to the extremities of the lead. The transmitter battery B (fig. 35) consisted of one dry Leclanché-Barbier cell, the battery B' of four, and the battery B'' of three such cells. The two last-named

bobine LK du récepteur lorsqu'on désire envoyer des signaux à l'autre station.

La clef à l'état de repos presse un ressort et par suite rompt le contact entre les points *a* et *b* qui sont directement reliés à la bobine LK, de sorte que les courants qui arrivent peuvent traverser cette bobine. Mais quand la clef est abaissée les enroulements de la bobine LK sont directement reliés aux points *a* et *b* et tout l'appareil est mis hors d'action.

L'appareil phonoporique peut être monté en DUPLEX, c'est-à-dire, pour transmettre simultanément deux dépêches phonoporiques en sens contraire, ce qui peut s'effectuer de deux manières différentes. Il est toujours entendu que le service télégraphique ordinaire pourra continuer absolument le même, sans interruption, sur le même fil et en même temps.

Par la première méthode on peut accorder les languettes des transmetteurs de manière à faire vibrer les bandes (anches) des récepteurs en rapport avec elles, sans qu'elles affectent celles qui se trouvent à la station de départ. En ce cas le "Pin-switch" doit être mis hors d'action.

Par la seconde méthode on peut appliquer le système différentiel en pourvoyant la bobine correspondante LK de deux bobines identiques mais à enroulements opposés, et en faisant la balance au moyen d'un second Phonopore et d'une résistance factice.

EXPERIENCES FAITES AVEC LE PHONOPORE :—

I. Une ligne factice, ayant deux postes Morse aux extrémités, avait été installée dans le laboratoire du Département des Télégraphes de l'État (fig. 32), aussi avait-on eu soin d'intercaler une résistance électromagnétique de 500 ohms entre la pile et le contact actif de la clef.

On se servit d'une ligne ayant une résistance de 10,000 ohms, d'une pile de 30 éléments Leclanché pour le transmetteur et le récepteur Morse ordinaire, et d'une terre formée de différentes plaques environ 50 mètres chacune.

Ensuite l'appareil phonoporique Morse fut relié aux extrémités du conducteur. La pile B du transmetteur (fig. 35), était constituée par un élément Leclanché-Barbier, modèle sec, la pile B' par quatre éléments et la pile B'' trois éléments de ce système. Les deux dernières

pires ne subirent, aucun changement durant ces expériences, et celles qui eurent lieu ultérieurement sur la ligne actuelle.

Après un bon ajustage des différents appareils, la transmission et la réception, des deux appareils fonctionnèrent indépendamment l'un de l'autre.

II. La résistance de la ligne factice fut ensuite graduellement augmentée en essayant en même temps de maintenir la communication avec les mêmes piles, et ceci fut encore possible au moyen de l'appareil phonoporique, même après avoir porté la résistance à 130,800 ohms. Mais l'appareil Morse, quoiqu'il eût été ajusté avec la plus grande délicatesse, s'y refusa beaucoup plus tôt.

III. Dans le bureau central du Département des Télégraphes avaient été installés deux postes complets, chaque poste étant composé d'une installation Morse et d'une installation phonoporique, et leur fonctionnement était étudié sur trois boucles différentes. Les fils de ces boucles partaient du bureau central et y retournaient après avoir parcouru une distance plus ou moins grande hors du bureau le long des fils télégraphiques ordinaires.

La première boucle était composée de deux fils Ah, e1, Ra 2, Ra 1, et G v d. partant de La Haye le long du chemin de fer du Rhin ("Rynspoorweg") *via* Gouda à Rotterdam puis retournant à La Haye le long du chemin de fer hollandais ("Hollandse Spoorweg"). Ce fil avait une longueur de 92.2 kilomètres, une résistance électrique totale de 950 ohms, et une résistance d'isolement totale de 2,300 ohms, ou environ 212,000 ohms par kilomètre.

La seconde boucle était composée des fils C d p et G v b, c'est-à-dire de deux fils parallèles de La Haye le long du chemin de fer hollandais à Amsterdam, où ils étaient reliés directement l'un à l'autre. Ces fils avaient une longueur de 139.4 kilomètres, une résistance totale de 1,780 ohms et une résistance d'isolement de 1,990 ohms, ou environ 277,600 ohms par kilomètre.

La troisième boucle était composée des fils Rt f 1-3, Rt e et Rt f 4 et 5, partant de La Haye le long du chemin de fer hollandais à Amsterdam, puis le long du chemin de fer du Rhin *via* Breukelen et Harmelen à Rotterdam, retournant à La Haye le long du chemin de fer hollandais. Ce fil avait une longueur

batteries remained exactly the same in all the experiments even in those which later on took place upon the actual line.

After a good adjustment of the different apparatus, the transmission and reception of both were easily carried on independently of each other.

II The electrical resistance of the artificial line was then gradually increased, trying at the same time to maintain communication with the same batteries, which was still practicable by means of the Phonopore apparatus after the resistance had been increased to 130,800 ohms. The ordinary Morse apparatus refused service long before, though they had been adjusted with the greatest nicety.

III. Two complete posts, each post consisting of one ordinary Morse and one Phonopore installation, were installed here in the head office of the Telegraph Department, and their action successively examined upon three different loopwires. These loopwires commenced in the head office and returned there again, after having been carried a greater or lesser distance outside the office along the ordinary telegraph lines.

The first loopwire was composed of two wires, Ah, e 1, Ra 2, Ra 1, and G v d, and ran from the Hague along the Rhenish Railway ("Rynspoorweg") *via* Gouda to Rotterdam, and then along the Dutch Railway ("Hollandse Spoorweg") back to the Hague. This wire had a length of 92.2 kilometres, a total electrical resistance of 950 ohms, and a total insulation resistance of 2,300 ohms, or about 212,000 ohms per kilometre.

The second loopwire was composed of the wires C d p and G v b, that is, of two parallel wires along the Dutch Railway from the Hague to Amsterdam, where they were directly connected with each other. The length of these wires was 139.4 kilometres, the total resistance 1,780 ohms, and the insulation resistance 1,990 ohms, or about 277,600 ohms per kilometre.

The third loopwire was composed of the wires Rt f 1-3, Rt e and Rt f 4 and 5, and ran from the Hague along the Dutch Railway to Amsterdam, then along the Rhenish Railway *via* Breukelen and Harmelen to Rotterdam, and back to the Hague along the Dutch Railway. Its length was 194.9 kilometres, the total

resistance 1,910 ohms, and the total insulation resistance 1,710 ohms, or 333,450 ohms per kilometre. In these three cases care had been taken that the earth plates were at least 1 kilometre apart.

The weather during these experiments, which took place on the 16th and 17th of this month after the day service had been closed, was exceedingly unfavourable. A heavy fog, which had lasted several days, caused a very bad insulation of the telegraph lines, as is more-over clearly shown by the above figures. The normal insulation resistance of the wires per kilometre is in fairly dry weather at least 5 megohms, and rises under favourable conditions to 20 megohms and more.

At the commencement, therefore, some difficulties were experienced in the regulation of the apparatus, especially in maintaining the regulation. It was principally on the first night that the bad condition of the wires made its influence felt upon the Phonopore as well as upon the ordinary Morse apparatus. The second night less difficulty was experienced, although the state of the weather remained very much the same.

Over each of these loopwires, signals were successively and simultaneously exchanged with the ordinary Morse apparatus and with the Phonopore, working therefore, duplex and duplex, without the two means of communication interfering with each other.

IV. One of the posts, mentioned under III., remained connected, at the office at the Hague, to the wire G v b going to Amsterdam, at which place a complete Phonopore-post was connected to the other end of the same wire without in any way modifying the other connections.

In this case again the double communication was maintained.

The Phonopore transmitter battery consisted of four rows of five cells in series.

V. The ordinary Morse was replaced by a Hughes apparatus without producing any difference in the Phonopore communication. The Hughes worked, after insertion of the Phonopore, as well as if it had been the only instrument connected to the line.

de 1919 kilomètres, une résistance totale de 1,910 ohms, et une résistance d'isolement totale de 1,710 ohms, ou 333,450 ohms par kilomètre. Dans ces trois cas on avait eu soin de placer les plaques de terre à une distance d'au moins 1 kilomètre l'une de l'autre.

Ces expériences, qui avaient lieu le 16 et le 17 de ce mois après la clôture du service du jour, furent exécutées par un temps extrêmement défavorable. Une brume épaisse, qui avait duré quelques jours, produisit un très-mauvais isolement des lignes télégraphiques, comme il est d'ailleurs clairement démontré par les chiffres mentionnés ci-dessus. La résistance d'isolement kilométrique normale par un temps passablement sec est au moins 5 mégohms, et monte sous des conditions favorables à 20 mégohms et plus.

Au commencement, conséquemment, il y avait quelques difficultés à ajuster les appareils, et surtout à maintenir l'ajustage. Ce fut principalement le premier soir que le mauvais état des fils exerça son influence sur le Phonopore aussi bien que sur les appareils Morse ordinaires. Le second soir la difficulté fut moindre quoique l'état du temps n'eût presque pas varié.

Des signaux furent échangés successivement et simultanément sur chacune de ces boucles avec le Morse ordinaire et le Phonopore, fonctionnant par suite duplex et duplex, sans que les deux moyens de communication se dérangassent l'un l'autre.

IV. L'un des postes, mentionnés en III., demeura relié dans le bureau à La Haye au fil G v b allant à Amsterdam, où on avait relié un poste phonoporique à l'autre extrémité du même fil sans avoir modifié les autres connexions en quoi que ce soit.

Également dans ce cas on put effectuer la double communication.

La pile du transmetteur phonoporique était composée de quatre groupes de cinq éléments en tension.

V. Le Morse ordinaire fut remplacé par l'appareil Hughes sans que la communication phonoporique en subit la moindre différence. L'appareil Hughes fonctionna, après l'intercalation du Phonopore, comme s'il eût été le seul appareil dans la ligne.

Longueur du fil de câble No. 2, 110-481 milles de mer (nœuds)

résistance totale à 62 F., 1339-296 ohms

résistance d'isolement totale à 62 F., 1-5 mégohms

Longueur du fil de câble No. 6, 108-295 milles de mer (nœuds)

résistance totale à 57 F., 1194-5 ohms

résistance d'isolement totale à 67 F., 51-3 mégohms.

Capacité par mille de mer, 0-2946 microfarads.

VI. Après la clôture du service le 19 courant, les opérateurs à Lowestoft relièrent, suivant les instructions, le fil No. 2 du vieux câble de Zandvoort en Angleterre, au fil No. 6 du nouveau câble (Benaere).

A Amsterdam on avait installé sur ces deux fils des appareils Morse ordinaires et des appareils Morse phonoporiens. Le fil 2 étant relié à la terre à Amsterdam, le fil 6 passant le long du fil de ligne G v b à La Haye (fig. 36).

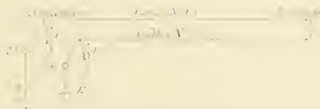


Fig. 36.

Length of Cable wire No. 2, 110-481 nautical miles (knots)

total resistance at 62 F., 1339-296 ohms

total insulation resistance at 62 F., 1-5 mégohms

Length of Cable wire No. 6, 108-295 nautical miles (knots)

total resistance at 57 F., 1194-5 ohms

total insulation resistance at 67 F., 51-3 mégohms

Capacity per nautical mile, 0-2946 microfarads.

VI. After the service on the 19th had been closed, the officials at Lowestoft were requested to join up wire 2, situated in the old cable from Zandvoort to England, to wire 6, situated in the new cable (Benaere-cable).

Both wires had ordinary Morse and Phonopore Morse apparatus installed upon them at Amsterdam. Wire 2 went to earth at Amsterdam, and wire 6 went along the line wire G v b to the Hague (fig. 36).

A notre grand étonnement la double communication fut effectuée sans aucune difficulté.

La pile B du Phonopore était composée de quatre groupes de cinq éléments en tension, celle du Morse ordinaire de quarante éléments ordinaires.

Le récepteur phonoporique, décrit ci-dessus, fut remplacé tour à tour dans toutes ces expériences par un téléphone simplement intercalé entre la ligne et le Phonopore. Les dépêches se firent entendre avec la plus grande clarté, et les sons étrangers, que l'on perçoit dans le téléphone, par suite des signaux ordinaires envoyés sur les fils télégraphiques actuels, n'y produisirent aucun effet nuisible.

Les appareils que M. Langdon-Davies avait apportés, ayant été construits en vue d'être employés pour les démonstrations et non pour un service pratique, étaient facilement dérangés par des secousses mécaniques, aussi parussent-ils avoir beaucoup souffert des expériences répétées qu'on en avait faites ailleurs, ainsi la plu-

To our great astonishment the double communication was carried on without any difficulty.

The Phonopore Battery consisted of four rows of five cells in series, whilst that of the ordinary Morse consisted of forty ordinary cells.

The above-described Phonopore Receiver was, in all these experiments, in turns replaced by a telephone simply inserted between the line and the Phonopore. The messages could be heard with the greatest clearness, and the extraneous sounds, which are perceived in the Telephone, in consequence of the ordinary signals of the actual telegraph wires, did not interfere.

The apparatus, which Mr. Langdon-Davies had brought with him, was constructed for demonstration purposes, and not for practical service. The instruments were easily disturbed by mechanical shaking, and appeared to have suffered considerably from repeated experiments which had formerly been made with

case, is that most of the screws were rather loose, and the adjustment, therefore, could not be accomplished as easily and as quickly as it ought to be. But Mr. Langdon-Davies communicated to us that in the new apparatus, now in course of construction, this would be satisfactorily remedied.

Apart from this, it must be considered proved that the practical working of the diplex and duplex telegraph services by means of the Phonopore and the apparatus belonging thereto, is easily accomplished. And, although difficulties have been experienced with the Phonopore apparatus on account of the above-mentioned faults in their construction, yet the ordinary telegraph service with the ordinary apparatus in use in this country did not experience for one moment the slightest trace of disturbance on account of the connection and action of the Phonopore apparatus.

Whether the alternating currents of high tension used in the Phonopore will affect the Telephone service is, I think, a question which further research would solve.

(Signed) AUG. COLLETTE, JUNR.,
Civil and Electrical Engineer.

28th December, 1889.

part des vis ne tenaient pas ferme, et par suite l'ajustage n'en était pas aussi facile ni aussi prompt qu'il fallait. Mais M. Langdon-Davies nous a fait savoir que dans les nouveaux appareils, actuellement entre les mains des constructeurs, on apportera remède à tout cela d'une manière satisfaisante.

À part ce que je viens de dire, il faut considérer que le fonctionnement pratique des services télégraphiques, diplex et duplex, au moyen du Phonopore et des appareils qui s'y rapportent, est un fait accompli. Et quoique les appareils phonoporiqnes aient présenté quelques difficultés par suite des défauts de construction dont nous venons de parler, il n'en est pas moins prouvé que le service télégraphique ordinaire, avec les appareils employés ordinairement dans ce pays, n'a subi pas un seul instant le moindre dérèglement par suite de l'adjonction et du fonctionnement des appareils phonoporiqnes.

Il reste encore à voir, je crois, si les courants alternatifs de haute tension, employés pour le Phonopore, influencent le service téléphonique.

(Signed) AUG. COLLETTE, JR.,
Ingénieur Civil et Electricien.

Le 28 Décembre, 1889.

AVIS.

Le Comité du SYNDICAT DU PHONOPORE, LIMITE, qui possède les brevets sur le PHONOPORE, au nombre de cent environ; couvrant le PHONOPORE et les différents instruments qui s'y rapportent, inventés par M. LANGDON-DAVIES, dans le monde entier, est maintenant en pouvoir de fournir, et, s'il est désiré, d'installer des services complets et en action, de TÉLÉGRAPHES PHONOPORES SIMPLES dans tous les pays.

Si l'on ajoute un Télégraphe ordinaire Simplex à l'un de ces services on établira un Service PHONOPORE DUPLEX, qui consiste en deux services complets et absolument indépendants.

Les appareils suivants sont actuellement prêts; d'autres pour des applications ultérieures —
annonces de temps en temps —

LE PHONOPORE TRANSMETTEUR
avec RÉGULATEUR DE VITESSE ET COMMUTATEUR complet.

LE PHONOPORE RÉCEPTEUR

- 1.—LE FORMATEUR DE SIGNAUX, TYPE A.
- 2.—LE MEME avec armature-relais.
- 3.—LE MEME avec armature-sounder.
- 4.—LE FORMATEUR DE SIGNAUX, TYPE B.

ACCESSOIRES.

RELAIS PHONOPORIQUE pour fonctionner avec les Récepteurs de Signaux, Types A et B.

LE PHONOPORE PORTEUR.

LES RIBESTAIS PHONOPORIQUES pour varier la force magnétique dans les Télégraphes ordinaires est nécessaire.

Les appareils sont accompagnés d'instructions complètes, illustrées, sur leur emploi et leur utilisation en Anglais et en Français.

~~~~~  
Pour informations complémentaires, prix et conditions, s'adresser à

**M. LE SECRETAIRE,**  
Du Phonopore Syndicate, Limited  
Blomfield House,  
London Wall,  
London

# ADVERTISEMENT.

The Committee of the PHONOPORE SYNDICATE LIMITED, who are owners of the PHONOPORE Patents, nearly one hundred in number, protecting the PHONOPORE and the various instruments invented by Mr LANGDON-DAVIES in connection therewith throughout the world, are now ready to supply the same in working order in any country.

One of these Services may be added to any other Service on the same system, and a Service of PHONOPORE DUPLEX, consisting of two absolutely independent services may be established.

The following are the instruments at present ready for supply:

TK  
5117  
L3

Langdon-Davies, C  
Une explication du  
Phonopore

~~Physical &  
Applied Sci.~~

ENGINEERING

PLEASE DO NOT REMOVE  
CARDS OR SLIPS FROM THIS POCKET

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY

ply to

2

PHONOPORE.

---

C. LANGDON-DAVIES.