

# Der Einfluss von Bahngleichrichtern auf Fernmeldeleitungen

Autor(en): **Daly, Charles J.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung = Bulletin technique / Administration des télégraphes et des téléphones suisses = Bollettino tecnico / Amministrazione dei telegrafi e dei telefoni svizzeri**

Band (Jahr): **8 (1930)**

Heft 1

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-873678>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Der Einfluss von Bahngleichrichtern auf Fernmeldeleitungen.

Von Charles J. Daly, Ingenieur der Southern New England Telephone Co.

Dem American Institute of Electrical Engineers überreicht und im Journal of American Institute of Electrical Engineers veröffentlicht.

Die Anwendung von Quecksilberdampfgleichrichtern zur Stromversorgung von Strassenbahnen verdient zur Zeit volle Aufmerksamkeit. Bei der Betrachtung solcher Einrichtungen erhebt sich naturgemäss die Frage nach deren Einwirkungen auf Schwachstromleitungen. Im Dezember 1927 wurde zum erstenmal der Betriebsstrom für die Strassenbahn in Bridgeport, Conn., und Umgebung von zwei Gleichrichter-Unterstationen geliefert. Die verschiedenartigen Störungseinwirkungen der neuen und der früheren Stromversorgung auf die Telephonleitungen sind miteinander verglichen worden und sollen im nachstehenden beschrieben werden.

Die beiden Unterstationen wurden nicht gleichzeitig in Betrieb gesetzt; zwischen der Inbetriebnahme der grössern Station in Bridgeport und der kleineren in Stratford lag ein Zeitraum von ungefähr 4 Monaten. Im Verlauf dieser vier Monate arbeitete die grosse Gleichrichteranlage nur für kurze Zeit parallel mit der Umformerausrüstung der alten Kraftstation. Ueber die Geräuscheinwirkung auf die verschiedenen Ortstelephonleitungen wurden einmal vor Inbetriebnahme der ersten Gleichrichterstation, sodann unmittelbar nach Inbetriebnahme jeder der beiden Stationen und endlich nach Vornahme vorübergehender Schutzmassnahmen Messungen durchgeführt. Die unter so verschiedenen Stromlieferungsverhältnissen gewonnenen Messergebnisse sind in den beigedruckten Tabellen zusammengestellt.

### Das Telephonnetz.

Die Telephonanlage von Bridgeport ist ein aus drei Einheiten gebildetes Mehrzentralen-System; zwei Zentralen sind im Geschäftsviertel der Stadt im selben Gebäude untergebracht, das von der grösseren Gleichrichterstation etwa 400 m entfernt ist. Die dritte Zentrale befindet sich in Stratford, ungefähr 6 1/2 km vom Hauptgebäude in Bridgeport und 400 m von der kleineren Gleichrichterstation entfernt. Die Verbindungsleitungen zwischen der Zentrale Stratford und dem Hauptamt Bridgeport liegen in unterirdischen, pupinisierten Bleikabeln, die mit Ausnahme von ungefähr 800 m parallel zum Bahnsystem und in denselben Strassen verlaufen. Siehe Figur 1.

Sämtliche Teilnehmerleitungen in den von der Bahn befahrenen Strassen sind entweder in Bleikabel verlegt oder mit verseiltem Doppeldraht zu den Stationen geführt. Die Kabelanlage ist grossenteils unterirdisch; daneben gibt es noch einige verhältnismässig lange Strecken, wo die Kabel oberirdisch auf dem gleichen Gestänge wie die Strassenbahnleitungen geführt sind und in einigen Fällen sogar auf den Stangen, die die positiven und negativen Strassenbahn-Speiseleitungen tragen. Oberirdische Telephonleitungen sind in den von der Bahn befahrenen Strassen nicht vorhanden.

Das Telephonnetz umfasst Einzelanschlüsse mit Schleifenaufwurf, Zweier-Partneranschlüsse, Vierer-Partneranschlüsse mit halbselektivem Anruf und

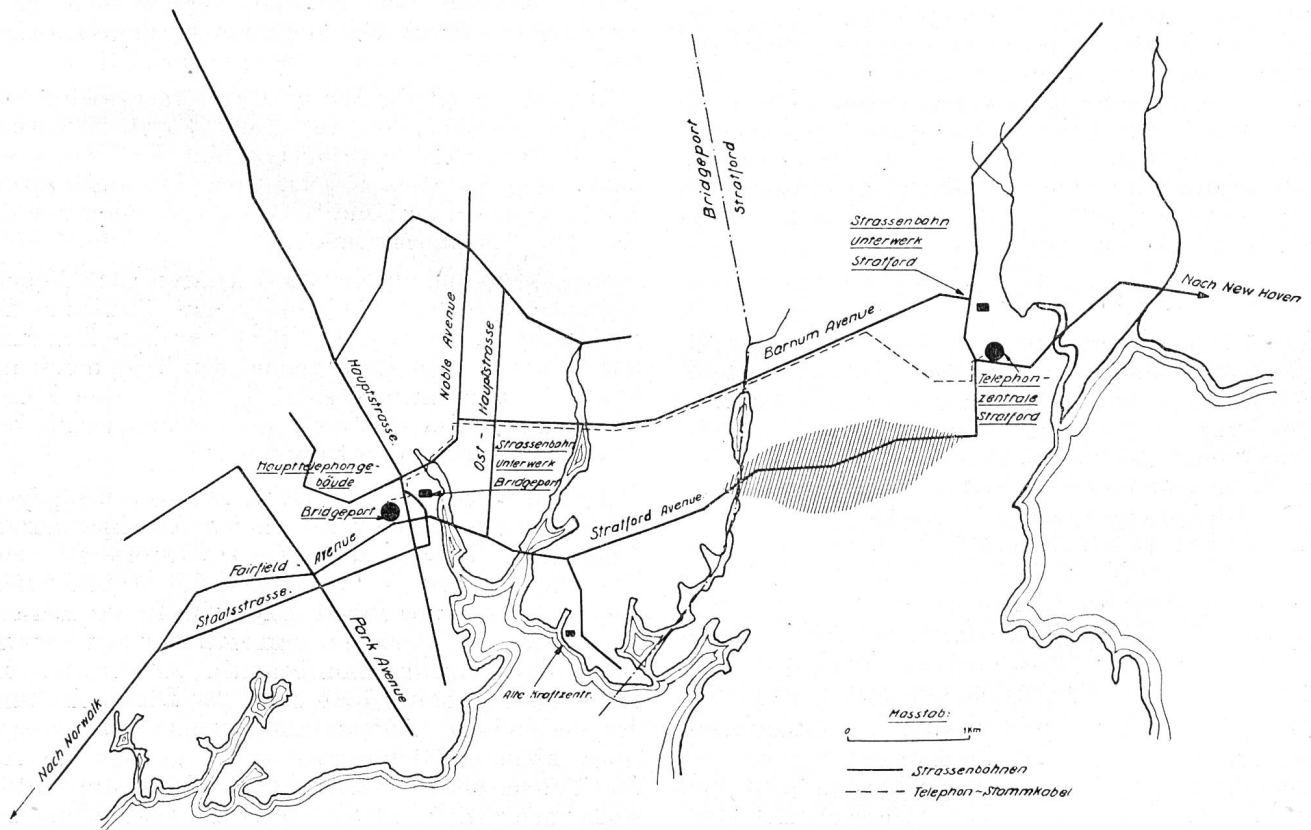


Fig. 1.

endlich Nebenstellen. Im Selektiv-Verkehr sind Zwei-Partner- und halbselektive Vier-Partnerleitungen vorgesehen.

Eine eingehendere Beschreibung der für den wahlweisen Aufruf benutzten Rufstromschaltungen dürfte für das Verständnis der nachstehenden Ausführungen von Nutzen sein. In Figur 2 ist eine Zweier-Partnerleitung mit wahlweisem Aufruf schematisch dargestellt. Wie ersichtlich, wird jeder Leiter der Sprechschleife über einen Kondensator, gewöhnlich von 1 Mf, und einen Wecker an Erde gelegt. Der Wecker hat einen Gleichstromwiderstand von 1000 Ohm und eine Impedanz von 30,000 Ohm bei 800 Perioden.

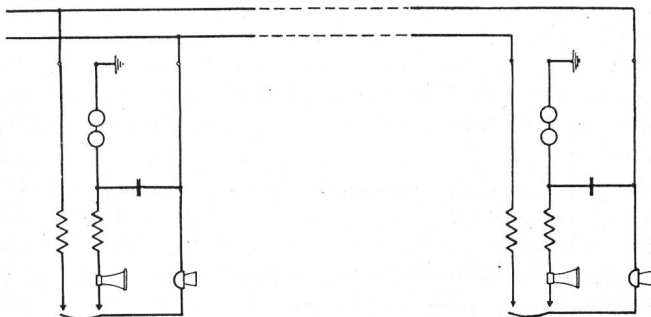


Fig. 2.

Die Erdverbindung wird nur für Rufzwecke benutzt, nicht aber zur Uebertragung von Sprechströmen, wie ja schon aus dem hohen Impedanzwert des Rufstromkreises ersichtlich ist. Bei dieser Anordnung kann jede Sprechstelle unabhängig von der andern über den einen oder andern Draht der Leitung aufgelaütet werden.

Die halbselektive Schaltung für Vier-Partneranschlüsse ist der soeben beschriebenen Zwei-Partnerschaltung ähnlich, nur sind auf jedem Leitungsdraht zwei Sprechstellen angeschlossen. Wird bei dieser Anordnung Rufstrom über einen Leitungsweig geschickt, so läuten beide Wecker, die an diesen Draht angeschlossen sind. Bei Einzelanschlüssen wird über die Schleife gelaütet, da der Wecker in diesem Falle in Brücke zur Leitung liegt.

#### Das Strassenbahnnetz.

Das Strassenbahnsystem ist grösstenteils doppel-spurig ausgebildet, wobei die Schienen und die Erde als Rückleiter benutzt und längs einigen Strecken durch negative Speiseleitungen ergänzt werden. Figur 1 zeigt das Strassenbahnnetz im Stadtgebiet von Bridgeport und Stratford und den Standort der beiden Gleichrichterstationen. Die nach New Haven führende Ueberlandbahn erhält ihren Strom auf der Hälfte der Strecke, also auf einer Strecke von ungefähr 11 km, von der Gleichrichterstation Stratford. Eine andere Ueberlandbahn führt nach Norwalk und wird von der Gleichrichteranlage Bridgeport aus auf einer Strecke von 13 km mit Strom gespeisen.

Die Station Bridgeport besitzt 5 Sechspann-gleichrichter, die an das Drehstromkraftnetz von 13,900 Volt, 60 Perioden angeschlossen sind und 600 Volt Gleichstrom an das Strassenbahnsystem abgeben. Jeder Gleichrichter ist für 2000 Ampère

bemessen. Zwei Gleichrichter desselben Typs sind in Stratford aufgestellt und arbeiten unter gleichen Verhältnissen parallel zur Station Bridgeport.

Beim Erscheinen dieses Artikels war im Strassenbahnstromkreis in der Station Stratford ein provisorisches Filter installiert, nicht aber in Bridgeport. Die für beide Zentralen vorgesehenen definitiven Filter waren damals noch in Fabrikation.

#### Messverfahren.

Um festzustellen, in welchem Masse der Teilnehmer durch den Gleichrichterbetrieb unter normalen Verhältnissen belästigt wird, wurden sämtliche Messungen an den Klemmen des Hörers einer Teilnehmerstation vorgenommen, wobei diese mit einer andern in der Zentrale selbst aufgestellten Station zusammengeschaltet wurde. Die Messungen wurden unter den verschiedenen Verhältnissen, wie sie sich im praktischen Telephonbetrieb zeigen, vorgenommen. So wurde z. B. der Fall untersucht, wo bei einem halbselektiven Vier-Partnerstromkreis wegen Rücktrittes oder Wegzuges zweier Partner die übrigen 2 Stationen auf demselben Leitungsdraht verblieben. Die in der Teilnehmerleitung erzeugte Unsymmetrie unter den verschiedenen Betriebsverhältnissen erreicht in diesem Fall ihren Höchstwert.

#### Messergebnisse.

Vor der Inbetriebsetzung des Gleichrichters von Bridgeport wurden an etwa 140 verschiedenen Stellen in Bridgeport und etwa 50 Stellen in Stratford Geräuschmessungen an Telephonstationen aller gebräuchlichen Schaltungen vorgenommen. Nach der Inbetriebnahme der Gleichrichter wurden diese Messungen wiederholt, jedoch nur an den typischen Stellen.

Tabelle 1 zeigt die Werte des Störgeräusches, die erhalten wurden vor und nach Parallelschaltung des Gleichrichters in Bridgeport mit der Umformerausrüstung der alten Kraftstation. Die angeführten Beispiele geben ein Bild der Störwirkungen auf die örtlichen Telephonstromkreise.

Messungen auf Verbindungsleitungen nach Nebenstellenanlagen zeigten ebenfalls eine Zunahme des Geräusches um etwa 125%; doch war diese Zunahme nur in drei Fällen stark genug, den Telephondienst ernstlich zu beeinträchtigen. In diesen drei Fällen war es nötig, das Geräusch durch Umänderung der Telephonanlagen zu bekämpfen.

An dem Tage, wo der Gleichrichter von Bridgeport in Betrieb genommen wurde, liefen von einer Anzahl Teilnehmer Klagen über Geräuschstörungen ein. Vor allem waren es Teilnehmer mit Nebenstellen, die die Störwirkung zuerst meldeten. In den meisten Fällen war das Geräusch namentlich viel zu stark, bevor die Zentralstationsbeamtin antwortete. Es nahm aber bedeutend ab nach der Durchschaltung der Verbindung. Auf andern Stromkreisen mussten einige kleine Unsymmetrien in der Anlage, die mit der Erzeugerstation allein keine merklichen Störwirkungen gehabt hätten, beseitigt werden, um das Geräusch auf ein erträgliches Mass herabzusetzen.

Tabelle I  
Geräuscheinheiten.

Versuchsstelle Bridgeport	W-(a & b)		W-(a)		W-(Brücke)		2 W-(a)	
	1	2	1	2	1	2	1	2
A	20	50	35	75	20	50	35	100
B	10	20	20	35	0	10	20	50
C	20	35	20	50	20	35	35	150
D	35	100	50	125	35	75	75	250
E	20	50	20	75	20	35	35	100
F	20	50	35	75	20	50	50	150
Avenue	20	50	30	70	20	40	40	135
Stratford	1	2	1	2	1	2	1	2
A	20	35	75	100	20	35	75	200
B	20	35	35	50	20	20	35	100
C	20	20	35	35	20	20	35	35
Avenue	20	30	50	60	20	25	50	110

W-(a & b) = Wecker und Kondensator auf jedem Leitungsdraht an Erde.

W-(a) = Wecker und Kondensator auf *einem* Leitungsdraht an Erde.

W-(Brücke) = Wecker in Brücke zur Schleife, keine Erdverbindung.

2 W (a) = 2 Wecker mit zugehörigen Kondensatoren an einem Leitungsdraht an Erde.

(1) = Vor Inbetriebsetzung des Gleichrichters.

(2) = Nach Inbetriebsetzung des Gleichrichters.

Auf den Verbindungsleitungen zwischen den Aemtern Bridgeport und Stratford wurden keine nennenswerten Einwirkungen beobachtet.

Als die Gleichrichterstation Stratford eingeschaltet wurde, war der Störeinfluss auf die Telefonstromkreise in Bridgeport nicht bedeutend, mit Ausnahme eines kleinen Gebietes in der Nähe der Netzgrenze längs der Stratford-Avenue. Dagegen waren, wie durch das schraffierte Feld der Figur 1 dargestellt, die Störgeräusche zwischen den beiden Gleichrichterstationen längs der Stratford Avenue bedeutend stärker und die Klagen der Teilnehmer dementsprechend ernster Natur. Die Verbindungsleitungen Bridgeport-Stratford wurden auch diesmal wieder nur unmerklich beeinflusst.

Nach Eröffnung der Station Stratford liefen dreimal mehr Klagen ein als nach Eröffnung von Bridgeport. Die meisten Klagen rührten von Partnerleitungs-Teilnehmern her.

Tabelle II zeigt die Ergebnisse der Geräuschmessungen vor und nach Eröffnung der Gleichrichterstation Stratford und nach Einschaltung eines Filters im Strassenbahnstromkreis.

#### Wellenanalyse.

Die Wellenanalyse des Geräusches liess 360-, 720- und 1080periodige Komponenten erkennen, wobei die 360periodige vorherrschte. Diese ist in diesem Falle die Grundfrequenz der Schwankung der gleichgerichteten Gleichstromspannung und ist als solche gleich dem Produkt aus der Grundfrequenz der Speiseleitung (60 Perioden) und der Anzahl der Sekundärphasen des Gleichrichters (6 Phasen).

Die im Strassenbahnverteilungssystem fließende Menge dieser harmonischen Ströme ist eine Funktion der harmonischen EMK und der charakteristischen Belastung des Systems. Um das Fließen dieser störenden Harmonischen im Bahnsystem einzuschränken und damit auch ihre Störwirkung auf Telefonstromkreise zu vermindern, musste ein Filter auf der Belastungsseite des Gleichrichters eingeschaltet werden. Dieses Mittel zur Eindämmung der störenden Harmonischen wurde mit Vorteil auch anderorts verwendet, wo Strassenbahnen durch Gleichrichter gespeist werden.

#### Filterausrüstung.

Die erste Filterausrüstung von Stratford war nur provisorisch, jedoch der vorgeschlagenen definitiven Ausrüstung, die damals für beide Kraftstationen gerade hergestellt wurde, elektrisch gleichwertig.

Sie besteht aus einer Induktanzspule von 0,7 Millihenry, die in der Kraftstation in den negativen Rückleiter eingeschaltet ist. Diese Spule wirkt als Drossel auf die harmonischen Ströme und hat den ganzen von der Kraftstation gelieferten Belastungsstrom auszuhalten. Zwischen dem positiven und dem negativen Leiter des Bahnstromkreises werden auf der Belastungsseite der Drosselspule zudem noch drei Resonanz-Nebenschlüsse eingeschaltet, um die harmonischen Ströme von 360, 720 und 1080 Perioden abzuleiten und so die bei diesen Frequenzen der Leitung aufgedrückten Spannungen herabzusetzen. Jeder dieser Resonanznebenschlüsse besteht aus einer eisenlosen Spule von 2 Millihenry in Serie mit einem Kondensatorsatz. Das Abstimmen auf die einzelnen Frequenzen geschieht durch Veränderung der Kapazität, bis die Spannung auf der Leitung ein Minimum erreicht. Die zur Erreichung des Resonanzzustandes nötigen Kapazitäten betragen für die einzelnen

Tabelle II.

Versuchsstelle Stratford	W-(a und b)			W-(a)			W-(Brücke)			2 W-(a)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
A	20	325	150	75	500	300	20	300	125	75	800	450
B	20	100	65	35	200	85	20	100	65	35	275	125
C	20	35	35	35	75	35	20	35	35	20	110	50
D	20	100	75	35	200	100	20	85	75	35	350	200
Avenue	20	140	80	45	245	130	20	130	75	40	385	205

(1) Stromlieferung durch die alte Kraftstation.

(2) Nach Inbetriebnahme der Gleichrichter in Bridgeport und Stratford.

(3) Gleich wie (2), aber mit Filter in Stratford.

Perioden 105, 28 und 12 Mikrofarad. Die Kondensatorsätze bestehen aus Einheiten von 1 Mf Kondensatoren, die eine Gleichstromspannung von 600 Volt dauernd auszuhalten vermögen. Siehe Figur 3.

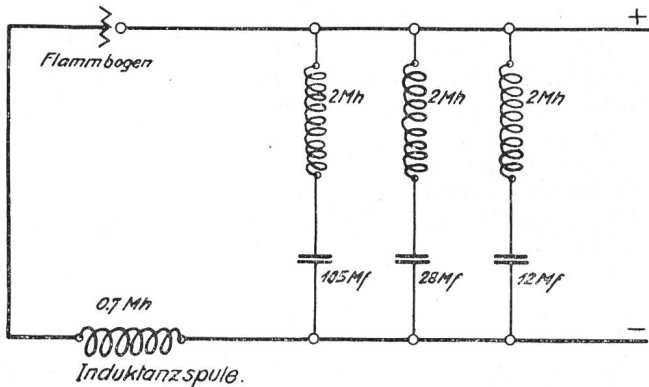


Fig. 3.

#### Wirkungen der Filtereinschaltung.

Die Wirkung des Filters auf die Geräuschstärke in den Telephonstromkreisen des Zentralgebietes von Stratford war sehr nennenswert, so dass die Beschwerden der Telephonteilnehmer sich nur mehr auf einige wenige Fälle im schraffierten Feld längs der Stratford-Avenue beschränkten. Die Ergebnisse der Geräuschmessungen sind in Kolonne 3 der Tabelle II angegeben. Die nach Einschaltung des provisorischen Filters in Stratford ausgeführten Messungen zeigten, dass die verbleibende, in Kolonne 3 angegebene Geräuschstärke zum grössten Teil von dem filterlosen Gleichrichter in Bridgeport her-

rührte. Es ist mit einer weiteren Verminderung des Geräusches zu rechnen, wenn einmal die Kraftstation Bridgeport mit einer Filterausrüstung versehen sein wird.

#### Schlussfolgerung.

Die Grösse der durch eine gegebene Störquelle, im vorliegenden Falle durch einen Quecksilberdampfgleichrichter, hervorgerufene Beeinflussung hängt ab von der Lage und Anordnung des Strassenbahn- und des Telephonsystems. Dies geht deutlich hervor aus den Angaben der Tabellen I und II, welche zeigen, dass auf sonst gleiche Telephonstromkreise die Störwirkung im Netz Stratford grösser war als in Bridgeport. In beiden Netzen wird derselbe Typ von Gleichrichtern verwendet, aber in Stratford ist der Prozentsatz der in Luftkabel, auf gemeinsamen Stangen mit den Stromkreisen der Strassenbahn verlegten Telephonleitungen grösser als in Bridgeport, wo die störende Beeinflussung zwischen Telephonluftleitungen und Strassenbahnstromkreisen verhältnismässig gering ist.

Die Erfahrungen mit dem Sechssphasen-Gleichrichter für die Speisung des Strassenbahnnetzes zwischen Bridgeport und Umgebung zeigen deutlich, dass bei Gleichrichterspeisung ohne Schutzvorrichtung gegen die harmonischen Komponenten die induktive Beeinflussung der benachbarten Telephonstromkreise grösser ist als bei der Speisung durch rotierende Umformer. Durch Verwendung geeigneter Filter in der Gleichstromseite des Gleichrichters kann dessen Induktionswirkung so herabgesetzt werden, dass sie annähernd derjenigen eines gut gebauten rotierenden Umformers entspricht.

## Les communications radio-téléphoniques Hispano-Sud-Américaines.

Les dernières années ont été caractérisées par une extension considérable des moyens de communication téléphonique à travers le monde. Ce fut le cas d'une manière plus particulière en ce qui concerne la téléphonie internationale et l'on s'approche rapidement du temps où il sera possible à un abonné au téléphone d'un pays quelconque de communiquer avec tous les autres abonnés du monde entier. Un pas important dans cette direction a été réalisé par l'inauguration, en janvier 1927, du circuit radio-téléphonique transatlantique au moyen duquel furent reliées entre-elles, non seulement les deux grandes nations de langue anglaise, la Grande Bretagne et les Etats-Unis, mais aussi les continents d'Europe et d'Amérique du Nord.

Un nouveau progrès très important fut marqué le 12 du mois d'octobre 1929 lorsque le Général Primo de Rivera déclara ouvert le service radio-téléphonique institué par l'International Telephone and Telegraph Corp. entre Madrid et Buenos-Aires. Pour la première fois, les réseaux téléphoniques d'Europe et de l'Amérique du Sud étaient connectés entre-eux et les Républiques Hispano-Américaines unies à leur Mère Patrie.

Ce nouveau service réalise la connexion des deux réseaux dans le sens le plus large, c'est-à-dire qu'il ne fournit pas seulement la possibilité de communiquer entre des postes spéciaux situés dans les capitales des deux pays mais qu'il est arrangé pour permettre la connexion avec les réseaux téléphoniques locaux à chacune de ses deux extrémités et qu'il opère de la même manière que s'il s'agissait d'une ligne métallique. On l'a décrit avec raison comme assurant un service „de fauteuil à fauteuil“ puisqu'il permet au négociant espagnol de communiquer avec son correspondant d'Amérique du Sud, et vice versa, sans qu'il soit nécessaire pour aucun des deux de quitter son propre bureau. Les appels émis sont traités comme des appels ordinaires à longue distance et rien n'indique à l'abonné appelant ni à la personne à laquelle l'appel est adressé qu'une communication radio-téléphonique est introduite dans le circuit.

La carte ci-après fait ressortir l'étendue des réseaux téléphoniques desservis par cette nouvelle voie de communication. A l'extrémité Sud-Américaine, elle permet le reliement des 210.000 téléphones de la République Argentine et des 17.000 et 30.000 abonnés situés respectivement en Uruguay et au