

23 DIC. 1974

P.- 58.637

File F22106-Spain

430657

MEMORIA DESCRIPTIVA

H04B

para solicitar PATENTE DE INVENCION por VEINTE años

a nombre de GENERAL PUBLIC UTILITIES CORPORATION

entidad norteamericana

establecida en 8<sup>U</sup> Pine Street, Nueva York, Nueva York  
10005, Estados Unidos de América.

por: "UN APARATO PARA LA COMUNICACION POR LINEAS DE TRANS-  
PORTE DE ENERGIA"

(Clase Internacional H04b, 4041)

23.11.74

- 1 -

### Antecedentes del invento

El presente invento está relacionado en general con las comunicaciones por líneas de transporte de energía y, más particularmente, concierne a nuevos aparatos y técnicas para las comunicaciones por líneas de transporte de energía y a través de transformadores de distribución, a fin de facilitar unos sistemas automáticos de lectura que sean económicamente viables.

Típicamente, la lectura de los contadores de las compañías de servicios públicos se lleva a cabo mediante un lector de contador, que periódicamente lee y anota la lectura de contador en el emplazamiento de cada usuario. Cuando los contadores están instalados dentro de un edificio y no se dispone de ninguna persona que deje entrar al lector de contador, se omite la lectura de contador correspondiente a este periodo. El lector de contador puede dejar una tarjeta postal dirigida a la compañía de servicios públicos, en la que se dan instrucciones para que el propio usuario lea el contador, anote la lectura en la tarjeta postal y mande ésta por correo a la compañía de servicios públicos. Alternativamente, la compañía de servicios públicos puede estimar el consumo de este periodo basándose en las lecturas anteriores. Ambas soluciones están sujetas a imprecisiones. Además, incluso en los sistemas en que el contador está instala-

do en el exterior y el lector de contador siempre tiene acceso a él, la obtención manual de lecturas y la conversión manual de estas lecturas para su tratamiento automático son costosas y requieren tiempo.

5 De acuerdo con lo anterior, se han propuesto un cierto número de sistemas automáticos para lectura de contadores. Un concepto implica el uso de líneas telefónicas para transportar los datos. Otro se basa en la instalación de transmisores-receptores en cada emplazamiento  
10 de usuario, con un avión sobrevolando la zona para interrogar a los transportadores (o emisores-receptores accionados por un pulsor) de cada emplazamiento de usuario a través de los transmisores-receptores. Todavía otro concepto contempla la utilización de líneas de transporte  
15 de energía para comunicar datos, pero con enlaces caros que puentean cada transformador de distribución. Una desventaja común a todos estos sistemas es su elevado coste.

20 De acuerdo con lo anterior, un objeto importante de este invento es proveer un sistema perfeccionado de comunicación por línea de transporte de energía.

Otro objeto del invento es lograr el objeto precedente con un sistema de comunicación relativamente económico en el que los datos se transmiten a través de  
25 transformadores de distribución.

Otro objeto más del invento es lograr el objeto precedente con unos transmisores y receptores económicos y fiables.

#### Resumen del invento

5

De acuerdo con el invento, se ha descubierto que es posible y práctico transmitir datos por líneas de transporte de energía y a través de transformadores de distribución sin necesitar extremados niveles de energía. Se ha averiguado que se puede transmitir información utilizando señales de audiofrecuencia, preferiblemente de una frecuencia suficientemente alta para que quede fuera del margen de frecuencia de los armónicos de frecuencias de línea de transporte de energía con amplitudes significativas y suficientemente baja para que no sean atenuadas en exceso cuando pasen por el transformador de distribución o por otros elementos del sistema de transmisión por línea de transporte de energía. Un margen aceptable de frecuencias es el comprendido entre 1KHz y 20KHz, siendo un valor preferido uno del orden de 5KHz. Se ha observado que es importante utilizar un transmisor que presente una baja impedancia de fuente a la frecuencia de comunicación que interese, sin

10

15

20

sobrecargar al mismo tiempo la línea de transporte de energía. Los medios de recepción de acuerdo con el invento incluyen unos medios de filtro de paso alto para dejar pasar la frecuencia de señal de comunicación mientras que se atenúan apreciablemente las señales que tengan componentes de espectro por debajo de la frecuencia de señal de comunicación.

Breve descripción del dibujo

Otras numerosas características, objetos y ventajas del invento resultarán evidentes a partir de la siguiente memoria descriptiva, leída en unión del dibujo adjunto, en el que:

Las figuras 1 a 4 son diagramas esquemáticos de circuito de ejemplos de transmisores para comunicación por una línea de transporte de energía;

La figura 5 es un diagrama de bloques que ilustra la disposición lógica de un receptor adecuado;

La figura 6 es un diagrama esquemático de circuito de un filtro apropiado de paso alto en un ejemplo de ejecución; y

La figura 7 representa gráficamente los voltios-amperios del transmisor en función de la frecuencia, para producir un nivel de señal de 100 microvoltios a la entrada de un receptor situado a 2.473 metros del trans-

misor, en diversos instantes del día.

Descripción detallada de ejecuciones preferidas

5 Refiriéndose ahora al dibujo y, más particularmen-  
te, a la figura 1, se mostrará un diagrama esquemático  
de circuito de una ejecución de transmisor de acuerdo  
con el invento. Un oscilador, u otra fuente apropiada  
11 de señal de tono, activa la entrada de un amplifica-  
dor convencional 12 de audiofrecuencia, cuya salida está  
10 acoplada a la línea de transporte de energía a través de  
un enchufe macho normal 13 para corriente alterna, un  
transformador 14, una resistencia 15 y un condensador 16,  
con los correspondientes valores de parámetros que se  
han indicado. El transformador 14 presenta en su secunda-  
15 rio una impedancia que es 0,01 veces la impedancia de sa-  
lida del amplificador 12. Así, si el amplificador 12  
tiene una impedancia de salida de 4 ohmios, la impedan-  
cia presentada en el secundario del transformador 14 es  
0,04 ohmios.

20 La resistencia 15 de 27 ohmios y el condensador  
16 de 0,47 microfaradios proporcionan un camino de im-  
pedancia relativamente baja para las señales de frecuen-  
cias proporcionadas por la fuente 11, mientras presentan  
una impedancia relativamente alta a la línea de trans-  
25 porte de energía. Un amplificador transistorizado de po-

tencia, Dynaco Modelo 12A, de alta fidelidad, capaz de entregar 60 vatios a una carga de 8 ohmios, acopla la energía a la línea de transporte de energía con el circuito de la figura 1.

5           Refiriéndose a la figura 2, se muestra en ella otra ejecución del invento que acopla de un modo más eficiente la energía a la línea de transporte de energía. El transformador 14' tiene una relación de espiras entre el primario y el secundario de 2:1. Los condensadores 16' y 17' se han seleccionado de manera que entren en resonancia sustancialmente con las inductancias de primario del transformador 14' a la frecuencia de la fuente 11, a fin de acoplar la energía de un modo más eficiente a la línea de transporte de energía.

10           Refiriéndose a la figura 3, se muestra en ella todavía otra ejecución del invento en la que se ha eliminado el condensador 17, se ha añadido la inductancia en serie 18 en el lado de línea del transformador 14' y se ha sustituido el condensador 16' por el condensador variable 16". El condensador 16" está sintonizado para la corriente de señal de pico a la frecuencia de trabajo suministrada por la fuente 11. La inductancia 18 con núcleo de aire desarrolla, en las condiciones de resonancia, una tensión en sus bornes suficiente para impedir que se sature el núcleo del transformador 14'. Con ello se

mantienen las pérdidas en el núcleo en valores relativamente bajos y el acoplamiento bueno. Esta ejecución del invento producía más de 15 voltios-amperios de señal en la línea de transporte de energía.

5            La figura 4 muestra una ejecución preferida del invento en que el amplificador 12' tiene una impedancia de salida muy baja y es capaz de entregar 200 vatios a 0,625 ohmios cuando está conectado a la toma de 0,625 ohmios en el amplificador 12'. La inductancia 18' está  
10            conectada en serie entre la salida del amplificador 12' y el condensador 16'' cuando la frecuencia suministrada por la fuente 11 es menor de 2KHz; para frecuencias superiores a 2KHz, hay una conexión directa entre la salida del amplificador 12' y el condensador 16''. Una derivación 23 de corriente está conectada en serie entre  
15            el terminal común 25 del amplificador 12' y la otra línea 25' de transporte de energía, para desarrollar una tensión representativa de la corriente entregada a la línea de transporte de energía, que se puede medir de una forma  
20            conveniente. Un generador 21 de impulsos acciona el conmutador electrónico 22 de tal manera que se transmiten aumentos bruscos de impulsos de tono cuando el brazo del conmutador 24 está conectado a la salida del conmutador electrónico 22. El generador 21 de impulsos puede  
25            representar una fuente de información codificada que se

va a transmitir, transportada mediante un código apropiado de acuerdo con técnicas bien conocidas.

La figura 5 muestra un diagrama de bloques que ilustra la disposición lógica de un receptor acoplado a la línea de transporte de energía. La señal emitida por el transmisor es transportada por la línea 29 de 2.400 voltios y acoplada a través de un transformador reductor 31 a la línea 30 de 110 voltios. La señal pasa por unas cajas principal y auxiliar de fusibles 32 y 33, respectivamente, a una regleta de alimentación 34 a 110 voltios y por un filtro 35 de paso alto a un detector 36. El detector 36 puede comprender, por ejemplo, un analizador de espectro o filtro de tono seguido de un rectificador u otro circuito apropiado para discriminar entre la presencia y la ausencia de una señal de la frecuencia suministrada por la fuente 11.

La figura 6 muestra un diagrama esquemático de circuito de un filtro apropiado 35 de paso alto que comprende una red escalonada RC de cuatro secciones, siendo los valores de capacidad y resistencia para cada sección típicamente de 0,01 microfaradios y 10 kilohmios, respectivamente. El transformador 51 de salida funciona como un transformador de aislamiento de línea, para fines de seguridad. El filtro 35 de paso alto ayuda a impedir la sobrecarga de los circuitos del detector que sigue,

que podría ocasionarse por la señal de energía a 60 Hz en la línea y por los armónicos de la misma.

Se ha descubierto que los transformadores de distribución pueden transmitir frecuencia de señales de audiofrecuencia con información significativa dentro del margen de frecuencia de 60 Hz a 20 KHz sin distorsión o atenuación excesivas. Un análisis de los parámetros que caracterizan a un transformador de energía apoya esta conclusión. Un transformador de energía está diseñado para transferir energía de un modo óptimo a la frecuencia nominal o de la red, de 60 Hz. Un transformador puede caracterizarse por una capacidad efectiva de acoplamiento  $C_c$  que abarca las capacidades en derivación  $C_p$  y  $C_s$  del primario y secundario del transformador, respectivamente, las inductancias de fugas en serie del primario y secundario  $L_p$  y  $L_s$ , respectivamente, las resistencias de los devanados del primario y secundario  $R_p$  y  $R_s$ , respectivamente, y una resistencia efectiva  $R_c$  de pérdidas en el núcleo. Esta resistencia de pérdidas en el núcleo deriva de un modo efectivo las inductancias de los devanados del primario y secundario. Se ha descubierto que existe un margen de audiofrecuencia en un transformador de distribución, dentro del cual la reactancia presentada por las capacitancias en derivación  $C_p$  y  $C_s$  es suficientemente alta para que las señales de audiofrecuencia del lado

del primario del transformador lleguen al lado del secundario del transformador. Este hecho se debe a que las señales del lado del primario producen una corriente magnetizante en el devanado del primario que se acopla al devanado del secundario, o bien en forma inductiva o bien a través de la capacitancia en paralelo  $C_c$ , o de las dos maneras. Si la audiodfrecuencia es demasiado elevada, la impedancia efectiva presentada por las capacitancias en derivación  $C_p$  y  $C_s$  cortocircuita efectivamente la entrada al transformador e impide que pase por el transformador una señal apreciable. Además, la capacidad entre las líneas de transporte de energía ayuda a puentear la energía de alta frecuencia.

Mediante un programa de investigación que incluía ensayos in situ, se ha descubierto que se pueden establecer comunicaciones prácticas de acuerdo con los principios del invento en una distancia de 2.743 metros en un margen de frecuencia de 1 KHz a 20 KHz, siendo la frecuencia óptima del orden de 5 KHz.

La figura 7 es una representación gráfica a escala logarítmica de una determinación experimental de los voltios-amperios requeridos en el transmisor en función de la frecuencia para producir una señal de receptor de 100 microvoltios en un receptor instalado a 2.743 metros de distancia. Se requiere una potencia mucho menor si las

comunicaciones se producen en las primeras horas del día, después de medianoche. De acuerdo con un aspecto del invento, se establecen las comunicaciones por línea de transporte de energía en las primeras horas del día, cuando la utilización de energía es mínima. El requisito de menor potencia se debe a una serie de razones. En primer lugar, al disminuir la carga en las líneas de transporte de energía después de medianoche se obtiene una impedancia más alta de línea de transporte de energía, por lo que una corriente determinada produce una tensión más elevada en bornes de la línea. En segundo lugar, hay muchas subcentrales de energía que tienen condensadores de corrección del factor de potencia que se eliminan de las líneas de transporte de energía durante las primeras horas del día, cuando se está utilizando menos energía y, por tanto, se requiere una corrección menor del factor de potencia. Esta eliminación de condensadores también ayuda a elevar la impedancia de la línea de transporte de energía.

También se ha descubierto que la frecuencia de señal de comunicación debe tener un valor tan bajo como sea práctico para disminuir los efectos de las variaciones en la carga del usuario, siendo al mismo tiempo suficientemente alta para que esté por encima del margen de armónicos significativos de la frecuencia de 60 Hz de línea

de transporte de energía.

La atenuación es también una función de la inductancia de fugas del transformador. Por tanto, es de desear que los transformadores de distribución tengan una inductancia de fugas tan baja como sea práctico. Los más recientes transformadores de distribución con devanados de chapa tienen menores inductancias de fugas e introducen menos atenuación. También se prefiere que se utilice en la subcentral un transformador sin carga para vigilar las señales que vuelven de los emplazamientos de los usuarios, a fin de reducir el efecto de las variaciones de carga del usuario como mínimo en cuanto a dicho transformador.

Como consecuencia de datos de ensayos empíricos, se ha descubierto que la frecuencia de señal para comunicaciones debe estar en el margen comprendido entre 1 KHz y 20 KHz, siendo la banda preferida la de 3 KHz a 8 KHz, y el valor óptimo a elegir el de 5 KHz.

También se prefiere que el régimen de transmisión sea hasta 60 bitios por segundo o menos, a fin de mantener bajos los requisitos de filtración del receptor mientras se permite el uso de una relación señal-ruido relativamente baja. Este régimen es suficiente para permitir que un solo controlador de central interrogue hasta 3.600 contadores por hora, con un ciclo de interrogación de 60 bitios.

Se han descrito un nuevo aparato y unas técnicas nuevas para la comunicación por líneas de transporte de energía y a través de transformadores de distribución, de un modo económico y fiable. Es evidente que los expertos en la técnica pueden hacer ahora numerosas utilizations, modificaciones y variaciones de las ejecuciones específicas descritas en la presente memoria sin apartarse de los conceptos del invento. Por consiguiente, se interpretará que el invento abarca todas y cada una de las características nuevas y de las nuevas combinaciones de características presentes en los aparatos y técnicas descritos en la presente memoria o que sean poseídos por los citados aparatos y técnicas, limitadas exclusivamente por el espíritu y alcance de las reivindicaciones adjuntas.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América el 4 de Octubre de 1973, bajo el número 403.512, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

- REIVINDICACIONES -

Los puntos de invención propia y nueva que se pre-

sentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

5 1ª.- Un aparato para la comunicación por líneas de transporte de energía que comprende: Una fuente de una señal de audiofrecuencia dentro del margen de frecuencia de 1KHz a 20KHz; Unos medios de amplificación de potencia acoplados a dicha fuente de señal para amplificación de potencia acoplados a dicha fuente de señal para amplificar  
10 dicha señal de audiofrecuencias; unos medios de pares de terminales de salida para conectarlos a una línea de transporte de energía; y unos medios para acoplar dichos medios de pares de terminales de salida a los citados medios de amplificación, estableciendo al mismo tiempo la impedancia de salida presentada por dichos medios de pares de  
15 terminales de salida dentro del margen de 0,1 a 4 ohmios dentro del mencionado margen de audiofrecuencia.

20 2ª.- Un aparato para la comunicación por líneas de transporte de energía de acuerdo con la reivindicación 1ª, en el que la impedancia de salida de dichos medios de amplificación de potencia es sustancialmente menor de 2 ohmios a la frecuencia de la señal suministrada por dicha fuente.

25 3ª.- Un aparato para la comunicación por líneas de transporte de energía de acuerdo con la reivindicación

1ª y que comprende además unas líneas primera y segunda de transporte de energía que transportan energía a la frecuencia de la red, conectadas a dichos medios de pares de terminales de salida.

5                   4ª.- Un aparato para la comunicación por líneas de transporte de energía de acuerdo con la reivindicación 3ª, y que comprende además, unos medios de detección acoplados a líneas lejanas de transporte de energía en un punto lejano, para detectar la señal suministrada por dichos medios de amplificación de potencia, y como mínimo un transformador de distribución de energía que interacopla dichas líneas lejanas de transporte de energía con las citadas líneas primera y segunda de transporte de energía, para transmitir a través  
10 del mencionado transformador la señal amplificada suministrada por dichos medios de amplificación de potencia.

15                   5ª.- Un aparato para la comunicación por líneas de transporte de energía.

20                   Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

25

Esta Memoria consta de diecisiete hojas escritas a máquina por una sola cara.

5

Madrid, 26.JUL.1976

P.A. Oscar de Elizaburu  
Por Poder



21-7-76  
AVS/JAR.

- 17 -

2-85-2

FIG. 1.

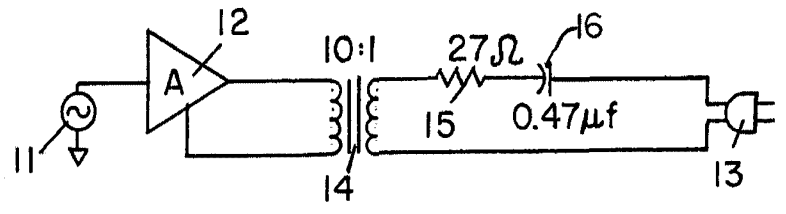


FIG. 2.

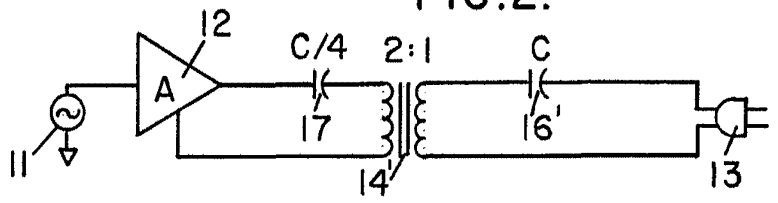
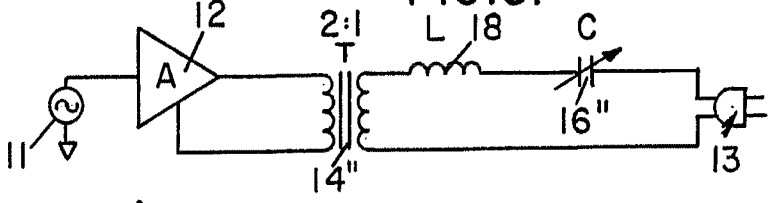
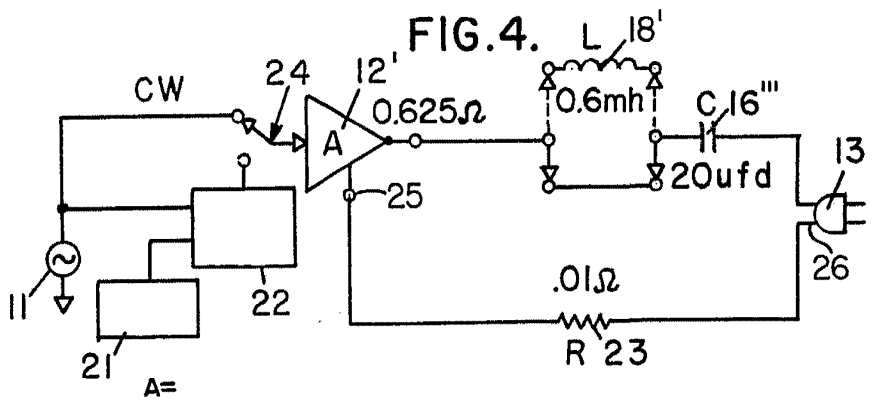


FIG. 3.



A:  
T:  
  
L:  
C

FIG. 4.



A=  
L=  
  
C=  
R=

Oscar de Elizaburu  
Por Poder.

408057

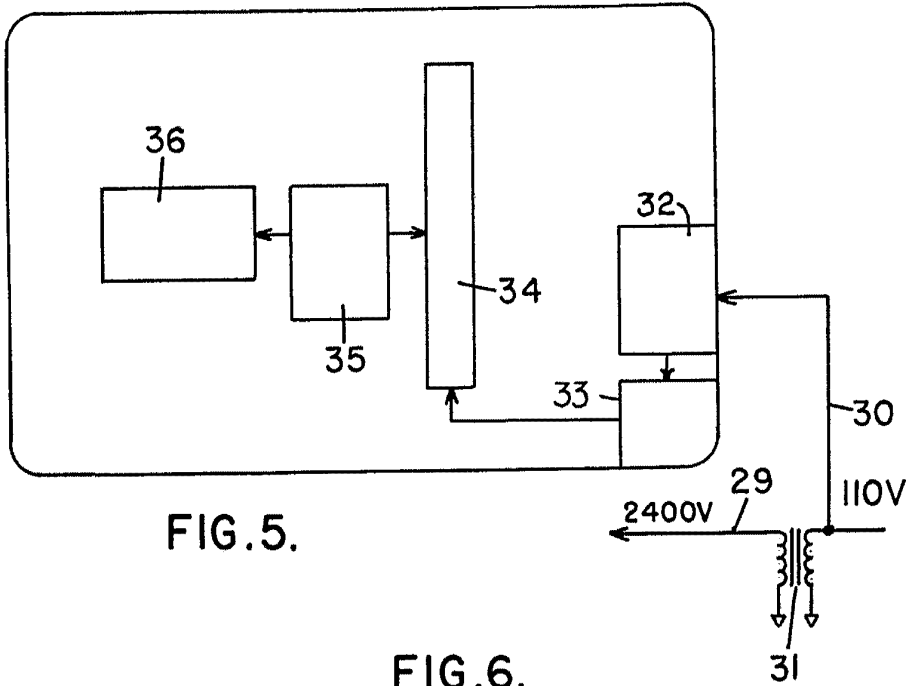


FIG. 5.

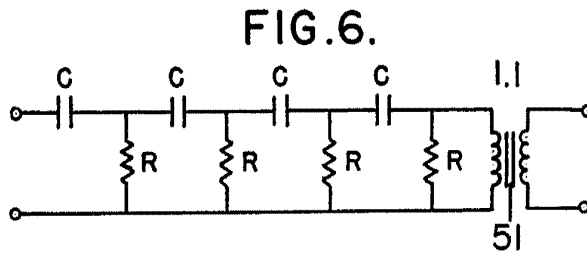
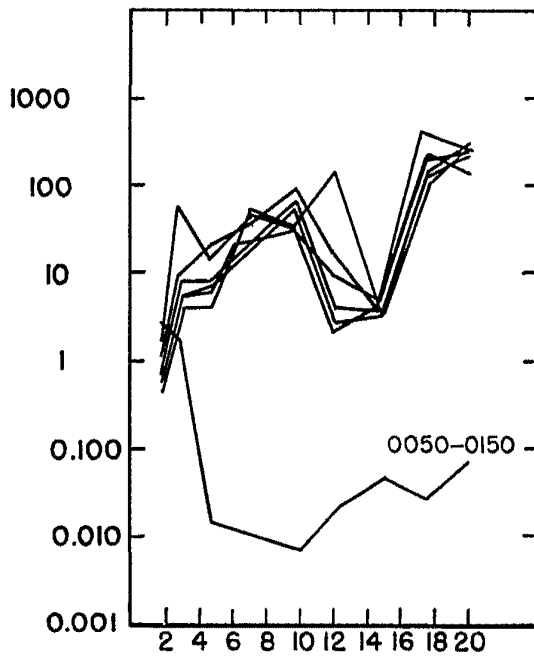


FIG. 6.

FIG. 7.



Oscar de Elizaburu  
Por Poder