

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 392 060**

51 Int. Cl.:

H04L 25/02 (2006.01)

H04B 3/54 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01939212 .5**

96 Fecha de presentación: **22.05.2001**

97 Número de publicación de la solicitud: **1208692**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.05.2002**

54

Título: **Red de comunicaciones de alta frecuencia sobre distintas líneas**

30

Prioridad:

23.05.2000 US 576981

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:

04.12.2012

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:

04.12.2012

73

Titular/es:

**WIRE21, INC. (100.0%)
200 NORTH STEWART STREET
THE PRESIDENTIAL SUITE
CARSON CITY, NV 89701, US**

72

Inventor/es:

ABRAHAM, CHARLES

74

Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 392 060 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Red de comunicaciones de alta frecuencia sobre distintas líneas.

ANTECEDENTES DEL INVENTO

5 El presente invento se refiere a un aparato de comunicaciones según ha sido definido en la parte del preámbulo de la reivindicación 1 independiente adjunta.

10 Las "Portadoras sobre líneas de Transporte de Energía Eléctrica" son bien conocidas en el campo de las comunicaciones sobre redes de distribución de energía por ejemplo por los documentos WO-A-98 40980, US-A-6014386, US-A- 5351272 y WO-A-99 31682. Los elementos principales de tales portadoras sobre líneas de transporte de energía son terminales de transmisión y recepción, que incluyen una o más trampas o atrapadores de línea, uno o más condensadores de acoplamiento, y un equipo de sintonización y acoplamiento. Una información detallada relativa a la descripción y composición típica de portadoras sobre líneas de transporte de energía convencionales puede ser también encontrada en el Manual de Fundamentos de Ingeniería Eléctrica y de Ordenadores Volumen II: Dispositivos y Sistemas de Control de Comunicación de John Wiley & Sons, 1983, págs. 616-627. Un problema significativo asociado con portadoras sobre líneas de transporte de energía de la técnica anterior es su exigencia o requerimiento de una o más trampas de línea, uno o más condensadores, uno o más transformadores de acoplamiento o circuitos híbridos de frecuencia portadora y cables de conexión de frecuencia.

20 Todos los acopladores tradicionales incorporan un transformador de núcleo de ferrita o de hierro que provoca la distorsión de la señal debido a la característica de fase no lineal de la función de transferencia entre el acoplador de transmisión y el acoplador de recepción. La distorsión es creada por la presencia de material de núcleo magnético que exhibe histéresis. Para portadoras de líneas de transporte de energía de distribución, la distorsión es particularmente severa debido a que la señal debe propagarse a través de al menos tres de tales dispositivos no lineales, el transformador de distribución y dos acopladores de línea de transporte de energía, que usan transformadores de núcleo de ferrita. La distorsión causada por los dispositivos no lineales conduce a la distorsión de retardo de la envolvente, que limita las velocidades de comunicación.

25 El inconveniente principal de los diseños previos ha resultado del uso de transformadores de núcleo de ferrita o hierro en los acopladores de señal. La inductancia del arrollamiento primario, L1, es alterada a algún valor desconocido debido a la no linealidad de núcleo. Esto da como resultado una falta de sintonía de la frecuencia portadora deseada. También, la impedancia del arrollamiento primario a la frecuencia de portadora deseada ya no se adapta a la impedancia características de línea de transporte de energía. En reconocimiento de este hecho, otros diseños intentan simplemente acoplar una señal sobre una línea de transporte de energía con una impedancia de entrada de transceptor baja utilizando un condensador de acoplamiento grande (aproximadamente de 0,5 µF). Esto da como resultado una pérdida de acoplamiento significativa de hasta 20 dB en la frecuencia portadora.

35 La solicitud de patente norteamericana nº 09/344.258 ("la solicitud '258") describe un nuevo acoplador de energía lineal de desfase, teléfono, par trenzado, y de línea coaxial tanto para la transmisión como para la recepción. El acoplador lineal de desfase comprende un nuevo transformador de núcleo de aire o de núcleo dieléctrico que puede ser usado para comunicación por línea telefónica, coaxial, LAN y sobre línea de transporte de energía a través de transformadores de línea de transporte de energía. El acoplador lineal de desfase comprende además una red de condensadores de acoplamiento asociados con el fin de conseguir una adaptación resistiva aproximadamente al menor valor conocido de la impedancia característica de línea y para maximizar la transmisión de señal estable sobre la línea. Esta resonancia crea efectivamente un filtro pasa bandas a frecuencia portadora.

40 Los diseños de la solicitud '258 han resuelto muchos de los problemas de los diseños previos que han utilizado acopladores de ferrita o de hierro que resonaban con la impedancia característica de la línea de transporte de energía, dando como resultado muescas, succiones y medios no lineales para comunicaciones sobre distintas líneas tales como líneas de transporte de energía. El acoplador lineal de desfase de la Solicitud '258 no tiene muescas en el ancho de banda de comunicaciones permitiendo, una comunicación lineal sobre una margen muy amplio de frecuencias.

45 Existe aún una necesidad, sin embargo, de un sistema de comunicaciones sobre líneas de transporte de energía capaz de transmitir y recibir simultáneamente señales de datos digitales utilizando frecuencias más altas (por ejemplo de 200 MHz - 500 GHz), permitiendo por ello la comunicación a altas frecuencias utilizando anchos de banda amplios y sobre distancias largas a través de líneas de transporte de energía y de transformadores de líneas de transporte de energía, incluyendo corriente alterna, corriente continua, cables coaxiales y líneas de par trenzado.

RESUMEN DEL INVENTO

Brevemente establecido, en una primera realización, el presente invento es un aparato de comunicaciones de acuerdo con las características de la reivindicación 1.

Otros detalles están descritos en las reivindicaciones dependientes.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

5 El resumen anterior, así como la siguiente descripción detallada de realizaciones preferidas del invento, serán mejor comprendidos cuando sean leídos en unión con los dibujos adjuntos. Con el propósito de ilustrar el invento, se han mostrado en los dibujos realizaciones que son actualmente preferidas. Debe comprenderse, sin embargo, que el invento no está limitado a las disposiciones e instrumentalizaciones precisas mostradas. En los dibujos, los números similares son utilizados para indicar elementos similares a lo largo de los mismos. En los dibujos:

La fig. 1 es una ilustración gráfica de la impedancia característica a la línea de transporte de energía del acoplador del presente invento.

10 La fig. 2 es un diagrama de bloques esquemático y de una red de área amplia de comunicación sobre línea de transporte de energía de acuerdo con el presente invento.

La fig. 3 es un diagrama esquemático de un modem de línea de transporte de energía semi-dúplex de acuerdo con el presente invento.

15 La fig. 4 es un diagrama esquemático de un modem de línea de transporte de energía dúplex completo de acuerdo con el presente invento.

La fig. 5 es un diagrama de bloques esquemático de un aparato de comunicaciones sobre línea de transporte de energía de acuerdo con el presente invento.

La fig. 6 es un diagrama esquemático de un modulador a una primera frecuencia para utilizar en el aparato de comunicaciones sobre línea de transporte de energía de la fig. 5.

20 La fig. 7 es un diagrama esquemático de un modulador a una segunda frecuencia para utilizar en el aparato de comunicaciones sobre línea de transporte de energía de la fig. 5.

La fig. 8 es un diagrama esquemático de un desmodulador a una primera frecuencia para utilizar en el aparato de comunicaciones sobre línea de transporte de energía de la fig. 5.

25 La fig. 9 es un diagrama esquemático de un desmodulador a una segunda frecuencia para utilizar en el aparato de comunicaciones sobre línea de transporte de energía de la fig. 5.

La fig. 10 es un diagrama esquemático de una interfaz de Ethernet para utilizar en el aparato de comunicaciones sobre línea de transporte de energía de la fig. 5.

La fig. 11 es un diagrama esquemático de un acoplador para utilizar en el aparato de comunicaciones sobre línea de transporte de energía de la fig. 5 a un primer conjunto de frecuencias;

30 La fig. 12 es un diagrama esquemático de un acoplador para usar en el aparato de comunicaciones sobre línea de transporte de energía de la fig. 5 a un segundo conjunto de frecuencias; y

La fig. 13 es un diagrama esquemático de una alimentación de corriente para utilizar en el aparato de comunicaciones sobre línea de transporte de energía de la fig. 5.

DESCRIPCION DETALLADA DEL INVENTO

35 El presente invento presenta perfeccionamientos en el acoplador lineal de desfase de la Solicitud '258. Se ha descubierto que utilizar frecuencias más elevadas (1-500 GHz) con un acoplador de núcleo de aire o de núcleo dieléctrico, produce mejor resultados debido a que tiene un ancho de banda más amplio y puede transmitir a otras distancias. Las señales de mayor frecuencia crearán un campo magnético alrededor de cualquier tipo de hilo o alambre y se desplazarán a lo largo de la superficie de una línea de transporte de energía como una onda magnética y transformadores de salto. Por ello la
40 transmisión de tales señales de alta frecuencia puede ser conseguida para largas distancias con ancho de banda amplio.

En un entorno controlado como un cable coaxial, una señal de alta frecuencia de 1 GHz o más se desplazará solo una corta distancia antes de desaparecer. Esto es debido a que un cable coaxial tiene una inductancia en serie L fija elevada y una capacitancia en paralelo C que da como resultado un fuerte filtro pasa bajos que puede eliminar señales de cualquier frecuencia a una cierta distancia. También, un cable coaxial solo puede crear un campo magnético pequeño alrededor del
45 conductor central debido a que está estrechamente apantallado.

Un entorno diferente es presentado por las líneas de transporte de energía, que no van simplemente de un punto a otro, sino que están en una configuración de estrella. Las líneas de transporte de energía no tienen valores de L y C fijos y por

ello la línea de transporte de energía es un filtro pasa bajos más débil que el cable coaxial. Las líneas de transporte de energía tampoco están apantalladas, y por ello el conductor de la línea de transporte de energía puede crear un campo magnético mayor alrededor del hilo o alambre que en un cable coaxial. Adicionalmente, la impedancia característica Z_0 de los cambios de las líneas de transporte de energía en el tiempo y en la posición y el número de hilos conectados entre sí también varía en distintos puntos en la red de distribución de energía. Por consiguiente, la propagación de campos electro/magnéticos a partir de las señales digitales hacia abajo a las líneas de transporte de energía no será eliminada y tales señales pueden desplazarse más que en el cable coaxial. Las señales de alta frecuencia también pueden saltar transformadores de líneas de transporte de energía, que son similares a un gran condensador en paralelo, sin mucha pérdida de intensidad de señal si se usa la adaptación a la línea de transporte de energía de acuerdo con el presente invento como se ha descrito aquí.

La importancia del acoplador del presente invento es que puede permanecer siendo un dispositivo de adaptación a la impedancia característica de la línea de transporte de energía. Como en la Solicitud '258, el acoplador del presente invento comprende un transformador de núcleo de aire o de núcleo dieléctrico y un condensador de acoplamiento, C_{eq} . Cualquier cambio de impedancia en el arrollamiento primario del transformador no se refleja mucho en el arrollamiento secundario del transformador y viceversa. Por ello, la única impedancia que será vista por la línea de transporte de energía es el arrollamiento primario en resonancia con el condensador C_{eq} . Tal resonancia en serie creará una impedancia baja, que será próxima a 1 ohmio. Cuando la frecuencia es aumentada, la impedancia aumentará también hasta aproximadamente 100-200 ohmios, dependiendo de qué impedancia es la mejor para adaptarse a la impedancia característica de la línea de transporte de energía, y cuanto ancho de banda se necesita.

Por ejemplo, la fig. 1 muestra la impedancia característica del acoplador a la línea de transporte de energía. Si la impedancia de la línea de transporte de energía es de 100 ohmios en F1 entonces una adaptación de 6dB desde el acoplador será desde 50 ohmios (F4) a 200 ohmios (F3), lo que cubrirá un ancho de banda amplio desde F3 hasta F4. En contraste, si la impedancia característica de la línea de transporte de energía es solo de 10 ohmios, la adaptación de 6dB será desde 5 a 20 ohmios, dando como resultado un ancho de banda menor. Bajar la impedancia puede dar como resultado una adaptación de ancho de banda más amplia en las líneas de transporte de energía de impedancia característica baja (por ejemplo, 10 ohmios).

Como se ha descrito en la Solicitud '258, una ventaja significativa del acoplador del presente invento es la linealidad de fase conseguida. Las líneas de transporte de energía tienen impedancias locales cada 66 cm (par de pies) a frecuencias diferentes. La mejor adaptación a la línea de transporte de energía puede ser conseguida utilizando componentes de inductancia (L) y de condensador (C) que no incluyen núcleos de ferrita y de hierro porque la línea de transporte de energía consiste de L y C. Además, ocurren reflexiones al final de cada línea indeterminada. Los acopladores con núcleo de ferrita y de hierro tienen auto-resonancias alrededor del ancho de banda de comunicaciones de interés. La auto-resonancia y la reflexión en las líneas de transporte de energía crean muescas variables en el ancho de banda. En contraste, la auto-resonancia del acoplador de núcleo de aire o de núcleo dieléctrico del presente invento es a una frecuencia más elevada que la banda de frecuencia de interés, y el acoplador de núcleo de aire se adapta a la impedancia característica local de la línea de transporte de energía. Por ello, las reflexiones no crean muescas en la banda de frecuencia de interés.

Una planitud de 6 a 10 dB de ancho de banda es conseguida utilizando el acoplador del presente invento para adaptarse a la línea de transporte de energía. Esta adaptación puede ser conseguida cuando la impedancia característica de la línea de transporte de energía está entre el margen de la mitad de la impedancia principal del acoplador y el doble de la impedancia principal del acoplador. Por ejemplo, la impedancia principal del acoplador oscilará desde 1 a 100 ohmios para la banda de frecuencia de 18-30 MHz. Asumiendo que la impedancia de la línea de transporte de energía es de 50 ohmios a 22 MHz y de 10 ohmios a 20 MHz, alrededor de 20 MHz tendrá una adaptación de 25 a 100 ohmios que cubrirá frecuencias entre aproximadamente 21 a 30 MHz. Asumiendo que la impedancia principal del acoplador a 20 MHz es de aproximadamente 20 ohmios, la adaptación se conseguirá desde 18 a aproximadamente 22 MHz. La adaptación total será desde 18 hasta 30 MHz de ancho de banda de 10 dB, y allí no habrá muesca.

Las líneas de transporte de energía tienen una impedancia típica de 50 a 100 ohmios para líneas subterráneas y de 100 a 500 ohmios para líneas aéreas. Sin embargo, disyuntores y subestaciones subterráneas con muchos alimentadores pueden crear una impedancia característica de línea de transporte de energía tan baja como de 1 ohmio en su ubicación. El acoplador está diseñado para acomodar la impedancia local más común de la línea de transporte de energía. Por ejemplo, si la impedancia característica de la línea de transporte de energía es de 80 ohmios, entonces puede conseguirse una adaptación de 6dB con el acoplador de núcleo de aire del presente invento desde 40 a 160 ohmios en cualquier posición. La línea de transporte de energía debe ser adaptada localmente debido a que la impedancia local de la línea de transporte de energía cambia cada pocos metros. Como la impedancia característica de línea de transporte de energía de 120V se sabe que es, por ejemplo de 80 ohmios, por tanto 80 ohmios serán una buena adaptación en cualquier posición.

Como la impedancia secundaria no es cambiada significativamente por el cambio de la impedancia característica de la

línea de transporte de energía, la adaptación de transmisor y receptor puede ser conseguida alrededor de 50 ohmios. Ambos lados del transformador están adaptados independientemente del cambio de impedancia en la línea de transporte de energía. El secundario del transformador es adaptado por el transmisor o el receptor. El cambio de impedancia en el primario del transformador no se refleja en el secundario. Por tanto, una adaptación de 45 a 50 ohmios es conseguida siempre en el transmisor y el receptor independientemente de los cambios de impedancia en las líneas de transporte de energía.

Para frecuencias mayores (por ejemplo, 200 MHz – 500 GHz), la estructura del transformador de núcleo de aire o de núcleo dieléctrico difiere de la de la Solicitud '258. El acoplador no puede ya ser dos solenoides coaxiales o bobinas de aire de diferente diámetro enrollados con un hilo magnético, sino que en su lugar es mucho menor y se parece a un chip que está relleno con cualquier tipo de material plástico o no conductor, tal como resina, material de cola o pegamento, cerámica o cualquier otro material duro no conductor ("material de chip"). El acoplador comprende preferiblemente placas conductoras muy delgadas separadas por el material de chip. Las placas están preferiblemente hechas de cobre, pero también pueden estar hechas de plata, oro, o de cualquier otro material conductor, ya sea activo o pasivo. Las placas pueden tener cualquier forma (por ejemplo, cuadrada, rectangular, redonda, etc.) pero son preferiblemente circulares. El tamaño de tales transformadores de núcleo de aire en capas dependerá de la frecuencia de uso. Por ejemplo, un diámetro principal del acoplador de 30 GHz será menor de 1 milímetro, el grosor de la capa será menor de aproximadamente 0,1 milímetros, lo que da como resultado aproximadamente una inductancia de 0,3 nH. De manera similar, los tamaños de la placa de cobre rectangular serán de alrededor de un par de milímetros de largo, 0,1 milímetros de grueso y las inductancias primaria y secundaria estarán alejados aproximadamente 0,5 milímetros entre sí, uno sobre el otro. Por consiguiente, tales dispositivos serán similares a un condensador muy pequeño. Sin embargo, el presente invento utiliza los valores de inductancia de extremo a extremo para hacer resonar el condensador para adaptarse a la impedancia característica de la línea de transporte de energía.

Alternativamente, las placas pueden estar formadas directamente en un chip por deposición de capas metálicas o de acuerdo con el invento mediante dopaje de silicio. El silicio dopado es conductor cuando está activo – por ejemplo, un nivel de corriente continua de tensión activa un transistor para hacerle un dispositivo activo. Así, las placas cuando están formadas de silicio dopado pueden tener la forma de algún tipo de dispositivo activo tal como un transistor o un diodo. Desde luego, se apreciará que pueden utilizarse otros diseños de transformadores de núcleo de aire o de núcleo dieléctrico. Por ejemplo, una pieza de cable coaxial puede ser usada como un transformador de núcleo de aire. La pantalla del cable coaxial es el primario del transformador y el hilo interior es el secundario del transformador. Este tipo coaxial de transformador de núcleo de aire puede ser utilizado para comunicaciones de muy alta frecuencia por encima de 500 MHz. De manera similar dos tubos de cobre o hierro (o aluminio o lámina de cobre) pueden ser colocados uno dentro de otro. El tubo o lámina exterior es el primario del transformador de núcleo de aire, y el tubo o lámina interior es el secundario. Este diseño también puede ser usado por encima de 100 MHz.

Además, se ha llevado a cabo recientemente un trabajo en la creación de transformadores de estado sólido para la conversión de corriente alterna de media tensión del orden de 7,6 kV a 120 V de corriente alterna utilizando tecnología similar a la utilizada en reguladores de conmutación para conversión de corriente continua a corriente continua. La tecnología utilizada en estos transformadores de estado sólido es denominada Control de Accionamiento de Puerta de circuitos de accionamiento de Puerta de Transistores y es bien conocida, y no necesita ser descrita aquí en detalle. Estos transformadores están diseñados con la denominada tecnología de "estado sólido" – en particular, se basan principalmente en componentes semiconductores tales como transistores y circuitos integrados en lugar de bobinados de cobre pesados y núcleos de hierro de transformadores convencionales. Tales transformadores de estado sólido pueden también ser utilizados en los acopladores. Uno de los expertos en la técnica también apreciará que también pueden ser usados otros circuitos integrados más simples para crear transformadores para utilizar en el acoplador. Los circuitos integrales actuales que utilizan transistores activos pueden simular y/o crear un transformador con núcleo de aire que puede tener los valores de inductancia y capacitancia necesarios para trabajar exactamente como un transformador de núcleo de aire regular.

Aunque la estructura del acoplador como se ha descrito antes difiere de la descrita en la Solicitud '258, la función del acoplador es la misma. Las placas (o tubos o láminas) del acoplador están acopladas inductiva y capacitivamente creando un transformador de núcleo de aire o de núcleo dieléctrico. El acoplamiento del primario y secundario del transformador varía con frecuencia, sin embargo. El primario y el secundario son acoplados casi igualmente magnética y eléctricamente (es decir, acoplado capacitiva e inductivamente) por debajo de 100 MHz de frecuencia y acoplado mas inductivamente (magnéticamente) a frecuencia mayores de 100 MHz. A frecuencias del orden de 100 GHz, el primario y el secundario del transformador serán acoplados más inductivamente.

Como se ha descrito en detalle en la Solicitud '258, el aparato de comunicaciones de la Solicitud '258 tiene numerosas aplicaciones. Los acopladores de alta frecuencia amplían esta funcionalidad permitiendo tasas de transmisión de datos mucho mayores. Por ejemplo, el presente invento puede utilizar portadoras de alta frecuencia del orden de 200 MHz – 50 GHz para transmisión sobre las líneas de transporte de energía. Utilizando la tecnología del acoplador de núcleo de aire o de núcleo dieléctrico pueden conseguirse hasta al menos 1 Gbps de velocidad de comunicación sobre las líneas de

transporte de energía.

Con referencia ahora a los dibujos, en los que números similares designan partes similares o correspondientes a lo largo de cada una de las distintas vistas, se ha mostrado en la fig. 2 un diagrama de bloques de una red de área amplia de comunicación sobre línea de transporte de energía (WAN).

5 Un encaminador ("router") Ethernet 12 está conectado a una estructura de red, tal como la Internet o una Intranet que usa un HUB o conmutador (no mostrado) como la línea de capas de 3 Ondas Nu de Red Periférica de productos. El encaminador 12 también está conectado a un modem 14 de línea de transporte de energía, que a su vez está conectado a un acoplador 16 de línea de transporte de energía de media tensión, que acopla las señales desde el modem 14 sobre la línea 18 de transporte de energía de 11KV en una subestación 20.

10 Los expertos en la técnica apreciarán que el encaminador 12 de Ethernet podría estar conectado a otros dispositivos en otras aplicaciones. Por ejemplo, otras aplicaciones incluyen (1) redes de área amplia de Ethernet con otros servidores en los que la estructura está conectada a otra red; (2) aplicaciones de servicio telefónico en las que la estructura está conectada a un centro telefónico y a un multiplexador de división de tiempo que establecerá múltiples líneas de teléfono sobre la línea de transporte de energía; y (3) aplicaciones de televisión en los que la estructura está conectada a una estación emisora de TV que transmitirá digitalmente a varias estaciones de TV sobre la línea de transporte de energía.

15 El encaminador de Ethernet 12 es un encaminador de Ethernet estándar. El modem 14 de la línea de transporte de energía, a través del acoplador 16 de línea de transporte de energía de media tensión, modula y desmodula las señales de Ethernet sobre la línea 18 de transporte de energía de 11KV. El diseño del modem 14 de la línea de transporte de energía está descrito con detalle más adelante. El acoplador 16 de línea de transporte de energía de media tensión es preferiblemente de aproximadamente 0,5 metros de alto y 0,2 metros de diámetro, colocado en un aislador de cerámica y relleno con resina. Un transformador de núcleo dieléctrico es utilizado preferiblemente para el acoplador, que, como se ha explicado antes, puede tener la forma de dos pequeñas piezas de placa depositadas capacitivamente una sobre la otra para su funcionamiento a alta frecuencia. Desde luego, cualquiera de los otros diseños del transformador de alta frecuencia descritos antes podría ser utilizado en el acoplador 16 de línea de transporte de energía de media tensión.

20 La señal de alta frecuencia, preferiblemente una señal de Ethernet de 100 Mbps, se propaga sobre las líneas 18 de transporte de energía y a través de uno o más transformadores de distribución 22, 24 por ondas magnéticas y sobre las líneas 26 de transporte de energía de baja tensión de 110-220V. La señal es captada por uno o más módems 14 de línea de transporte de energía a través de los acopladores 28 de baja tensión. Los acopladores 28 de baja tensión y los módems 14 de línea de transporte de energía son colocados preferiblemente en las líneas 26 de transporte de energía de baja tensión antes de que los medidores de potencia (no mostrados) vayan a los edificios 30. Los módems 14 de línea de transporte de energía son idénticos a los módems 14 de línea de transporte de energía acoplados a las líneas 18 de transporte de energía. Los acopladores 28 de baja tensión pueden estar diseñados como se ha descrito en la Solicitud '258, y son más pequeños que el acoplador 16 de línea de transporte de energía de media tensión. Los acopladores 28 de baja tensión utilizan transformadores de núcleo de aire o de núcleo dieléctrico de alta frecuencia como se ha descrito antes.

30 Los conmutadores (HUB) de Ethernet 32 están acoplados a los módems 14 de línea de transporte de energía. Los conmutadores 32 de Ethernet distribuyen los datos de Ethernet sobre las líneas de transporte de energía a los edificios 30 que utilizan una red de área local de comunicación (LAN) sobre línea de transporte de energía descrita más adelante.

35 Los módems 14 de línea de transporte de energía preferiblemente usan toda una frecuencia de 1,35 GHz tanto para transmisión como para recepción. Esta frecuencia de portadora comunicará sobre los transformadores de distribución 22, 24 desde las líneas 18 de transporte de energía de media tensión (7 a 35 KV) a las líneas 26 de transporte de energía de baja tensión (110 a 240V) a los edificios 30. 100 Mbps o 10 Mbps de datos de Ethernet pueden ser transmitidos utilizando esta frecuencia portadora. Los expertos en la técnica apreciarán que otras frecuencias portadoras, tales como 2,7 GHz o 3,5 GHz pueden ser utilizadas.

40 En una realización alternativa, una frecuencia portadora de 30 GHz o más puede ser utilizada para transmitir datos de Ethernet de 10 Mbps, 100 Mbps o 1 Gbps. Cuando una frecuencia portadora de esta magnitud es utilizada, la red de área amplia (WAN) de comunicación sobre línea de transporte de energía es capaz de comunicar todo el camino desde la subestación 20 a los edificios 30 sin necesidad de detenerse en los medidores de potencia fuera de los edificios 30. Por ello, los módems 14 de línea de transporte de energía y los acopladores 28 de baja tensión no necesitan estar colocados sobre las líneas 26 de transporte de energía de baja tensión antes de los medidores de energía (no mostrados) que van a los edificios 30. En su lugar, los módems 14 de línea de transporte de energía y los acopladores 28 de baja tensión pueden ser colocados dentro de los edificios 30.

45 Los expertos en la técnica también comprenderán que aunque las presentes realizaciones han sido descritas utilizando el protocolo de Ethernet para transmitir y recibir datos, puede usarse cualquier otro protocolo de datos con la red de área amplia (WAN) de comunicación sobre línea de transporte de energía.

Con referencia ahora a la fig. 3, se ha mostrado una configuración para el modem 14 de línea de transporte de energía. La interfaz Física 38 de Ethernet conecta el modem 14 de línea de transporte de energía a una tarjeta Ethernet o a un HUB o repetidor (no mostrado), y puede comprender cualquier conexión apropiada incluyendo una conexión de par trenzado. Los datos Ethernet (por ejemplo, datos codificados Manchester) son proporcionados desde la interfaz 38 a la CPU 40, tal como una Motorola MPC855T, que convierte los datos codificados en y desde la interfaz 42 de bus paralelo. La memoria 44 es utilizada para almacenar temporalmente los datos sobre la interfaz 42 de bus paralelo.

Una Agrupación de Puerta Programable de Campo (FPGA) 46, preferiblemente un Xilinx Virtex XCV100 FG256, se conecta a la interfaz 42 de bus paralelo y proporciona control para el modem 14 de línea de transporte de energía así como realiza la modulación y desmodulación de datos que son transmitidos y recibidos, respectivamente. Una EPROM 48 almacena instrucciones de programa para FPGA 46 y la CPU 40. La FPGA 46 controla el conmutador 36 de transmisión/recepción, que está conectado al acoplador 34 y las líneas 48 de transporte de energía sobre las que los datos son transportados desde el modem 14 de línea de transporte de energía. La interfaz del acoplador 34 a las líneas 48 de transporte de energía así como la estructura del acoplador 34 están explicadas en detalle en la Solicitud '258. Como se ha indicado antes, sin embargo, un transformador de núcleo de aire o de núcleo dieléctrico de alta frecuencia debe ser utilizado en el acoplador 34.

Hay previstos circuitos para interrelacionar señales a y desde la FPGA 46. Para transmisión, una señal deja la FPGA 46 y pasa a través del convertidor 50 de analógico a digital (A/D). La conversión ascendente a la frecuencia portadora es realizada por el mezclador 58 y el oscilador local 52. El amplificador 56 y los filtros 54 son utilizados para interrelacionar la señal resultante con el acoplador 34. De modo similar, para la recepción, una señal pasa a través de los filtros 54 y de los amplificadores 56, y es convertida en sentido descendente por el mezclador 58 y el oscilador local 58. El control de ganancia automático (AGC) es realizado por el circuito AGC 62, y a continuación la señal es digitalizada por el convertidor 60 de analógico a digital (A/D) para transmisión a la FPGA 46. El modem de la línea de transporte de energía de la fig. 3 es un modem semi-dúplex, de forma que la frecuencia portadora utilizada para transmisión y recepción es la misma. Los expertos en la técnica reconocerán que el AGC y la conversión ascendente/descendente del mezclador pueden ser realizados por la FPGA sin la necesidad de circuitos adicionales.

La FPGA 46 puede ser programada para utilizar cualquier tipo de modulación deseada. Aunque la modulación de FM es utilizada preferiblemente, la FPGA 46 podría ser programada para utilizar FSK, QPSK, 16QAM, CDMA, ADSL o cualquier otro tipo de modulación. Se apreciará también que el modelo particular de la FPGA 46 o de la CPU 40 puede ser cambiado. De hecho, la FPGA 46 puede ser reemplazada por otros tipos de procesadores DSP como se ha descrito en la Solicitud '258.

La fig. 4 muestra una puesta en práctica dúplex completa de un modem 14 de línea de transporte de energía. La estructura del módem 14 es casi idéntica al modem semi-dúplex 14 como se ha mostrado en la fig. 3, con la excepción de la interfaz entre el modem 14 y las líneas 48 de transporte de energía. Como se ha visto en la fig. 4, el conmutador 36 de transmisión/recepción ha sido retirado. En su lugar, un acoplador 34 que opera a una primera frecuencia F1 es utilizado para transmisión, y un segundo acoplador 34 que opera a una segunda frecuencia F2 es utilizado para recepción. Por ejemplo, frecuencias de 1,2 y 1,6 GHz podrían ser utilizadas para transmitir y recibir simultáneamente sobre las líneas 48 de transporte de energía. Además de la diferencia estructural en el modem 14, el programa de software almacenado en la EPROM 48 para la FPGA 46 también necesitaría ser cambiado para reflejar el funcionamiento dúplex completo a dos frecuencias diferentes.

Volviendo ahora a la fig. 5, se ha mostrado un diagrama de bloques de un aparato 10 de comunicaciones sobre línea de transporte de energía para utilizar en una red de área local (LAN) de comunicación sobre línea de transporte de energía. El aparato 10 de comunicaciones mostrado esta acoplado a un par de líneas 48 de transporte de energía. El aparato 10 de comunicaciones comprende generalmente un modulador 64, un desmodulador 66, una interfaz 68 de Ethernet, un acoplador 34 y una alimentación de corriente 70. El aparato 10 de comunicaciones se conecta a una tarjeta Ethernet, HUB o conmutador (no mostrado) y envía datos de Ethernet sobre las líneas 48 de transporte de energía en el dúplex total.

En funcionamiento, un primer aparato 10 de comunicaciones, denominado la unidad Maestra, está acoplado a las líneas 48 de transporte de energía y transmite en una primera frecuencia F1 y recibe en una segunda frecuencia F2. Un segundo aparato 10 de comunicaciones, denominado la unidad Esclava, también está acoplado a las líneas 48 de transporte de energía y transmite en la segunda frecuencia F2 y recibe en la primera frecuencia F1. Solo con propósitos ejemplares, el aparato descrito más abajo utiliza 250 MHz para F1 y 350 MHz para F2 para proporcionar una señal de Ethernet de 10 Mbps sobre las líneas de transporte de energía. Será apreciado desde luego por los expertos en la técnica que podrían utilizarse otras frecuencias. Por ejemplo, las frecuencias en las bandas 2,44 GHz y de 5,8 GHz, que son bandas de frecuencia libres de licencia para comunicaciones, podrían ser utilizadas para proporcionar una señal de Ethernet de 100 Mbps sobre las líneas de transporte de energía.

Los detalles del modulador 64 para la unidad Maestra (por ejemplo, transmisión a 250 MHz) están mostrados en la fig. 6. El modulador 64 es preferiblemente un modulador de FM que comprende un oscilador 76, un modulador 74 y condensadores e inductancias asociados conectados como se ha mostrado. El modulador 64 también incluye un

transformador de RF 72 y circuitos asociados como se ha mostrado para enlazar desde el puerto de la Interfaz de Unidad de Unión (AUI) de la interfaz 68 de Ethernet. La señal de entrada de Ethernet es transportada desde el transformador a través de los circuitos de oscilador/modulador 74, 76 y a continuación a través de un circuito de filtro LC para emisión de la señal modulada. Los valores de los condensadores e inductancias son escogidos basándose en la frecuencia portadora, que en el caso de la unidad Maestra es de 250 MHz.

La fig. 7 muestra el modulador 64 para la unidad Esclava (por ejemplo, transmisión a 350 MHz). El modulador Esclavo 64 es idéntico al modulador Maestro 64 excepto para los valores de las inductancias y condensadores en el circuito de filtro LC. Los valores de las inductancias y condensadores en el modulador Esclavo 64 son elegidos basándose en la frecuencia portadora de 350 MHz.

Los detalles del desmodulador 66 para la unidad Maestra (por ejemplo, recepción a 350 MHz) están mostrados en la fig. 8. La señal de entrada modulada en FM es enviada en primer lugar a través de dos amplificadores de RF 78 y circuitos asociados como se ha mostrado entre los amplificadores 78 que comprenden filtros Blinch con el fin de separar el ruido y la otra frecuencia portadora de la señal de entrada modulada. Los valores de LC en los filtros Blinch son escogidos basándose en las frecuencias portadoras utilizadas en el aparato 10 de comunicación. La señal modulada, filtrada es a continuación acoplada al circuito detector de FM 82 a través del transformador de RF 80. El circuito detector de FM 82 es preferiblemente un MC13155D. La salida del circuito detector de FM 82 es a continuación hecha pasar a través de los amplificadores 84 y los filtros 86 rápidos para generar una señal de salida de los datos de Ethernet recuperados a partir de la señal de entrada modulada.

La fig. 9 muestra el desmodulador 66 para la unidad Esclava (por ejemplo, recepción a 250 MHz). El desmodulador Esclavo 66 es idéntico al desmodulador Maestro 66 excepto en los valores de las inductancias y condensadores en los filtros Blinch utilizados en la señal de entrada modulada. Los valores de las inductancias y condensadores en el desmodulador Esclavo 66 son diferentes debido a la frecuencia portadora diferente que está siendo filtrada de la señal de entrada modulada.

La realización del desmodulador 66 descrita anteriormente está limitada a una velocidad de Ethernet de 10 Mbps debido al uso de un circuito detector MC13155D FM y frecuencias portadoras de 250 MHz y 350 MHz. El ancho de banda del desmodulador 66 puede ser aumentado a una velocidad de Ethernet de 100 Mbps utilizando un circuito detector de FM 82 capaz de funcionar en una banda de frecuencia mayor de 200 MHz y utilizando también frecuencias portadoras mayores de 1 GHz.

Volviendo a la fig. 10, se han mostrado los detalles para la interfaz de Ethernet 68 tanto para la unidad Maestra como para la Esclava. Dos interfaces alternativas son empleadas en la interfaz 68 de Ethernet. En primer lugar, una interfaz AUI es proporcionada a un HUB de Ethernet o conmutador a través del conector 88. Dos líneas 90 van desde el conector 88 directamente al modulador 64, y la salida del desmodulador 66 está acoplada al conector 88 utilizando un transformador de RF 92. Alternativamente, el aparato 10 de comunicaciones puede conectarse a un HUB de Ethernet o conmutador utilizando un conector 94 de Ethernet RJ-45 de par trenzado. Cuando es utilizado el conector 94 RJ-45, el circuito integrado 96, que es un transceptor 10 Base-T o Adaptador de par trenzado/AUI de Ethernet, preferiblemente un ML4658CQ, y los circuitos asociados como se ha mostrado son utilizados para interrelacionar el conector 94 RJ-45 con el puerto AUI del conector 88.

Con referencia a la fig. 11, se ha mostrado el acoplador 34 para utilizar en el aparato 10 de comunicaciones Maestro. Para transmisión a las líneas 48 de transporte de energía, la salida del modulador 64 es hecha pasar en primer lugar a través del amplificador de RF 96 y del filtro pasa bajos 98. La señal es a continuación enviada a un acoplador de núcleo de aire o de núcleo dieléctrico de alta frecuencia del presente invento que comprende un transformador 100 de núcleo de aire o núcleo dieléctrico y del condensador de acoplamiento (Ceq) 102. El transformador 100 y el condensador de acoplamiento 102 acoplan la señal a las líneas 48 de transporte de energía. Los valores de LC en el filtro de pasa bajos 98 son escogidos basándose en la frecuencia portadora. Los valores del condensador del condensador de acoplamiento (Ceq) 102 son escogidos para proporcionar una adaptación de impedancia de 50 ohmios entre las líneas 48 de transporte de energía y el amplificador de RF 96.

Para la recepción de señales desde las líneas 48 de transporte de energía, un acoplador de núcleo de aire o de núcleo dieléctrico del presente invento que comprende un transformador de núcleo de aire o núcleo dieléctrico 104 y un condensador de acoplamiento (Ceq) 106 acopla en primer lugar la señal de entrada procedente de las líneas 48 de transporte de energía. La señal de entrada es a continuación enviada a través de un amplificador de RF 108 y del filtro de Blinch 110 para su salida al desmodulador 66. Como en el lado de transmisión, los valores de LC en el filtro de Blinch 110 son escogidos basándose en la frecuencia portadora. Los valores de condensador del condensador de capacidad de acoplamiento (Ceq) 106 son escogidos para proporcionar una adaptación de impedancia de 50 ohmios entre las líneas 48 de transporte de energía y el amplificador de RF 108.

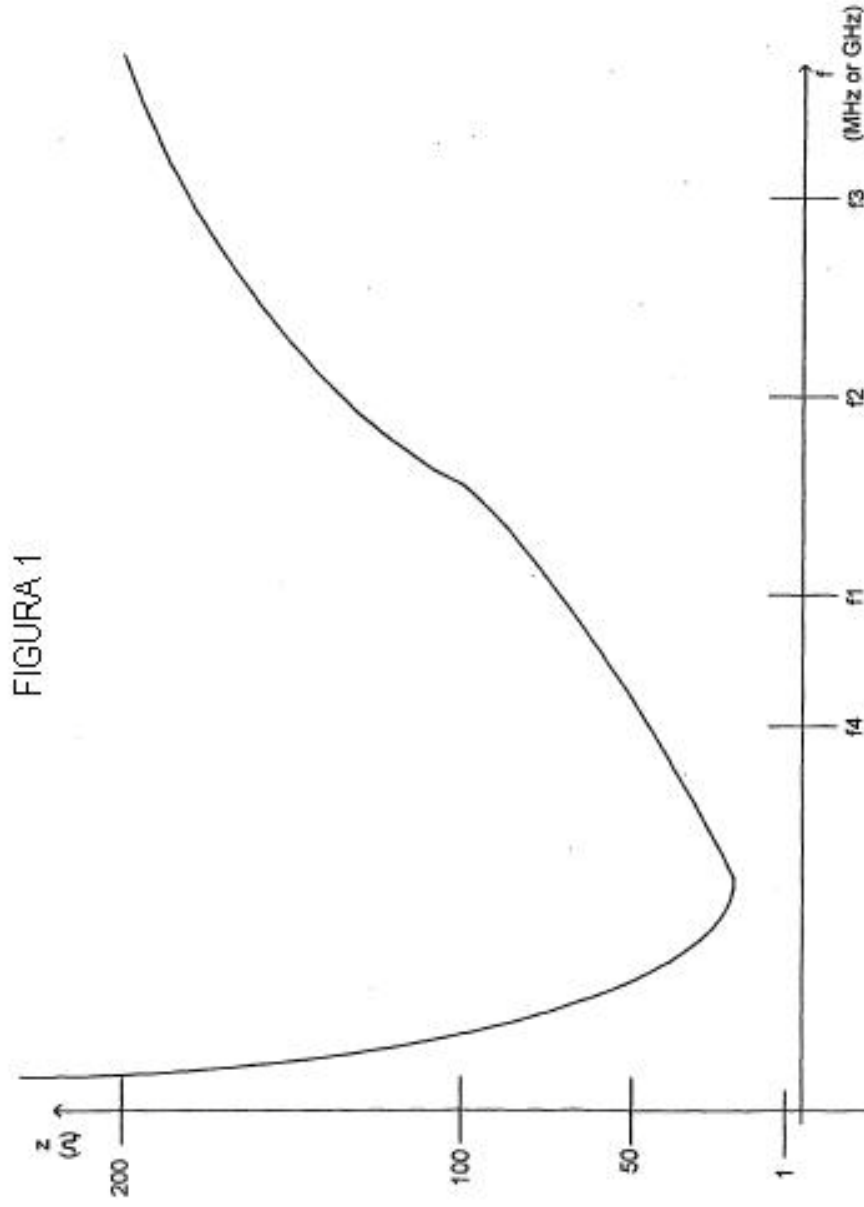
La fig. 12 muestra el acoplador 34 para el aparato 10 de comunicaciones Esclavo. El acoplador Esclavo 34 es idéntico al acoplador Maestro 34 excepto en los valores de las inductancias y los condensadores de capacidad en el filtro de Blinch

110 y en el filtro pasa bajos 98 así como los valores de condensador de los condensadores de acoplamiento (Ceq) 102, 106. Los valores de estas inductancias y condensadores en el acoplador Esclavo 34 son diferentes debido a que las frecuencias portadoras para transmisión y recepción de señales desde las líneas 48 de transporte de energía son invertidas desde el aparato 10 de comunicaciones Maestro.

- 5 Finalmente, la fig. 13 muestra la alimentación de corriente 70 para utilizar con el aparato 10 de comunicaciones. La energía de corriente alterna es tomada de las líneas 48 de transporte de energía y hecha pasar a través de las cuentas 112 con el fin de aislar la impedancia de los transformadores de potencia 114 de la impedancia de las líneas 48 de potencia. Esto se hace con el fin de proporcionar un ancho de banda más estable sobre las líneas de transporte de energía y un nivel de señal mayor. La energía de corriente continua es producida utilizando transformadores de potencia
- 10 114 y rectificadores 116. Finalmente, las salidas de corriente continua de tensiones diferentes necesarias en el aparato 10 de comunicaciones son producidas utilizando los reguladores de tensión 118. Como se ha visto en la fig. 13, los transformadores de potencia 114, rectificadores 116 y reguladores de tensión 118 separados son usados para proporcionar potencia para el lado de transmisión y el lado de recepción del aparato 10 de comunicaciones. De esta forma, las frecuencias portadoras de 250 MHz y 350 MHz son aisladas entre sí.
- 15 Será apreciado por los expertos en la técnica que podrían hacerse cambios en las realizaciones antes descritas. Se ha comprendido, por lo tanto, que este invento no está limitado a la realización particular descrita. En particular, aunque se han descrito ejemplos específicos de los usos de los acopladores nuevos del presente invento, será apreciado por los expertos en la técnica que los acopladores pueden ser utilizados para cualquier otra de comunicación sobre línea de transporte de energía. Además, la tecnología de acoplador del presente invento puede ser utilizada para comunicar sobre
- 20 cualesquiera líneas, tales como, por ejemplo, líneas telefónicas, líneas coaxiales, líneas de par trenzado, cualquier hilo de cobre, arnés eléctrico de camiones y autobuses y/o líneas de potencia de corriente alterna/corriente continua. De modo similar, aunque el protocolo de Ethernet ha sido descrito como el protocolo de transmisión en las realizaciones preferidas, puede ser utilizado cualquier otro protocolo de comunicaciones con el aparato de comunicaciones del presente invento.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de comunicaciones para comunicar señales eléctricas a través de una o más líneas eléctricas (48) que tienen una impedancia característica que comprende:
un acoplador (34) para conectar un transmisor o un receptor a una de las líneas eléctricas (48), estando adaptado dicho acoplador (34) para hacer pasar una señal de frecuencia portadora modulada que tiene una frecuencia preseleccionada mayor o igual a 200 MHz;
comprendiendo dicho acoplador:
un transformador (100) que tiene un primario, un secundario y un núcleo y un condensador de acoplamiento (102) caracterizado porque dicho transformador comprende;
una primera capa correspondiente al primario del transformador y una segunda capa correspondiente al secundario del transformador, estando formadas dicha primera y segunda capas directamente en silicio mediante dopaje del silicio,
estando adaptado el condensador que ha de ser conectado entre el secundario y la línea eléctrica (48), en el que el secundario y el condensador son adaptados a la impedancia característica de la línea eléctrica (48) en un ancho de banda preseleccionado.
2. El aparato de comunicación de la reivindicación 1, en el que dicho silicio está en capas que están separadas por un material de chip no conductor.
3. El aparato de comunicaciones según la reivindicación 1 ó 2, en el que dicho acoplador hace pasar la señal portadora modulada sin distorsión de fase significativa y dicho acoplador adapta respectivamente la impedancia del transmisor o la impedancia de entrada del receptor a la impedancia característica de una de las líneas eléctricas.
4. El aparato de comunicaciones según la reivindicación 1 ó 2, en el que la línea eléctrica (48) es seleccionada del grupo que comprende líneas de transporte de energía de alta tensión, líneas de transporte de energía de media tensión, líneas de transporte de energía de baja tensión, cables coaxiales, líneas de par trenzado y líneas de teléfono.
5. El aparato de comunicaciones según la reivindicación 1 o 2, en el que el transformador (100) es un transformador de núcleo de aire.
6. El aparato de comunicaciones según la reivindicación 1 ó 2, en el que una o más líneas eléctricas incluyen un transformador y el aparato comunica a través del transformador.
7. El aparato de comunicaciones según la reivindicación 1 ó 2, en el que el transformador es un transformador de núcleo dieléctrico.
8. El aparato de comunicaciones según la reivindicación 7, en el que el núcleo del transformador es llenado con material de resina.
9. El aparato de comunicaciones según la reivindicación 1, en el que el primario y el secundario están separados por material de chip.
10. El aparato de comunicaciones según la reivindicación 1 ó 2, en el que el primario y el secundario tienen forma cilíndrica para formar tubos.
11. El aparato de comunicaciones según la reivindicación 1 ó 2, en el que las señales eléctricas son señales de Ethernet.
12. El aparato de comunicaciones según la reivindicación 11, en el que las señales eléctricas son seleccionadas de entre el grupo que comprende señales de Ethernet de 10 Mbps, señales de Ethernet de 100 Mbps y señales de Ethernet de 1 Gbps.
13. El aparato de comunicaciones según la reivindicación 1 ó 2, en el que la frecuencia preseleccionada es mayor o igual a 1 GHz.
14. El aparato de comunicaciones según la reivindicación 1 ó 2, en el que las señales eléctricas están conectadas a una estructura de red a través de un HUB/conmutador de Ethernet.
15. El aparato de comunicación según la reivindicación 14, en el que la estructura de red es seleccionada del grupo que comprende la Internet, una red de área amplia (WAN) de Ethernet, una red de área local (LAN) de Ethernet, un teléfono o centro de telecomunicaciones, y una emisora de televisión.



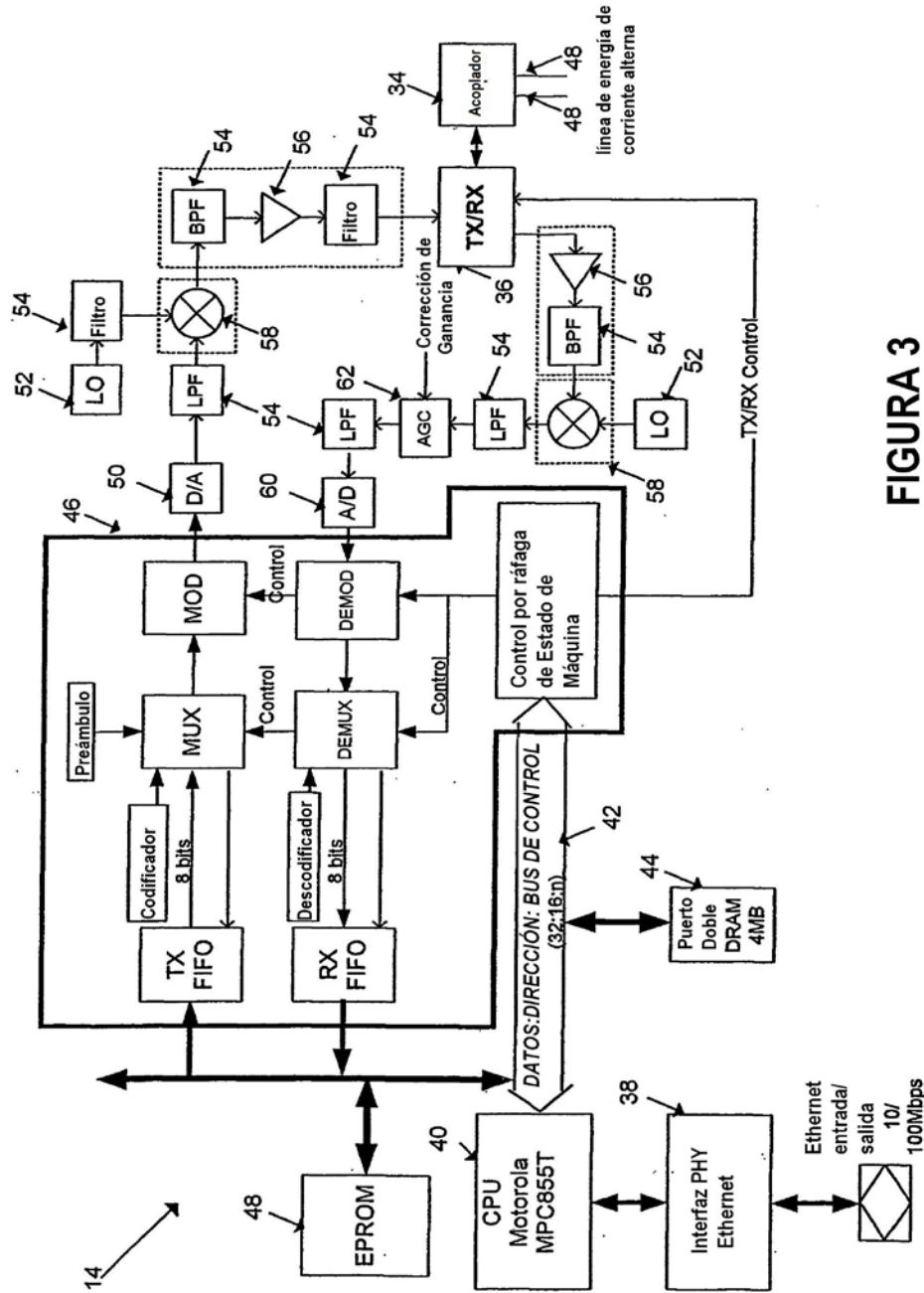


FIGURA 3

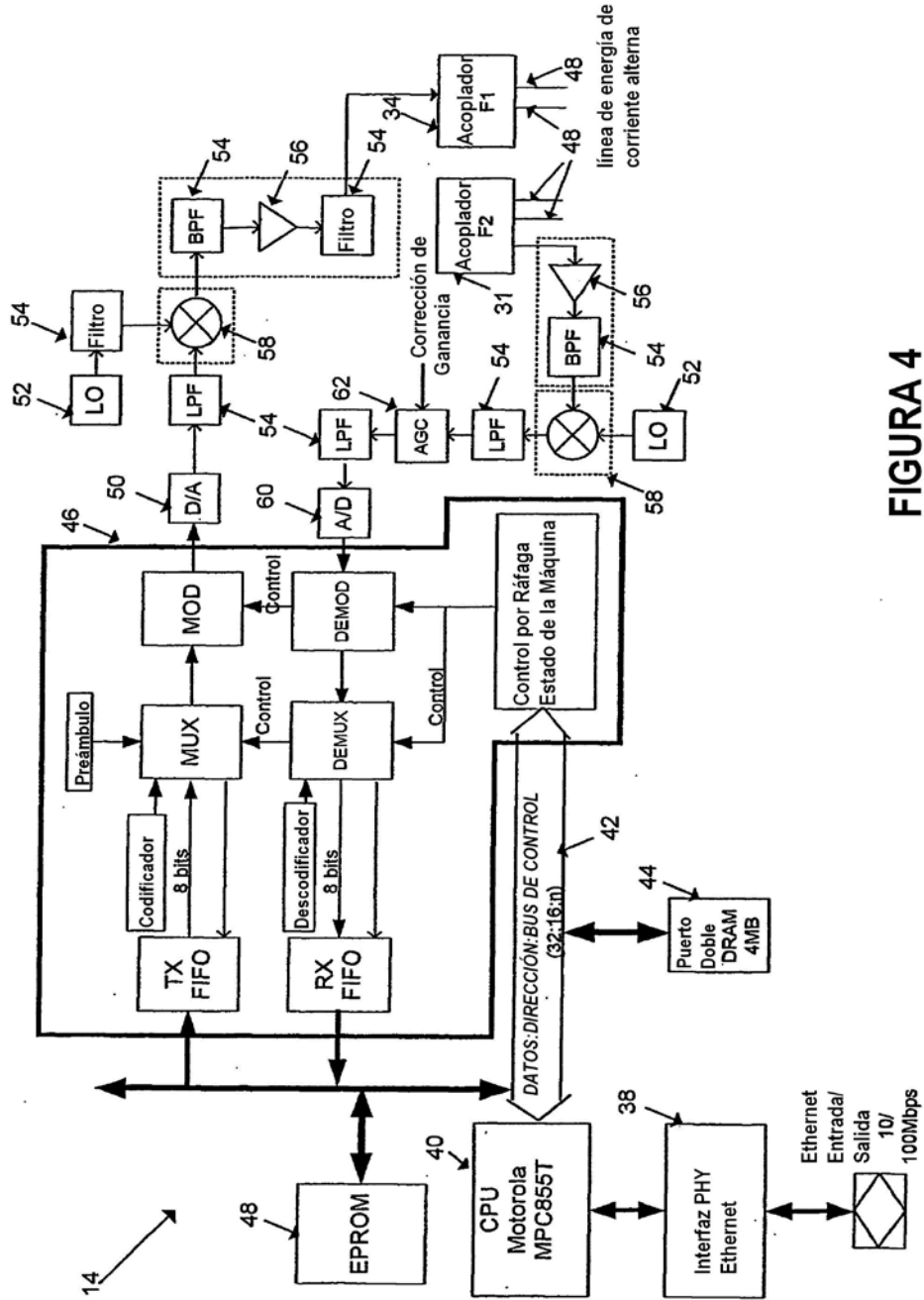


FIGURA 4

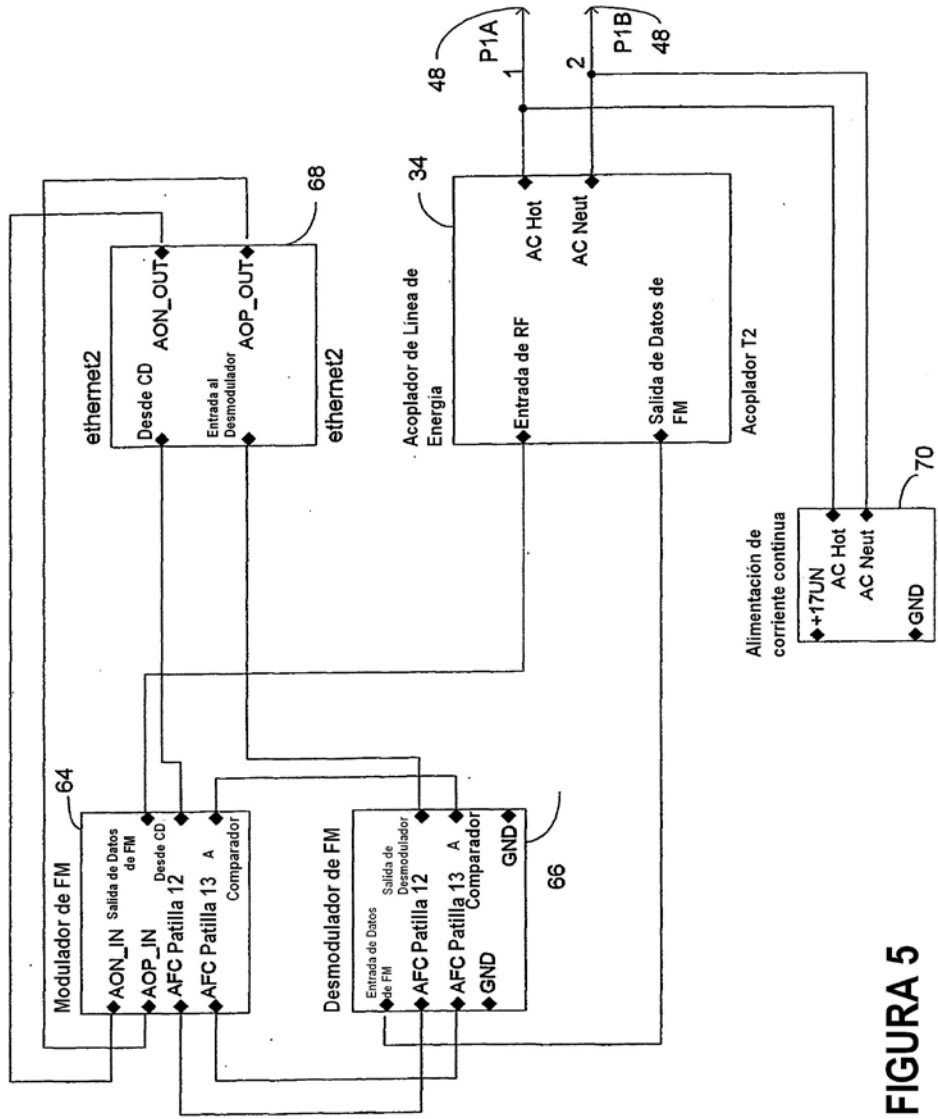


FIGURA 5

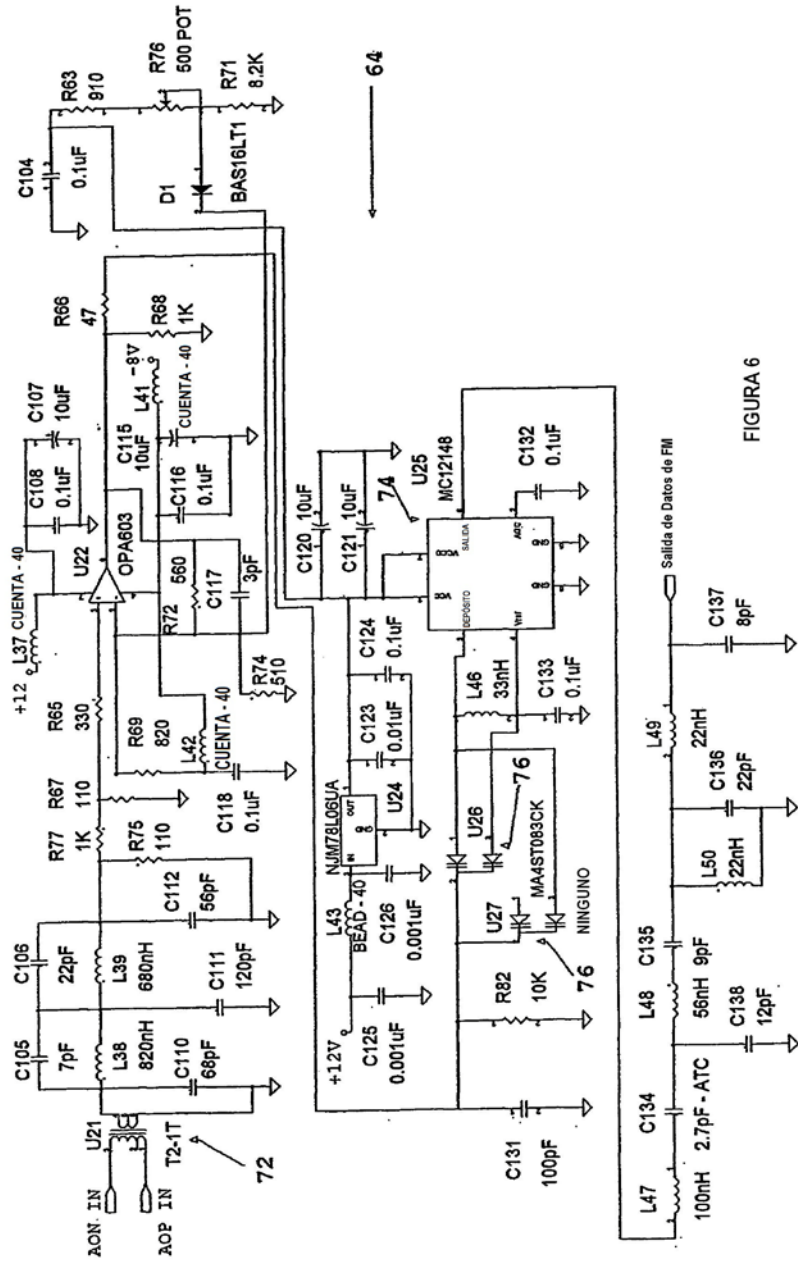


FIGURA 6

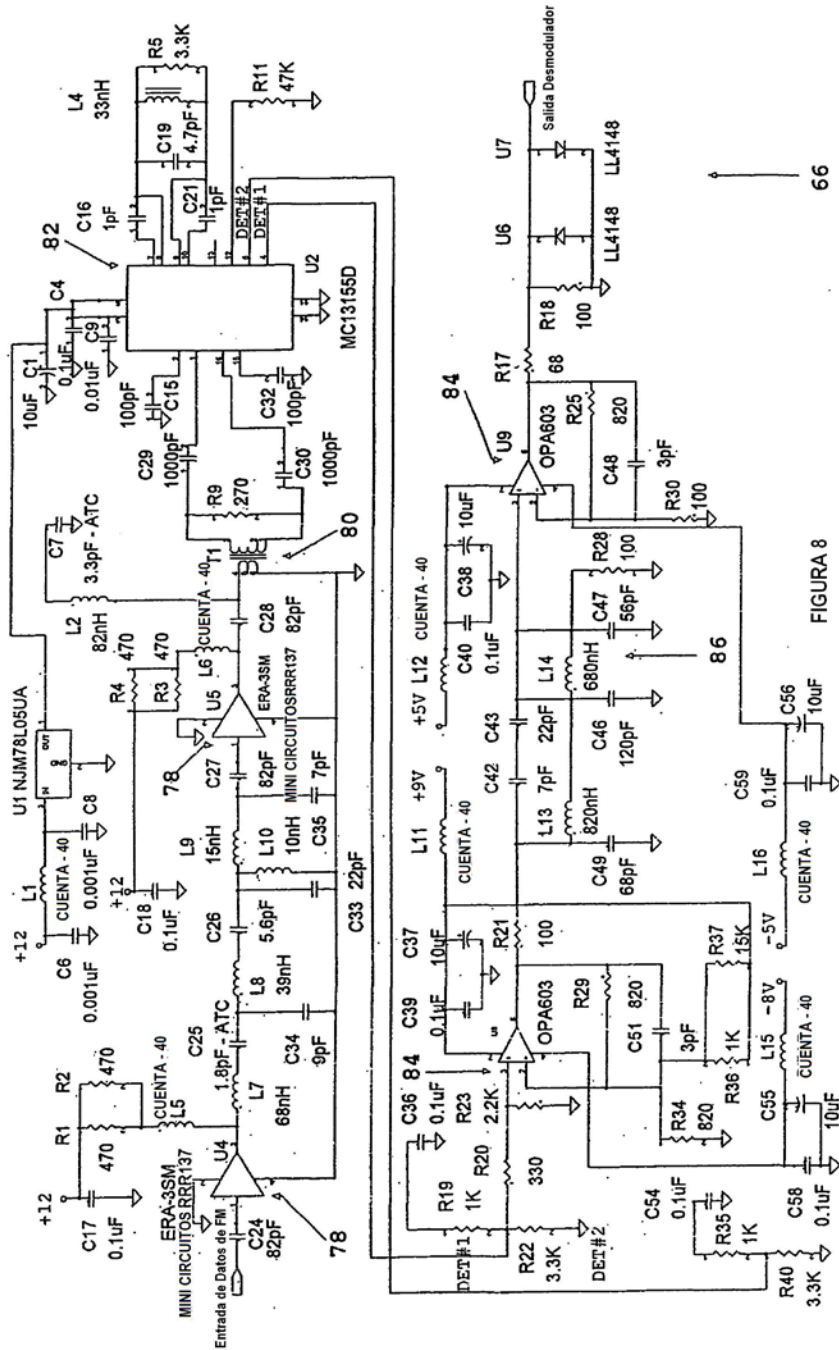
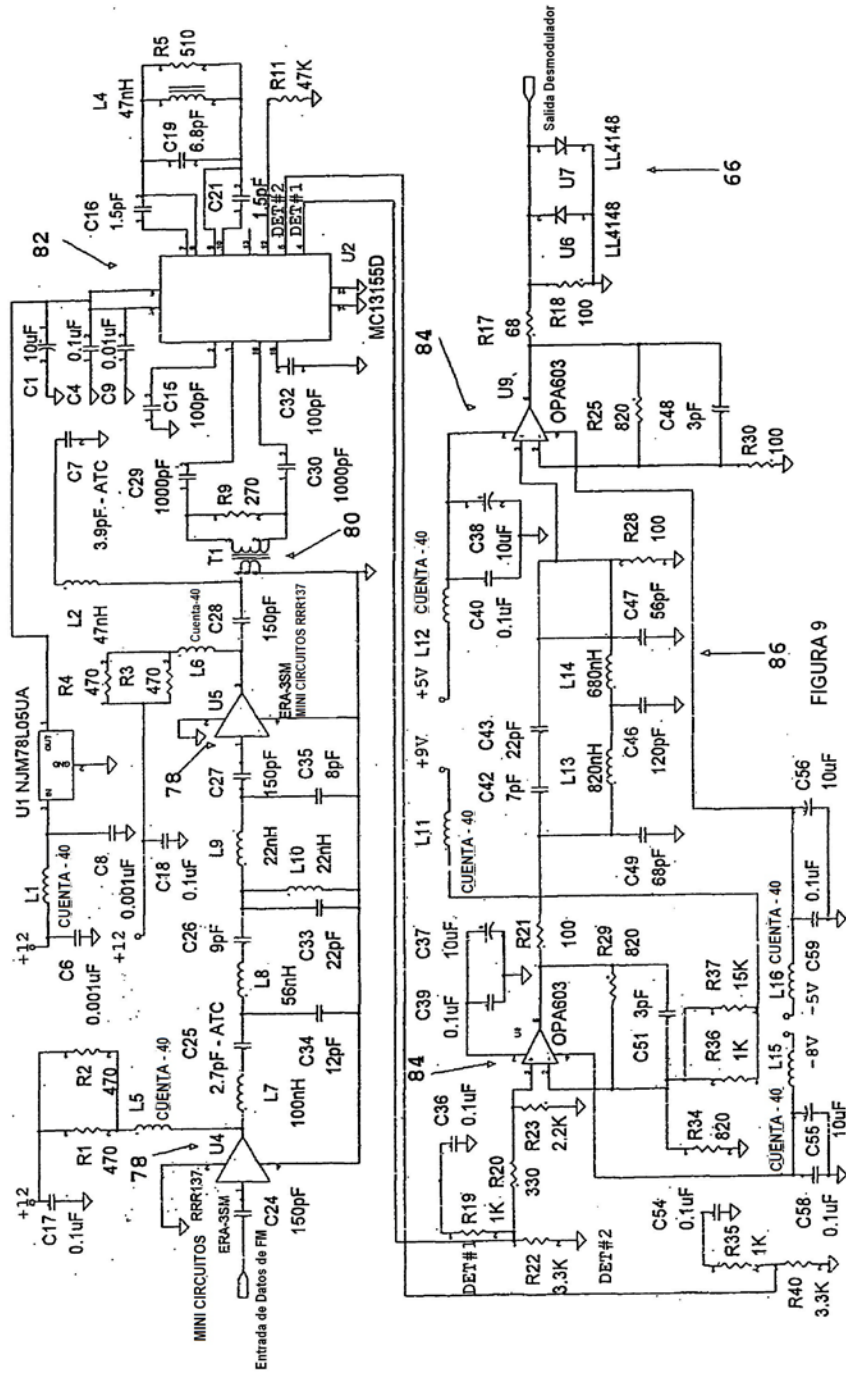
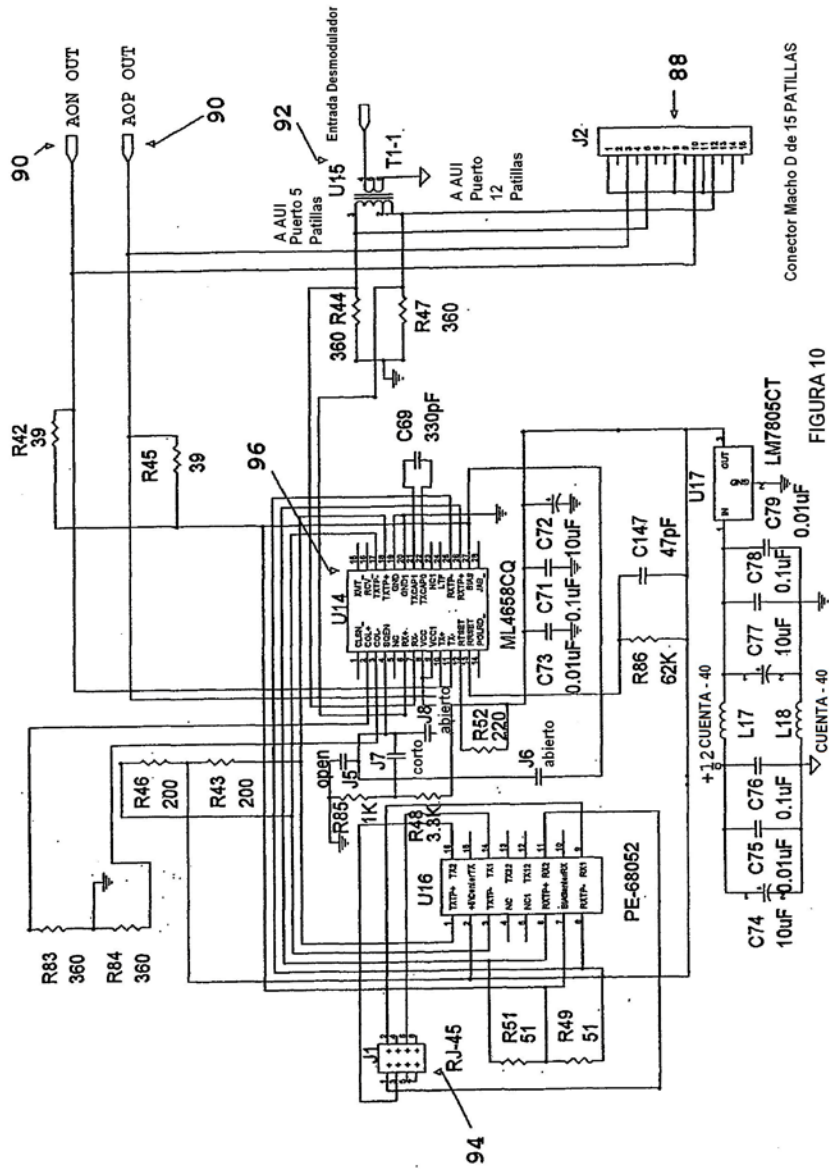


FIGURA 8





Conector Macho D de 15 PATILLAS

FIGURA 10

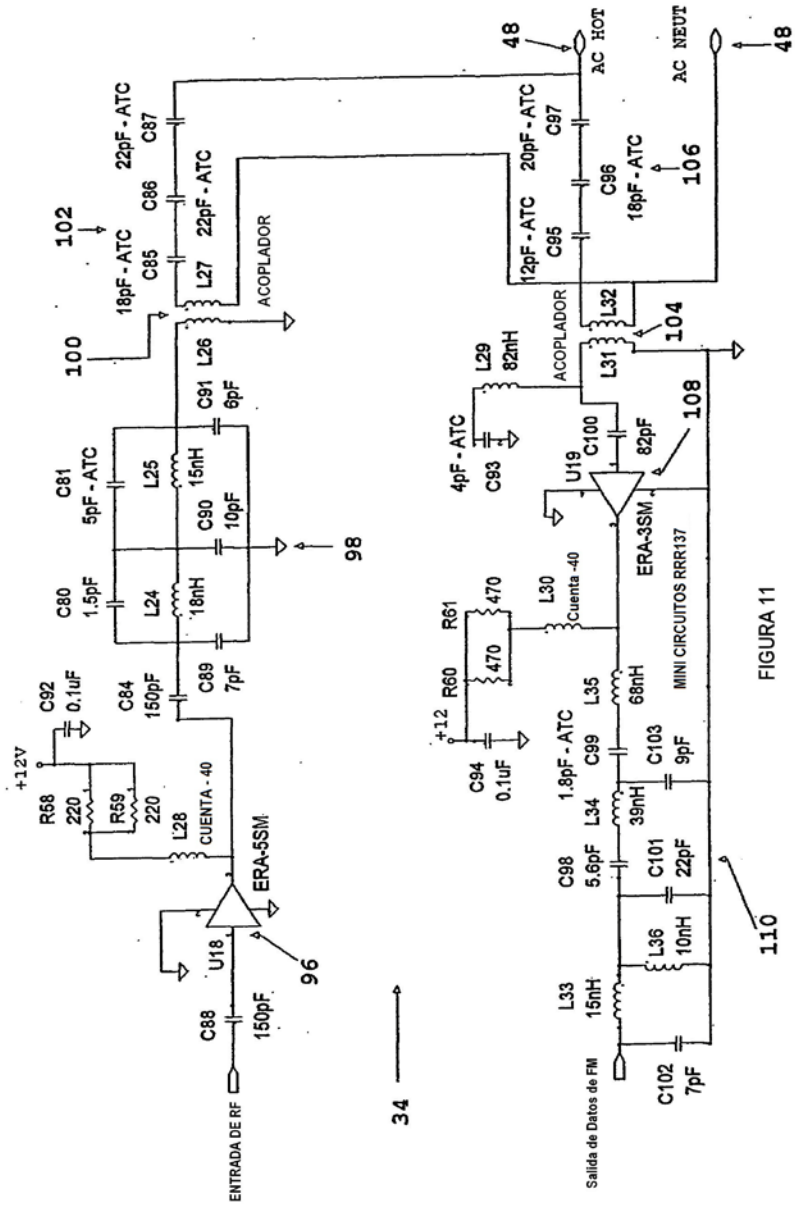


FIGURA 11

34

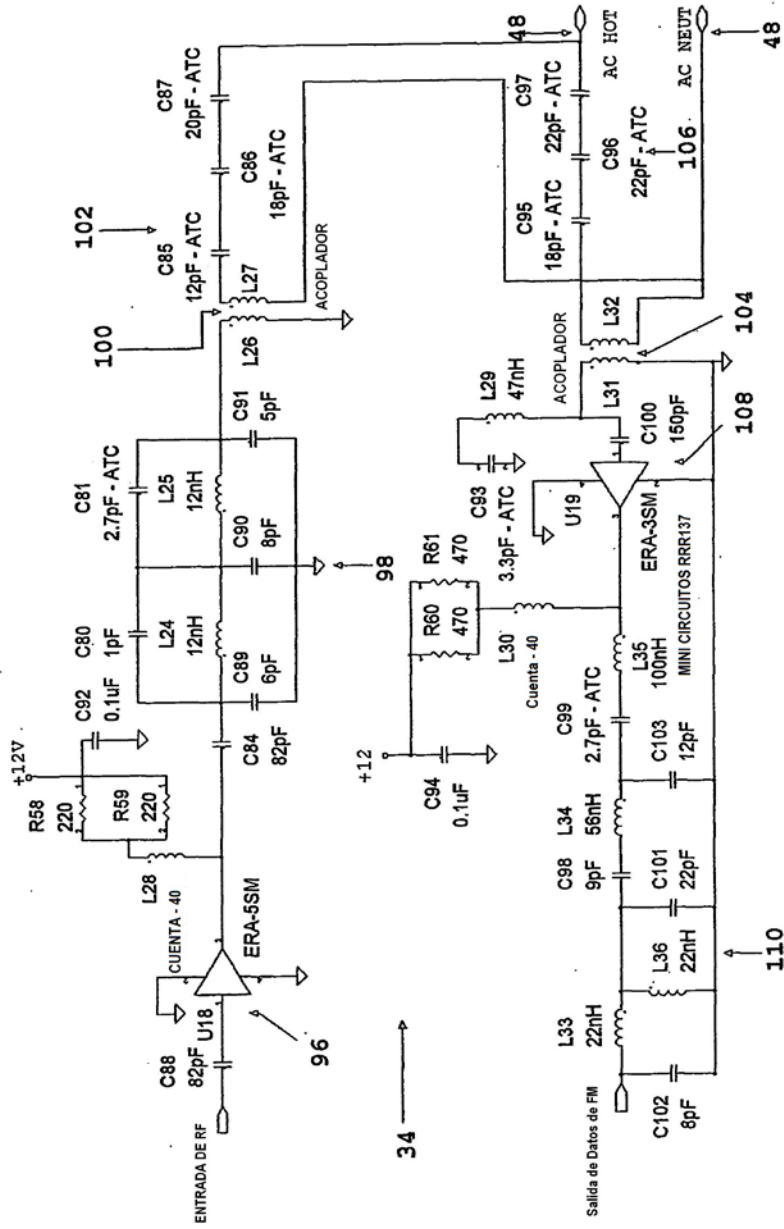


FIGURA 12

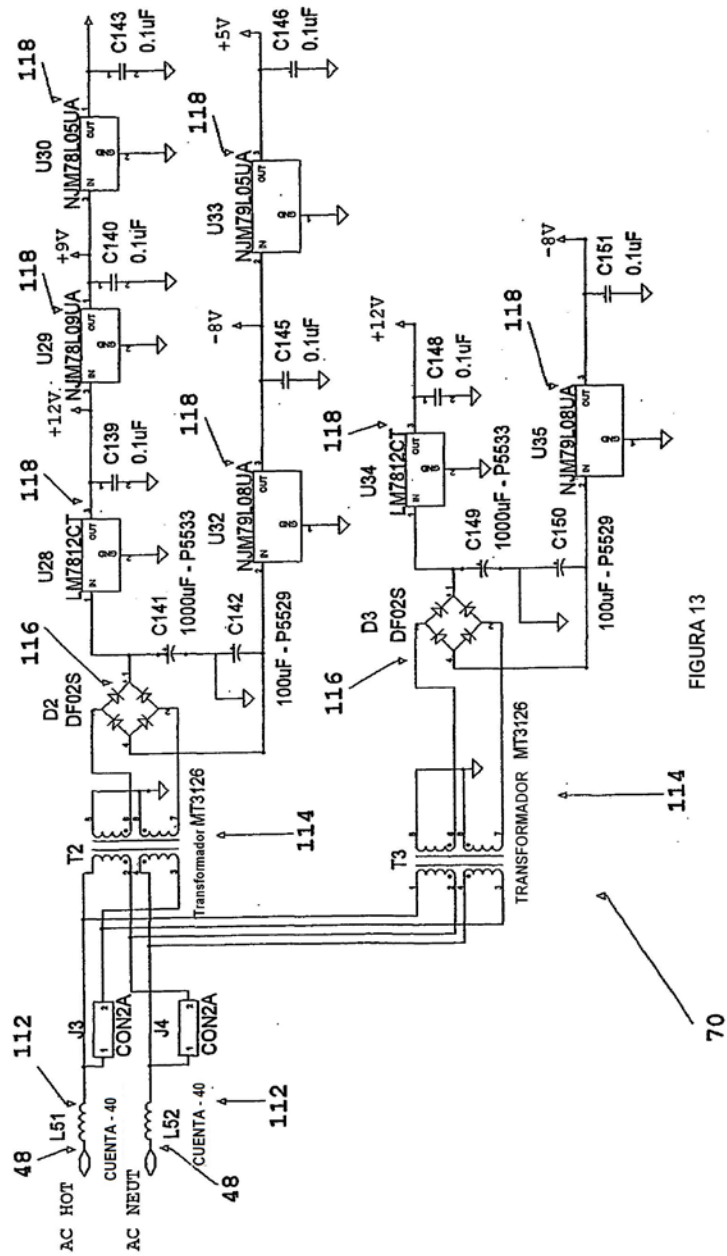


FIGURA 13

70