

B. A. 17726/38

PATENTE ESPAÑOLA
de invención

MEMORIA

descriptiva sobre *Perfeccionamientos en los amplificadores de tubo de descarga de electrones y mejoras relacionadas con los mismos.*

POR

Marconi's Wireless Telegraph Company Limited

DE

Londres,

Inglaterra

PATENTE DE INVENCION.

Grupo 7º.- Clase 63ª.

B. A. 17.726/38.



MEMORIA DESCRIPTIVA

sobre:-

"Perfeccionamientos en los amplificadores de
"tubo a descarga de electrones y mejoras
"relacionadas con los mismos".

=====

SOLICITANTES: MARCONI'S WIRELESS TELEGRAPH COMPANY LIMITED,
residentes en Marconi Offices, Electra House,
Victoria Embankment, Londres, Inglaterra.

=====

Esta invención se refiere a amplificadores de tubos a descarga de electrones siendo su objeto proporcionar amplifadores que respondan a un elevado grado de rectilinealidad; -que tengan un gran margen de exención en la distorsión armónica; -que puedan ser ajustados para dar una gran ampliación sin riesgo de que se quiebren en auto-oscilación; -y que puedan diseñarse para que funcionen con buena rectilinealidad en un gran alcance de frecuencia. La invención, en su

5. aspecto más generalizado, es aplicable lo mismo a los

10. amplifadores de alta frecuencia como a los de baja, pudiendo ser aprovechada para suministrar amplificadores que presenten una o más de las ventajas susodichas, según los requerimientos.



15. Es bien conocido, en amplificadores de tubo a descarga de electrones, tratar de mejorar la rectilínea-
lidad respondiente sobre un amplio alcance de frecuencias, aplicando una reconducción o contra-suministro negativo, presentando esta invención amplificadores de tubos a
20. descarga de electrones de este tipo general, pero perfeccionado.

Quando se aplica una reconducción negativa a un amplificador en la forma usual conocida, se obtienen dos efectos predominantes:

25. 1º.- El alcance de frecuencia sobre el cual el amplificador es rectilíneo (hasta un grado determinado de aproximación) queda aumentado, y

2º.- La distorsión debida a la no-rectilinealidad del tubo o de los tubos empleados se reduce.

30. Sin embargo se ha descubierto ya, que estos dos efectos, en los conocidos amplificadores con reconducción negativa, no son co-existentes sobre todo el alcance de la frecuencia, sino únicamente sobre aquella porción del espectro de frecuencia donde los desplazamientos
35. o calados de fase en semejante amplificador, aunque sin contra-alimentación negativa, carecen de importancia, mientras que en frecuencias fuera de dicha porción y dentro del alcance donde la frecuencia característica del amplificador de reconducción negativa es todavía
40. sensiblemente llana, la distorsión puede en realidad ser mayor con un amplificador de contra-alimentación negativa que con un amplificador similar, pero sin la tal reconducción o contra-suministro negativo. Se ha descubierto que este defecto es debido al hecho de que
45. las componentes de la distorsión (generadas, por ejemplo, en la última etapa del amplificador) más bien ayudan a la base en lugar de oponerse a la misma, al tiempo invertido para pasar por el canal de la contra-alimentación y el amplificador, hasta alcanzar la rejilla de
50. admisión de la última etapa.

14 JUN



- 3 -

La presente invención puede aplicarse para reducir o eliminar este defecto y tal resultado se obtiene, de acuerdo con el primer aspecto de la invención, corrigiendo el amplificador en cuanto a la desviación de fase y

55. aplicando luego la contra-alimentación negativa para reducir la distorsión armónica debida a los elementos no rectilíneos en el amplificador. La corrección del desplazamiento de fase resultará usualmente en una característica elevadora de frecuencia en aquella porción

60. del espectro de frecuencia donde se aplica la corrección. Es preferible aplicar la corrección de desplazamiento de fase en o cerca de los puntos donde se originan las desviaciones, aunque es posible aplicar la corrección por una sencilla red de "corrección total de la desviación

65. de fase", en un punto del amplificador. La reconducción negativa se aplica entonces directamente a través del amplificador o de una parte apetecida del mismo, para reducir la distorsión no rectilínea y en general esta contralimentación negativa corregirá también la

70. característica de elevación de frecuencia debida a la red o redes del desplazamiento de fase.

La invención se ilustra mediante los diagramas de los adjuntos dibujos.

La Fig. 1 es el diagrama de un amplificador de

75. baja frecuencia con acoplamiento resistencia-capacidad al cual se ha aplicado la particularidad arriba descrita de la invención. Este amplificador puede contener cualquier número de etapas, pero vamos a suponer que se compone de tres. La primera etapa comprende una válvula V1 en

80. asociación con un condensador acoplante de rejilla C1, dispersión de rejilla G1, resistencia de anodo A1 y una combinación G1 de resistencia de auto-influjo con derivación de capacidad en el ramal del cátodo. En semejante amplificador, con acoplamiento resistencia-

85. capacidad, la distorsión más seria es ordinariamente



la que ocurre al extremo de baja frecuencia del espectro y que es debida al desplazamiento de fase en las redes de admisión rejillar. Por lo tanto al aplicar la presente particularidad de la invención al amplificador,

90. se ha previsto en serie con la dispersión rejillar de la primera válvula, una red correctiva de la fase consistente en una resistencia P_{R1} y una capacidad P_{C1} en paralelo. Cuando, como a veces sucede, existe tambien distorsión de desplazamiento fásico en el extremo superior del espectro, debida al circuito del anodo de una válvula o tubo precedente, podrá ser corregida por la inserción de una inductancia P_{L1} en serie con la capacidad P_{C1} según mostrado en la Fig. 2. La capacidad de dispersión (representada por líneas quebradas en

100. las figuras 1 y 2) que está en derivación con la resistencia anódica de la primera válvula, causará un desplazamiento de fase al extremo superior del espectro de frecuencia y, al aplicar el presente aspecto de la invención, tal desplazamiento podrá corregirse según se

105. vé en la Fig. 1, incluyendo en serie con dicha resistencia de anodo una inductancia L_{A1} derivada por una resistencia R_{A1} (un condensador podrá ser insertado en serie con la inductancia L_{A1}, si se desea, para corregir la desviación de fase en el circuito entre el anodo de

110. esta válvula y la rejilla de la próxima); y/o por la inserción de una inductancia A_{L1} según ilustrada en la Fig. 2 entre el anodo de la válvula V₁ y el condensador de acoplamiento (no mostrado) con la rejilla de la próxima etapa. En general uno solo de estos expedientes

115. se adoptará en cualquier caso, pero es posible emplearlos en combinación. Las restantes etapas de amplificación que no se muestran en detalle sobre las Figs. 1 y 2, pero que están incluidos en el bloque V₂₃, son conectadas similarmemente y el voltaje de la contra-alimentación

120. negativa tomads de un potenciómetro, abastecido desde

14 JUN



- 5 -

la última etapa. es suministrado para atrás, por ejemplo a la rejilla de la primera etapa V1 por un alambre FB y la impedancia de admisión IP. Este potenciómetro será preferiblemente (en acordancia con el segundo aspecto de esta invención, que describiremos más adelante) del tipo de resistencia-reactancia.

El primer aspecto de la invención puede aplicarse de manera similar incorporando una red conveniente de corrección de fase entre el secundario de cada transformador, en un amplificador acoplado con transformadores, y el circuito rejilla-catodo dentro del cual suministra.

En todos los casos las redes correctivas de fase son tales que los voltajes desarrollados en cada dos rejillas sucesivas están tan aproximadamente como posible en fase (o 180° fuera de fase) a través de todo el alcance de frecuencia requerido.

Otro defecto teniendo todavía su causa en los fenómenos del calado de fase, se presenta en los amplificadores conocidos. Vamos a considerar otra vez el caso de un amplificador ordinario de tres etapas con acoplamiento resistencia-capacidad provisto de contra alimentación aplicada de la manera usual desde el rendimiento a la admisión. Cada una de las válvulas introduce, naturalmente, un calado de fase substancialmente de 180° y por lo tanto (tomando el caso en que la retro-alimentación negativa es aplicada directamente a través del amplificador, es decir desde el anodo de la última válvula a la rejilla de la primera) la fase del voltaje de la contra-alimentación en la rejilla de la primera válvula será en 180° diferente de la de admisión en la misma rejilla. En cualquiera combinación de condensador de rejilla con dispersión rejillada, empero, la fase del voltaje del potencial el (aquel que atraviesa la resistencia) conducirá el voltaje de admisión e₀ y su amplitud será inferior a la amplitud de admisión por



doquiera en el alcance de frecuencia sobre el cual la impedancia del condensador es comparable a la de la resistencia. Cuantitativamente podemos escribir

$$e_1 = e_0 A \angle \theta$$

160. donde

$$A = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{1}{\omega T}\right)^2}}$$

$$\theta = \tan^{-1} \cdot \frac{1}{\omega T}$$

y

165. $T = RC$ donde R es la resistencia y C la capacidad.

Al reducirse la frecuencia, disminuye A mientras que θ (la desviación de fase) aumenta. Para un amplificador en tres etapas de acoplamiento resistencia-capacidad, en el cual T es el mismo en cada etapa, la relación

170. entre el voltaje de efecto (e) y el voltaje absorbido (e_0), teniendo en cuenta las redes resistencia-capacidad, únicamente viene a ser

$$e = e_0 A^3 \angle 3\theta$$

mientras que el efecto desde el amplificador, habida

175. cuenta de las válvulas y asumiendo que funcionan bajo idénticas condiciones, es $-e_0 m^3 A^3 \angle 3\theta$ donde $-m$ es la magnificación por válvula. Si θ es 60° (no puede exceder de 90° habrá por dicha causa una desviación total de fase de 180° en el amplificador y, para la

180. frecuencia correspondiente a este estado, la reconducción o contra-alimentación es positiva, es decir una que favorece la generación de oscilación, aumentando considerablemente el efecto a esta frecuencia, y si la amplificación y el coeficiente de la retro-alimentación son

185. bastante grandes, podrá ocurrir una auto-oscilación a esta frecuencia.

La presente invención puede aprovecharse para evitar dichos defectos y este objetivo puede conseguirse de acuerdo con una segunda particularidad de la invención,

190. asociando una adecuada reactancia de calado de fase con



el circuito de la retro-alimentación, v.g. tomando el voltaje del contra-suministro de un potenciómetro de resistencia-reactancia de modo que se introduce en el voltaje retro-alimentado la corrección de fase requerida. Las Figs. 1 y 2 ilustran también la aplicación de esta faceta de la invención a un amplificador de acoplamiento resistencia-capacidad. En la Fig. 1 el voltaje de la retro-alimentación se deriva convenientemente de un punto de bifurcación T en la porción resistiva de un potenciómetro comprendiendo la resistencia FBR y la capacidad FBC en serie dispuestas de manera que el paso generador del voltaje de retro-alimentación incluya la capacidad, conectándose el potenciómetro efectivamente en paralelo con la resistencia anódica de la última etapa. Como resultas, este voltaje de retro-alimentación se desplazará en fase para quedar rezagado detrás del voltaje efectivo y aumentará cuando descienda la frecuencia. Tanto el punto de bifurcación en la resistencia como el elemento capacitativo en el potenciómetro pueden ser ajustables (según indicado en la Fig. 1) y si se desea los ajustes podrán agenciarse para comprobación única ya sea continua ya intermitente.

Hasta ahora el segundo aspecto de la invención ha sido descrito en aplicación a la prevención de dificultades en el extremo de baja frecuencia del espectro, que es el caso corriente. Pero cuando se imponga una corrección en el extremo de mayor frecuencia, la referida faceta de la invención podrá aplicarse exactamente de la misma manera, excepto que se sustituirá al condensador FBC una inductancia (pudiendo ésta también completar al condensador) en la red de corrección de fase de la retroalimentación. La Fig. 2 muestra una disposición en la cual existe lo mismo una inductancia como un condensador, estando estos elementos marcados FBL y FBC respectivamente. Igualmente, como se comprenderá,



aunque en las redes correctivas de fase se hayan exhibido condensadores e inductancias simples, se podrán utilizar redes más complejas. Sucesivamente, la segunda faceta de esta invención no está limitada en su aplicación

230. a los amplificadores de baja frecuencia, ni a amplificadores con cualquier número particular de etapas, como tampoco a los amplificadores de acoplamiento resistencia-capacidad, ni a amplificadores del tipo de retro-alimentación potencial. Por ejemplo, es obvio que el segundo aspecto

235. de esta invención es aplicable a los amplificadores retro-acoplados corrientes, o amplificadores de retro-acoplamiento "puente" como se llaman.

Evidentemente, el arriba descrito segundo aspecto de la invención no es adecuado para el caso de un

240. amplificador que utiliza una red dependiente de una sola frecuencia o de un amplificador donde existe una sola red con tendencia a restringir el rendimiento del amplificador, v.g. por lo que respecta a la característica de frecuencia. Poniendo el caso, por vía de ejemplo,

245. de un simple amplificador de acoplamiento resistencia-capacidad en una sola etapa, con el condensador de acoplamiento rejillar, dispersión de rejilla y resistencia anódica usuales. Con semejante etapa, al disminuir la frecuencia, el efecto a través de una carga resistiva

250. en el circuito anódico conducirá progresivamente la absorción en fase y se reducirá progresivamente en amplitud. Si, por lo tanto, se aplica la retro-alimentación negativa como de costumbre sin calado de fase respecto al voltaje potencial, el amplificador persistirá

255. en acusar las mismas características desagradables, aunque haya quedado extendido el alcance de frecuencia sobre el cual el efecto permanece (hasta determinado grado de aproximación) constante. Merced a una tercera particularidad de esta invención se evita dicho defecto

260. por la introducción de una corrección de fase en la

14 JUN.



- 9 -

retro-alimentación realizándose incidentalmente otras ventajas, singularmente la eliminación o reducción de la variación de fase entre los voltajes de absorción y de efecto en un gran alcance de frecuencia, y la

265. facultad de utilizar , sin disminución seria en la ganancia, un mayor grado de retro-alimentación negativa (consiguiéndose de esta manera una mejor rectilinealización) del que contrariamente sería posible. La referida tercera faceta o ventaja de la invención se lleva a efecto

270. haciendo uso de lo que podríamos llamar una unidad "reflector~~a~~ de fase".

Si una resistencia R y un condensador C se alimentan en serie, a través de una resistencia elevada, desde un potencial de frecuencia variable, el

275. voltaje a través de la combinación RC aumentará y su fase quedará progresivamente rezagada detrás de la de la absorción al reducirse la frecuencia. En el caso de un simple amplificador de acoplamiento resistencia-capacidad últimamente descrito, el voltaje

280. de retro-alimentación, al objeto de compensar las deficiencias del amplificador, considerado sin retro-suministro, queda ciertamente solicitado al aumento en amplitud cuando se reduce la frecuencia, pero al mismo tiempo existe la necesidad de que tenga un ángulo de

285. fase progresivamente directivo (no rezagante). Esta exigencia se satisface al realizar la tercera faceta de esta invención, girando la fase de la componente reactiva en 180°, v.g. derivando el voltaje en la retro-alimentación desde un potenciómetro en el cual se obtiene la caída

290. del voltaje resistivo dependiente del potencial del amplificador, como asimismo se obtiene una caída de voltaje capacitativo con fase invertida dependiendo igualmente del efecto del amplificador. Los medios para invertir la fase de la caída del voltaje capacitativa

295. pueden definirse como unidad "reflectiva de fase".

14 JUN



- 10 -

La Fig. 3 muestra un circuito incorporando el tercer aspecto de esta invención aplicado a un simple amplificador con acoplamiento resistencia-capacidad, en una sola etapa, como se le acaba de describir. Ahí,

300. una resistencia PRR_1 está conectada mediante un condensador de bloqueo K1 al anodo de la válvula V1 y el otro extremo de esta resistencia se conecta a través de una capacidad PR1 al catodo de la válvula, de modo que los elementos PRR_1 y PR1 conectados en serie se encuentran en derivación,

305. (por medio del condensador bloqueador K1) a través de la resistencia anódica usual AR1 y del manantial de anodo (no mostrado). El voltaje a través de la capacidad PR1 se aplica por medio de un condensador de acoplamiento rejillar C2 entre la rejilla y el

310. catodo de una válvula V2 reversiva de la fase, teniendo una dispersión rejillar GR2 entre su rejilla y el catodo. Otra resistencia PRR_2 tiene un terminal conectado al extremo anódico de la resistencia PRR_1 y el otro terminal conectado por medio del condensador bloqueante K2

315. al anodo de la válvula V2 de reversión fásica, estando dicho anodo conectado a su catodo mediante una resistencia AR2 en serie con el manantial anódico. El voltaje de la retro-alimentación negativa se conduce desde el punto de juntura de los elementos PRR_2 y K2 por el conductor

320. FB y la impedancia de toma IP hasta a la rejilla de la válvula V1. Si se desea, una alta resistencia HR (mostrada en líneas quebradas) podrá conectarse entre dicho punto de juntura y la tierra (el punto catódico común). Ambas resistencias PRR_1 y PRR_2 son de gran valencia y la

325. constante de tiempo, proporcionada por el condensador acoplante C2 y la dispersión rejillar GR2 de la válvula V2 de reversión de la fase, debiera ser larga.

Con semejante disposición, el voltaje de retro-suministro es aquel que pasa, por la resistencia AR2 y se

330. computa de la suma vectorial de la fracción del voltaje



potencial desarrollado en dicha resistencia AR2, por el
rendimiento que dá la válvula V1 de ampliación y el voltaje
desarrollado por el potencial desde la válvula V2, reversora
de la fase, siendo el último voltaje uno idem ampliado,
335. de reversión de fase, desde la capacidad PRCl. Al utilizar,
como la válvula de reversión de la fase, una válvula
variable multi-electródica y comprobando su rendimiento
de cualquier manera consabida, la constante del tiempo
efectivo, del circuito de la retro-alimentación, podrá
340. ser variada a voluntad. Asimismo la capacidad PRCl puede
ser variable según indicado y también podrá ser modificable
la resistencia. Donde se haya provisto una pluralidad
de ajustes, éstos podrán controlarse solidariamente.

En los casos que requieran una corrección al
345. terminal de alta frecuencia del espectro, una inductancia
podrá sustituir (o completar) la capacidad PRCl y asimismo
los elementos reactivos simples podrán reemplazarse, de
ser conveniente, con redes complejas. El tercer aspecto
de esta invención no se limita, en su aplicación, a los
350. amplificadores funcionando con alcance determinado de
frecuencia.

Aunque, para la conveniencia de la descripción,
la invención ha sido expuesta como involucrando tres
facetas separadas, las cuales han sido referidas separa-
355. damente, se observará que básicamente los tres aspectos
son muy estrechamente similares, relacionándose todos
con la corrección de defectos originados por calados
indeseables de fase en los amplificadores de retro-
acoplamiento negativo, consistiendo todos estos aspectos
360. o facetas esencialmente en la provisión de medios para
compensar la desviación de fase.

Habiendo descrito detalladamente la invención,
puesto de relieve su naturaleza y explicado la manera
de su realización, formulamos la siguiente:

14 J



- 12 -

365.

N O T A.

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de llevarlo a cabo en la práctica, se hace constar que las disposiciones anteriormente descritas son susceptibles de ligeras modificaciones de detalle, sin que por ello se altere el principio fundamental del invento. También se hace constar que dicho invento corresponde a una patente presentada en Inglaterra con fecha 14 de Junio de 1938, bajo el Nº 17.726, acogiéndose por lo tanto, a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita patente de invención, por veinte años en España: "Perfeccionamientos en los amplificadores de tubo a descarga de electrones y mejoras relacionadas con los mismos"; caracterizándose por lo siguiente:

1º.- Amplificador de tubo de descarga de electrones con aplicación de retro-alimentación negativa desde la toma de la corriente hasta al potencial de la misma, para corregir la distorsión no-rectilínea en el tubo, caracterizándose el amplificador por la provisión de medios para corregir el calado de fase que ocurre en el mismo.

2º.- Amplificador según la reivindicación 1ª, caracterizado por tener una red correctiva de la fase en su circuito rejillar.

3º.- Amplificador según la reivindicación 2ª, caracterizado porque la red lleva la resistencia y la capacidad en paralelo.

4º.- Amplificador según la reivindicación 3ª, caracterizado porque la inductancia está montada en serie con la capacidad.

5º.- Amplificador según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por comportar una red correctiva de fase en su circuito anódico.

6º.- Amplificador según la reivindicación 5ª,

14 JUN.



- 13 -

caracterizado porque la red correctiva de fase, en el circuito del anodo, incluye una inductancia en serie con la impedancia anódica normalmente prevista.

7º.- Amplificador según la reivindicación 6ª,
405. caracterizado porque la inductancia está derivada por una resistencia.

8º.- Amplificador según cualquiera de las reivindicaciones 5ª o 6ª, caracterizado por haberse provisto un condensador en serie con la inductancia.

410. 9º.- Amplificador según la reivindicación 5ª, caracterizado porque la red, para la corrección de la fase en el circuito anódico, presenta una inductancia en serie en el conductor del potencial desde el anodo.

10º.- Amplificador de tubo descargador de
415. electrones llevando aplicada una retro-alimentación negativa, desde el potencial hasta al consumo del amplificador, para corregir en el mismo la distorsión no-rectilínea, caracterizado porque una reactancia de desviación de la fase vá asociada con el circuito
420. del contra-suministro, al propósito especificado.

11º.- Amplificador según la reivindicación 10, caracterizado porque el voltaje de retro-alimentación es tomado de un potenciómetro resistencia-reactancia.

12º.- Amplificador según la reivindicación 11ª,
425. caracterizado porque el potenciómetro comporta la resistencia y la capacidad en serie.

13º.- Amplificador según las reivindicaciones 11ª o 12ª, caracterizado porque el potenciómetro lleva montadas en serie la resistencia y la inductancia.

430. 14º.- Amplificador de tubo descargador de electrones empleando únicamente una red tributaria de una sola frecuencia, o donde existe meramente una sola red con tendencia a restringir el resultado del amplificador, llevando aplicada una retro-alimentación negativa desde
435. su absorción de corriente hasta a su rendimiento para

14 JUN



- 14 -

corregir la distorsión no rectilínea en el mismo, caracterizado por la provisión de medios correctivos de la fase en el circuito del contra-suministro.

15º.- Amplificador con acoplamiento resistencia-
440. capacidad según la reivindicación 14ª, caracterizado porque el voltaje de la retro-alimentación es derivado de un potenciómetro en el cual se obtiene la caída de voltaje resistiva dependiente del efecto del amplificador, lográndose también la caída de voltaje capacitativa de
445. la reversión de fase, igualmente en dependencia del efecto que rinde el amplificador.

16º.- Amplificador según se ha reseñado anteriormente e ilustrado en cualquiera de los dibujos que se acompañan.

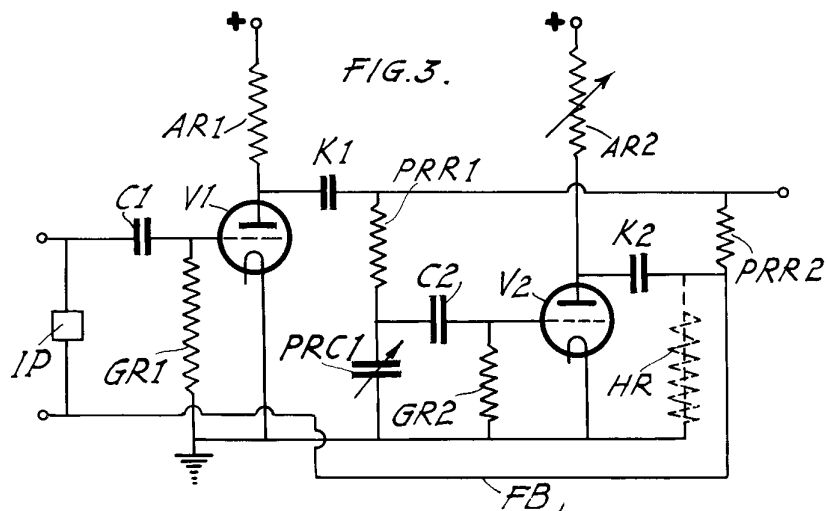
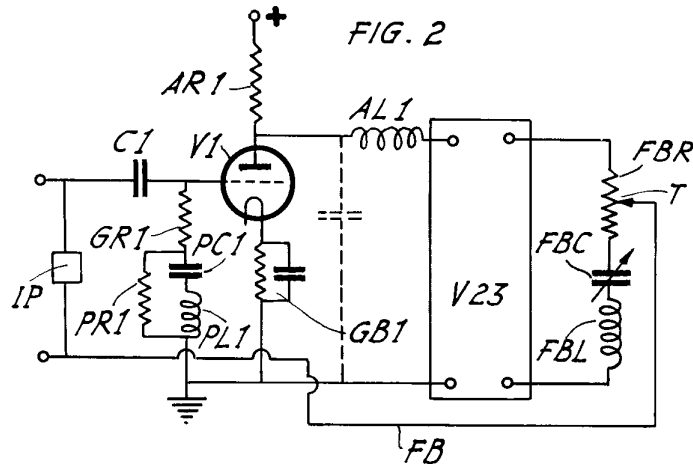
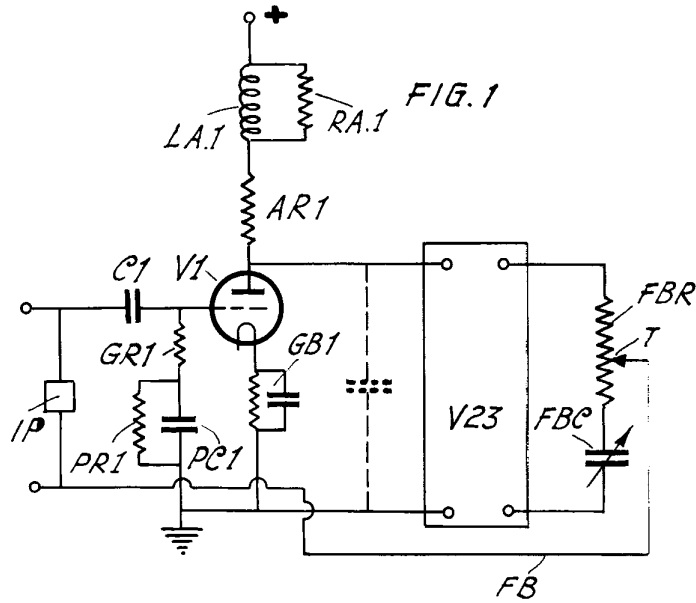
450. 17º.- "Perfeccionamientos en los amplificadores de tubo a descarga de electrones y mejoras relacionadas con los mismos"; tal y como queda substancialmente descrito en la presente memoria e ilustrado en los dibujos que se acompañan.

Esta memoria consta de catorce hojas escritas por una sola cara.

Madrid, 14 de Junio de 1939.

MARCONI'S WIRELESS TELEGRAPH COMPANY LIMITED.

P.F. de Juan Gómez Acebo.



MADRID 14 JUNIO DE 1939
AÑO DE LA VICTORIA.
MARCONI'S WIRELESS TELEGRAPH
COMPANY LIMITED.
P.P. JUAN GOMEZ ACEBO.

17726-38