

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 862 432**

51 Int. Cl.:

**H04L 12/28** (2006.01)

**H04L 12/64** (2006.01)

**H03H 7/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.04.2017** **E 17167364 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.11.2020** **EP 3393087**

54 Título: **Adaptador híbrido de Ethernet sobre coaxial que proporciona una ruta de suministro de energía CA/CC y una ruta DVB-S/S2 en el mismo cable coaxial**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**07.10.2021**

73 Titular/es:

**EUTELSAT SA (100.0%)**  
**32 Boulevard Gallieni**  
**92130 Issy Les Moulineaux, FR**

72 Inventor/es:

**BONAVENTURA, MARCO y**  
**MARTIN, MASSIMO**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 862 432 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

Adaptador híbrido de Ethernet sobre coaxial que proporciona una ruta de suministro de energía CA/CC y una ruta DVB-S/S2 en el mismo cable coaxial

### Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere al campo de los adaptadores pasivos de Ethernet sobre coaxial. De acuerdo con un aspecto de la invención, el adaptador de la invención es un acoplador pasivo híbrido compatible con la capa física de Ethernet 10Base-T o 100Base-TX. De acuerdo con otro aspecto de la invención, el adaptador de acuerdo con la invención está adaptado para proporcionar además una ruta de suministro de energía CA/CC junto con una ruta DVB-S/S2 en un mismo cable coaxial.

### 10 Técnica anterior

A pesar de la proliferación de redes de área local (LAN) basadas en el estándar 10Base-T o 100Base-Tx (10/100 Base T), las instalaciones de cables coaxiales siguen siendo comunes en el cableado doméstico. Por ejemplo, los cables coaxiales se utilizan ampliamente para llevar datos de banda ancha a los hogares como cables de televisión.

- 15 La coexistencia de estas dos tecnologías exige continuamente nuevas soluciones técnicas, especialmente en lo que respecta al acoplamiento de Ethernet y cables coaxiales. Las aplicaciones típicas para tal acoplamiento son el acceso a Internet o la difusión de datos de banda ancha a través de cables coaxiales.

Además, algunas aplicaciones requieren la transmisión de una señal Ethernet sobre un cable coaxial junto con otras señales como una señal DVB-S/S2. Un ejemplo de tal aplicación es la tecnología desarrollada por Eutelsat® y descrita en la solicitud de patente internacional WO 2013/087502 A1 "Transmisión/Recepción de señales de microondas emitidas por satélite con un canal de retorno interactivo utilizando un protocolo de ensanchamiento espectral".

20 Se deben resolver varios problemas técnicos al acoplar una señal Ethernet a un cable coaxial.

En primer lugar, un cable Ethernet 10/100 Base T utiliza dos pares de cables trenzados para la transmisión/recepción Tx/Rx, mientras que un cable coaxial es un único hilo conductor rodeado por un aislante y un blindaje conductor. Además, las impedancias del cable Ethernet y del cable coaxial son diferentes y deben ser adaptadas para hacer posible la transferencia de datos. Para realizar esta conexión se pueden utilizar circuitos especiales denominados transceptores híbridos o simplemente híbridos.

El circuito híbrido actúa como un divisor, separando la señal transmitida de la señal recibida. Sin embargo, los híbridos pueden ser muy ineficaces para eliminar la señal transmitida del canal de recepción. Como consecuencia, la señal recibida puede ser gravemente perturbada por la transmitida.

30 La mayoría de las arquitecturas híbridas propuestas son circuitos activos con una etapa de cancelación de eco. En el documento US 2015/0334186 se dan ejemplos de circuitos de acoplamiento con una etapa activa para la cancelación de eco. Sin embargo, estas soluciones requieren etapas de modulación/demodulación activas que aumentan enormemente el coste del dispositivo.

Se dan otros ejemplos en los documentos CN 200 976 595 Y, CN 204 258 828 U, EP 1 675 288 A2.

35 El estado actual de la técnica carece de soluciones asequibles para proporcionar un suministro de energía, señal DVB-S/S2 y datos de Ethernet a través de un cable coaxial. Este tipo de solución es muy demandada para instalaciones que proporcionan acceso a Internet a través de conexiones por satélite, televisión de pago por visión, gestión de abonos personales y otros servicios de difusión.

### Compendio de la invención

40 La presente invención tiene como objetivo abordar los inconvenientes mencionados anteriormente proponiendo un adaptador pasivo de Ethernet sobre coaxial que es sencillo de realizar, económico y listo para enchufar.

Además, el adaptador de Ethernet sobre coaxial de la presente invención se puede conectar directamente al transceptor Físico de Ethernet y es compatible con todos los transceptores Ethernet PHY disponibles en el mercado.

45 Para este fin, según se describe por la reivindicación independiente adjunta, el objeto de la presente invención es un adaptador de Ethernet sobre coaxial para acoplar un transceptor Ethernet a un cable coaxial, comprendiendo dicho dispositivo al menos:

- un puerto de transmisión adaptado al estándar 10Base-T o al 100Base-TX;
- un puerto de recepción adaptado al estándar 10Base-T o al 100Base-TX;
- un puerto coaxial adaptado para conectarse a un cable coaxial;
- un primer conjunto de componentes pasivos;
- 5 - un segundo conjunto de componentes pasivos;

en donde:

- el primer conjunto de componentes pasivos está conectado al puerto de transmisión, el puerto coaxial y el segundo conjunto de elementos pasivos;
- 10 - el primer conjunto de componentes pasivos comprende al menos un primer transformador y una red de adaptación de impedancia que tiene una impedancia de carga, conectando el primer transformador la señal del puerto de transmisión tanto al puerto coaxial como a la red de adaptación de impedancia, estando adaptada la impedancia de carga a la impedancia del cable coaxial para minimizar el acoplamiento entre el puerto de transmisión y el puerto de recepción y para maximizar el acoplamiento entre el puerto coaxial y el puerto de transmisión;
- 15 - el segundo conjunto de componentes pasivos está conectado al menos al puerto coaxial a través del primer conjunto de elementos pasivos y al puerto de recepción, comprendiendo el segundo conjunto de componentes pasivos al menos un segundo transformador adaptado para adaptar la impedancia del puerto de recepción y la impedancia del cable coaxial conectado al puerto coaxial para maximizar el acoplamiento entre el puerto de recepción y el puerto coaxial.
- 20 - el puerto de transmisión está conectado a la bobina primaria del primer transformador, la bobina secundaria del primer transformador comprende una toma central que divide la bobina secundaria del primer transformador en una bobina secundaria superior y una inferior, la toma central está conectada al segundo conjunto de elementos pasivos, la bobina secundaria inferior está conectada a una red de adaptación de impedancia y la bobina secundaria superior está conectada al puerto coaxial.

En el estándar 10/100 Base-T, cada puerto está conectado a través de un par trenzado doble. El puerto de transmisión y el puerto de recepción están conectados directamente a un transceptor físico Ethernet.

- 25 Alternativamente, el puerto de transmisión y el puerto de recepción pueden estar conectados a un extremo de un cable Ethernet 10/100 Base-T. Por ejemplo, se puede utilizar un conector Rj45 como conector para el cable Ethernet.

Los puertos de transmisión y recepción tienen una impedancia diferencial de 100 Ohmios en los estándares 10Base-T y 100Base-TX.

- 30 El puerto coaxial está conectado al cable coaxial. Por ejemplo, se puede utilizar un conector tipo F para el puerto coaxial. El puerto coaxial tiene una impedancia de 75 Ohmios.

Al implementar una conexión coaxial de Ethernet, se han de resolver dos problemas principales:

- Evitar el eco entre las rutas de recepción y transmisión, por ejemplo cuando se transmite una señal desde la ruta de transmisión de Ethernet a la línea coaxial, parte de esta señal se puede acoplar en la ruta de recepción de Ethernet provocando una señal recibida parásita;
- 35 - Adaptar la impedancia del cable Ethernet y la impedancia del cable coaxial para optimizar la recepción y/o transmisión de la señal.

La presente invención utiliza dos conjuntos de elementos pasivos colocados entre el puerto de transmisión/recepción del cable Ethernet y la línea coaxial para resolver estos dos problemas.

- 40 Entendemos por un primer conjunto de componentes pasivos un grupo de elementos pasivos como transformadores, resistencias, condensadores e inductores. Por ejemplo, el primer conjunto de elementos pasivos S1 comprende al menos un primer transformador T1. El puerto de transmisión está conectado a la bobina primaria PL1 del primer transformador T1. La bobina secundaria comprende una toma central que divide la bobina secundaria en una bobina secundaria superior USL1 y una inferior LSL1. La toma central CT está conectada al segundo conjunto S2 de elementos pasivos. La bobina secundaria inferior LSL1 está conectada a una red de carga o red de adaptación de impedancia y la bobina secundaria superior ULS1 está conectada al puerto P2 coaxial.
- 45

Una parte de estos elementos forma una red de adaptación de impedancia que tiene una impedancia de carga adaptada a la impedancia del cable coaxial.

5 Ventajosamente, cuando la red de carga del primer conjunto de elementos pasivos S1 se adapta a la impedancia del cable coaxial, tiene lugar una cancelación eficaz de eco, evitando el acoplamiento de la señal transmitida al puerto P3 de recepción.

Entendemos por un segundo conjunto de componentes pasivos S2 un grupo de elementos pasivos como transformadores, resistencias, condensadores e inductores. El segundo conjunto de elementos pasivos comprende al menos un segundo transformador T2, cuya bobina primaria está conectada a la ruta de recepción. La bobina secundaria del segundo transformador está conectada a la toma central del primer transformador.

10 Ventajosamente, gracias al segundo transformador T2, es posible adaptar la impedancia entre el puerto de recepción y el puerto coaxial para maximizar la transmisión de una señal desde el cable coaxial al puerto de recepción.

Ventajosamente, el uso de los dos conjuntos de elementos pasivos conectados al puerto de transmisión, el puerto de recepción y el puerto coaxial permite cancelar las interferencias entre las señales transmitidas y recibidas y maximizar el acoplamiento entre la capa física de Ethernet y el cable coaxial. .

15 Además de las características principales mencionadas anteriormente, el adaptador de Ethernet sobre coaxial de acuerdo con la presente invención puede incluir una o más características adicionales de las enumeradas en lo que sigue, ya sea individualmente o en cualquier combinación técnica posible de las mismas:

- la bobina primaria del segundo transformador está conectada al puerto de recepción y la bobina secundaria del segundo transformador está conectada a la toma central del primer transformador;

20 - el puerto de recepción comprende una terminación resistiva;

- el adaptador de Ethernet sobre coaxial comprende un amplificador totalmente diferencial que amplifica la señal emitida desde el segundo transformador y dirigida al puerto de recepción;

25 - el adaptador de Ethernet sobre coaxial comprende un primer condensador conectado en paralelo al puerto de transmisión y un segundo condensador conectado en paralelo al puerto de recepción, actuando el primer y segundo condensador como filtros de paso bajo para los puertos de transmisión y recepción;

- el adaptador de Ethernet sobre coaxial comprende un condensador de desacoplamiento conectado al puerto coaxial y el primer conjunto de elementos pasivos;

- el puerto de transmisión y el puerto de recepción están integrados en un conector Rj45 y el puerto coaxial es un conector F.

30 - la red de adaptación de impedancia está adaptada a las características del cable coaxial;

- las bobinas primarias de los dos transformadores comprenden una primera y una segunda toma central, estando al menos una de dichas primera y segunda tomas centrales conectada a al suministro digital del tranceptor Ethernet.

Otro objeto de la invención es un circuito que proporciona una ruta de suministro de energía de CA/CC que comprende:

- el adaptador de Ethernet sobre coaxial (EoC) de acuerdo con la invención;

35 - un bloque Bias Tee para la transmisión de los componentes de CC;

- conectores de suministro de entrada y/o de salida.

El circuito que proporciona una ruta de suministro de energía CA/CC puede proporcionar además una ruta DVB-S/S2 en el cable coaxial y comprende un circuito diplexor para multiplexar la señal Ethernet y la DVB-S/S2 en el cable coaxial.

#### Lista de figuras

40 Otras características y ventajas de la invención resultarán evidentes a partir de la descripción que se proporciona en lo que sigue, puramente con fines ejemplares y no limitativos, con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

- La figura 1 es un esquema del adaptador de Ethernet sobre coaxial de acuerdo con la invención;

- La figura 2 representa un circuito que implementa el adaptador de Ethernet sobre coaxial de la figura 1;

- La figura 3a representa la atenuación de puerto cruzado del dispositivo de la figura 2 en función de la frecuencia;
- La figura 3b representa la característica de adaptación de puertos del dispositivo de la figura 2;
- La figura 4 muestra la arquitectura de transformador único en la que se basa el adaptador de la figura 2;
- La figura 5 representa un esquema detallado de una implementación del adaptador de la figura 1;
- 5 - La figura 6 muestra una versión avanzada del circuito de la figura 2 en el que se ha añadido una variación de terminación o terminación resistiva a la ruta de recepción;
- La figura 7 muestra una versión avanzada del circuito de la figura 2 en el que se ha añadido un amplificador activo;
- La figura 8 muestra un diagrama de bloques de un circuito que comprende el adaptador de Ethernet sobre coaxial de acuerdo con las figuras anteriores y en el que se ha añadido una ruta de suministro de energía de CA/CC adicional;
- 10 - La figura 9 muestra un primer ejemplo del circuito de acuerdo con la figura 8;
- La figura 10 muestra un segundo ejemplo del circuito de acuerdo con la figura 9;
- La figura 11 muestra un diagrama de bloques del circuito de la figura 8-10 que comprende además una ruta DVB - S/S2.
- La Figura 12 muestra un circuito utilizado para multiplexar la señal Ethernet y la señal DVB-S/S2 y comprendido en el circuito de la Figura 11.

#### 15 **Descripción detallada de la invención**

La figura 1 muestra una representación esquemática del adaptador de Ethernet sobre coaxial EoC. Este dispositivo se denominará indistintamente adaptador EoC, híbrido EoC o simplemente híbrido en lo que sigue.

El adaptador EoC comprende:

- un puerto P1 de transmisión de 100Base-TX; el puerto P1 es un puerto diferencial de 100 Ohm;
- 20 - un puerto P3 de recepción de 100Base-TX; el puerto P3 es un puerto diferencial de 100 Ohm;
- un puerto P2 coaxial; el puerto P2 es un puerto de un solo extremo de 75 Ohm;
- el primer conjunto de elementos pasivos S1, estando conectado el conjunto de elementos pasivos S1 al puerto P1 de transmisión, el puerto P2 coaxial y el segundo conjunto de elementos pasivos S2;
- 25 - el segundo conjunto de elementos pasivos S2, conectado al primer conjunto de elementos pasivos S1 y al puerto P3 de recepción.

La figura 2 muestra una realización específica del dispositivo de la figura 1.

De acuerdo con esta realización el primer conjunto de elementos pasivos S1 comprende:

- un primer transformador T1 que comprende una bobina primaria PL1 y una bobina secundaria dividida por una toma central CT en una bobina secundaria superior USL1 y una bobina secundaria inferior LSL1;
- 30 - una red de carga o red de adaptación de impedancia que comprende una capacitancia de adaptación Cm y una resistencia de adaptación Rm;
- una capacitancia C1;
- una capacitancia Cc.

Un extremo de la bobina secundaria superior USL1 está conectado en serie a la capacitancia Cc y al puerto P2 coaxial.

- 35 Un extremo de la bobina secundaria inferior LSL1 está conectada en serie a la red de carga o red de adaptación de impedancia que comprende la capacitancia de adaptación Cm y la resistencia de adaptación Rm. La red de carga está conectada además a tierra.

De acuerdo con esta realización, el segundo conjunto de elementos pasivos S2 comprende:

- un segundo transformador T2 que comprende una bobina primaria PL2 y una bobina secundaria SL2;
- una capacitancia C2.

La capacitancia C1 y la capacitancia C2 actúan como un filtro de paso bajo de primer orden y eliminan los armónicos de alta frecuencia de la señal Ethernet transmitida y recibida respectivamente.

- 5 El punto de toma central CT que divide la bobina secundaria del primer transformador T1 está conectado a un extremo de la bobina secundaria SL2 del segundo transformador T2. El otro extremo de la bobina secundaria SL2 del segundo transformador está conectado a tierra.

El potencial de referencia de tierra del puerto P2 coaxial puede ser el mismo que el potencial de referencia del transceptor P1, P2 y el del segundo transformador T2.

- 10 Alternativamente, la tierra coaxial es la misma que la red de carga y la misma que la bobina secundaria SL2 de T2 pero es diferente del potencial de tierra del puerto P1 de transmisión y el puerto P3 de recepción. Esta característica se denomina normalmente aislamiento eléctrico entre el dispositivo electrónico- puertos P1 y P3 - y el puerto P2 coaxial.

- 15 El puerto P1 de transmisión 100Base-TX está acoplado al transformador T1 superior. La señal transmitida se divide entonces por igual en dos ramas en el punto de toma central CT de la bobina secundaria del primer transformador T1. Una primera rama es la bobina secundaria inferior LSL1 conectada en serie con la red de adaptación de impedancia y la segunda rama es la bobina secundaria superior USL1 del primer transformador T1 conectado en serie con el puerto P2 coaxial, que tiene una carga coaxial.

- 20 Si las dos ramas son equivalentes, es decir, las dos ramas tienen la misma impedancia, la toma central CT del primer transformador está virtualmente a tierra con respecto a la señal transmitida por P1 y no hay fugas de señal en el puerto receptor P3.

Ventajosamente, se maximiza la atenuación entre el puerto P1 y el puerto P3, lo que evita interferencias entre la ruta de transmisión y la de recepción del cable Ethernet.

- 25 De acuerdo con la realización de la figura 2, los componentes de la red de carga que son  $C_m$  están comprendidos en el intervalo entre 100nF y 390nF y los  $R_m$  están comprendidos en el intervalo entre 70 y 80 Ohm para adaptarse a la impedancia del cable coaxial, nominalmente igual a 75Ohm. Son posibles otros valores y redes de impedancia.

Ventajosamente, el acoplamiento entre el puerto P1 de transmisión y el puerto P2 coaxial se maximiza entonces y se cancela el eco.

Cuando existe una fuente de señal en el puerto P2 coaxial, parte de la señal se acopla con el transformador inferior y la señal se adapta a la impedancia del receptor.

- 30 Ventajosamente, el esquema de doble transformador de la figura 2 minimiza la atenuación entre el puerto P2 coaxial, el puerto P1 de transmisión y el puerto P2 de recepción. En otras palabras, la transmisión de la señal del cable Ethernet al cable coaxial y viceversa es óptima.

Además, el puerto P1 de transmisión y el puerto P3 de recepción son perfectamente intercambiables. En otras palabras, los rendimientos del adaptador de acuerdo con la figura 2 son exactamente las mismas si se intercambian P1 y P3.

- 35 La figura 3a muestra el acoplamiento de puerto cruzado en función de la frecuencia. La curva  $dBS_{32}$  representa la relación entre la potencia de la señal conectada en el puerto P3 de recepción y la potencia de la señal emitida por el puerto P2 coaxial y muestra un excelente acoplamiento entre estos dos puertos. Lo mismo es cierto para la curva  $dBS_{21}$  que se superpone perfectamente a  $dBS_{32}$ .

- 40 La curva  $dBS_{31}$  representa el acoplamiento entre el puerto 3 y el puerto 1 y es inferior a -35dB, lo que significa una excelente atenuación entre estos dos puertos. Esta curva está fuera de la escala de la figura 3a.

Los gráficos de la figura 3a muestran entonces que la capa Ethernet Phy y el cable coaxial están bien acoplados, mientras que el eco entre la ruta de recepción y transmisión de la capa Ethernet Phy se cancela.

- 45 La Figura 3b muestra la adaptación de puertos para los puertos P1, P2 y P3 expresada en decibelios (dB). Los gráficos representan la relación entre la señal reflejada por un puerto dado y la señal acoplada al mismo puerto. La relación es muy baja en el intervalo de frecuencia de interés. Esto significa que las señales de entrada se acoplan de manera muy eficiente en el híbrido Eoc.

El principio de la invención se explica en base a la figura 4 que muestra el primer transformador T1.

Zt es la impedancia de transmisión, Zl es la impedancia de la línea coaxial, Zr es la impedancia del receptor y Zm es la impedancia de la red de adaptación.

5 I1 es la corriente en la bobina primaria PL1 del primer transformador T1 que tiene n1 devanados y V1 es el voltaje a través de PL1. La toma central CT divide la bobina secundaria en la bobina secundaria superior USL1 que tiene n2 devanados y la bobina secundaria inferior LSL2 que tiene n3 devanados.

Si el transformador es ideal, son válidas las siguientes ecuaciones:

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} = \frac{V_3}{n_3}$$

Y

10 
$$I_1 n_1 + I_2 n_2 + I_3 n_3 = 0$$

Para determinar las condiciones de cancelación de eco, establecemos el voltaje a través de la ruta de recepción Vr = 0, permitiendo al mismo tiempo la transmisión de una señal por Vt. Esto implica que Ir = 0 e I2 = I3. Esto es equivalente a V2/Zl = V3/Zm o n2/Zl = n3/Zm, que se puede reescribir como Zm/n3 = Zl/n2.

15 Si la bobina secundaria es simétrica n2=n3 y tenemos Zl=Zm. La cancelación de eco es perfecta si la impedancia de adaptación es igual a la impedancia del cable coaxial.

Además, se puede demostrar que si se adaptan las impedancias, la máxima transferencia de potencia entre el puerto P1 de transmisión y el puerto P2 coaxial se obtiene cuando Zr = Zl/2.

20 Esta ecuación no se satisface automáticamente porque el transceptor Ethernet tiene una impedancia diferencial Zr = 100 Ohm cuando la impedancia de la línea coaxial es de 75 Ohm. Por tanto, Zr debería ser Zl/2, nominalmente 37,5 Ohm. Para resolver este inconveniente, la presente invención utiliza el segundo transformador T2 para adaptar las impedancias.

Por ejemplo, la relación de devanado del segundo transformador T2 se puede elegir para adaptar Zr. Por ejemplo, eligiendo  $\sqrt{2Z_r/Z_l} = \sqrt{100/37,5} = 1,63$ .

Ventajosamente, el segundo transformador se utiliza para adaptar la impedancia del cable Ethernet y la del cable coaxial. Se maximiza entonces la potencia de la señal transmitida entre los dos cables.

25 La figura 5 muestra una implementación detallada del híbrido Eoc de acuerdo con la invención.

Los bloques D y C de la figura 5 representan respectivamente el primer transformador T1 y el segundo transformador T2.

El bloque E es la red de adaptación de impedancia. En el ejemplo mostrado en la figura 5, esta red de adaptación de impedancia comprende un condensador C5 en serie con una impedancia Z. El condensador C5 también se puede omitir.

Por ejemplo, Z puede comprender dos resistencias R1 y R2 conectadas en paralelo.

30 Alternativamente, Z puede ser una simple resistencia o un paralelo formado por un inductor y una resistencia, R//L.

Ventajosamente, la estructura de la red de adaptación de impedancia y su impedancia de carga se pueden adaptar a la impedancia de la línea coaxial. La impedancia de la línea coaxial puede cambiar, por ejemplo, en base a la longitud del cable coaxial, por ejemplo, si la otra terminación del cable coaxial no es exactamente igual a 75 Ohm.

El puerto P1 de transmisión y el puerto P3 de recepción están conectados directamente al transceptor Ethernet.

35 Alternativamente, el puerto P1 de transmisión y el puerto P3 de recepción están conectados a un conector Rj45 para enchufar un cable Ethernet.

El puerto P3 coaxial está conectado a un conector F para enchufar un cable coaxial.

- En esta realización, las bobinas primarias de los dos transformadores comprenden una toma central CTP1, CTP2. El propósito de estas tomas centrales CTP1 y CTP2 es ser compatibles con la mayoría de Ethernet Phy. De hecho, algunos de ellos requieren que la toma central del elemento magnético sea conectada al suministro digital, de acuerdo con las notas de aplicación de 100Base-TX del transceptor específico. Esto es cierto porque queremos eliminar el elemento magnético de Ethernet específico utilizando solamente los elementos magnéticos de híbrido EoC.
- Los condensadores C3 y C4 son condensadores de derivación utilizados para obtener un suministro estable.
- Ventajosamente, es posible conectar el híbrido de Eoc de acuerdo con esta realización directamente al transceptor físico de Ethernet.
- El bloque A de la figura 5 comprende dos condensadores C1 y C2 que actúan como filtros de paso bajo en las rutas de transmisión y recepción.
- Ventajosamente, estos condensadores eliminan los armónicos de Ethernet de alta frecuencia. Para este fin, C1 y C2 deben estar en el intervalo de algunos pF, por ejemplo, 10 pF en el ejemplo de la figura 5.
- El bloque F comprende un circuito de desacoplamiento de CA/CC. En el ejemplo de la figura 5, este bloque es un condensador  $C_c = 150$  nF.
- Este bloque es necesario porque la impedancia de entrada en el puerto P2 coaxial en CC sin  $C_c$  sería un cortocircuito para cualquier componente de CC disponible en la línea. Tal circuito se diseña considerando que la impedancia de entrada equivalente es un inductor en paralelo con una resistencia. De acuerdo con los valores de los componentes en los bloques C y D, se debe utilizar un condensador de unos pocos cientos de nF.
- Cabe señalar que el híbrido EoC de acuerdo con la presente invención funciona adecuadamente incluso si los componentes reales, como el cable coaxial, tienen una desadaptación entre los valores nominales de impedancia y sus valores reales. En particular, el híbrido Eoc de acuerdo con la presente invención ofrece rendimientos óptimos con una desadaptación de impedancia de hasta 5 Ohm.
- La figura 6 muestra una versión avanzada del circuito de la figura 2 en el que se ha añadido una variación de terminación TV a la ruta de recepción. La variación de terminación es una terminación resistiva.
- El híbrido Eoc de la figura 2 tiene el inconveniente de que se incluyen pérdidas de 3,0 dB en la ruta de transmisión y en la ruta de recepción. Como consecuencia, la atenuación híbrida nominal total de 6,0 dB excluyendo la pérdida parásita.
- Para resolver este problema, el circuito de la figura 6 utiliza el segundo transformador T2 para proporcionar una ganancia de voltaje de + 3dB para compensar la pérdida de 3dB en el canal P1 de transmisión. En esta realización, se utiliza una terminación de la ruta de recepción de 300 Ohm.
- Ventajosamente, esta variación de terminación TV permite un enlace de comunicación más robusto. Por ejemplo, con tal esquema es posible utilizar cables más largos.
- Cabe señalar que algunos de los transceptores Físicos 100Base-TX integran la terminación de la ruta de recepción en el chip. En estos casos, la solución de la figura 6 no es aplicable.
- En tal caso, se puede utilizar el circuito de la figura 7. En este caso, la ganancia en la ruta de recepción se obtiene a través de un amplificador AMP totalmente diferencial.
- Ventajosamente, el esquema de la figura 7 es compatible con cualquier capa Física de Ethernet 100Base-TX.
- De acuerdo con una realización del Híbrido EoC de acuerdo con la invención, es posible añadir un suministro de energía CA/CC en la línea coaxial como se muestra en el circuito de la figura 8.
- Por ejemplo, el suministro de energía de CA puede soportar 24 V de CA para un mercado específico donde está disponible. El suministro de energía de CA debe ser de baja frecuencia, es decir, 50 o 60 Hz.
- En el diagrama de bloques de la figura 8, el bloque RJ45 representa el conector que proporciona la señal Ethernet a través de la ruta de transmisión asociada al puerto P1 y la ruta de recepción asociada al puerto P3. El híbrido Eoc se puede realizar de acuerdo con uno de los esquemas de acuerdo con la invención y presentado anteriormente.
- El suministro de entrada y el suministro de salida son el conector que proporciona el suministro de energía. De acuerdo con una realización, se proporciona solo la conexión de suministro de entrada o solo la de suministro de salida. Según otra realización, se proporcionan tanto el suministro de entrada como el suministro de salida.

El bloque Bias Tee proporciona el componente de CC a la línea coaxial.

Un circuito Bias Tee es un circuito estándar de tres puertos que se utiliza para establecer el punto de polarización CA/CC de un circuito. El Bias Tee se puede diseñar adecuadamente para no afectar la transmisión de los componentes de CA.

5 Alternativamente, el circuito de la figura 8 se puede conectar directamente al transceptor Físico de Ethernet sin utilizar un conector RJ45.

El circuito de la figura 8 se puede implementar, por ejemplo, utilizando el esquema detallado de la figura 9.

El circuito de la figura 9 tiene su primer transformador T1 conectado a través de la toma central CT al circuito Bias Tee BTC y al puerto de suministro SP de CA/CC. Cualquier señal presente en la toma central CT no está acoplada con la ruta de recepción de Ethernet.

10 Ventajosamente, el circuito de la figura 9 elimina el acoplamiento entre el ruido del suministro de energía y la ruta de recepción de Ethernet.

De acuerdo con otra realización de la presente invención, el diagrama de bloques de la figura 8 se puede implementar con el circuito representado en la figura 10.

15 En este caso, el circuito Bias Tee es un filtro utilizado para insertar el suministro de energía CA/CC. En el ejemplo de la figura 10, el filtro es un filtro T de tercer orden conectado al puerto de suministro CA/CC.

Ventajosamente, el circuito de la figura 10 es completamente compatible con el híbrido Eoc descrito en la figura 2.

20 De acuerdo con una realización de la presente invención, es posible añadir una ruta DVB-S/S2 en la línea coaxial. Esta realización de la presente invención se puede utilizar, por ejemplo, en el sistema SmartLNB desarrollado por Eutelsat y descrito en la solicitud de patente internacional WO 2013/087502 A1 " Transmisión/Recepción de señales de microondas emitidas por satélite con un canal de retorno interactivo utilizando un protocolo de ensanchamiento espectral".

En un sistema SmartLNB, se puede entregar una señal DVB-S/S2 desde la unidad exterior a la unidad interior. Esta señal puede coexistir junto con la señal 100Base-TX ya que utilizan diferentes bandas. De hecho, la señal 100Base-TX utiliza la banda comprendida entre 100kHz y 125 MHz mientras que la señal DVB-S/S2 utiliza la banda comprendida entre 925 Mhz y 2175MHz.

25 La Figura 11 muestra un diagrama de bloques para un circuito que comprende un Adaptador Eoc, una ruta de suministro de energía SP de CA/CC y una ruta de señal DVB-S/S2 sobre la línea coaxial. La señal Ethernet Eth y la señal DVB-S/S2 se multiplexan utilizando un diplexor DIP. Multiplexar las dos señales significa, por ejemplo, que las dos señales se transmiten a lo largo de la misma ruta.

30 Alternativamente, el circuito de la figura 11 se puede conectar directamente al transceptor Físico de Ethernet sin utilizar un conector RJ45.

La figura 12 muestra el circuito diplexor utilizado en el diagrama de bloques de la figura 11 de acuerdo con una realización de la presente invención. En este caso, el diplexor es un diplexor de tercer orden.

Cabe señalar que todas las características técnicas que se han descrito en referencia al estándar 100Base-TX se pueden utilizar también con el estándar 10Base-T.

35

**REIVINDICACIONES**

1. Un adaptador de Ethernet sobre coaxial (Eoc) para acoplar un transceptor Ethernet a un cable coaxial, comprendiendo dicho adaptador al menos:

- un puerto (P1) de transmisión adaptado al estándar 10Base-T o 100Base-TX;
- 5 - un puerto (P3) de recepción adaptado al estándar 10Base-T o 100Base-TX;
- un puerto (P2) coaxial adaptado para conectarse a un cable coaxial;
- un primer conjunto de componentes pasivos (S1);
- un segundo conjunto de componentes pasivos (S2);

en donde:

10 - el primer conjunto de componentes pasivos (S1) está conectado al puerto (P1) de transmisión, el puerto (P2) coaxial y el segundo conjunto de elementos pasivos (S2);

15 - el primer conjunto de componentes pasivos (S1) comprende al menos un primer transformador (T1) y una red de adaptación de impedancia (Cm, Rm) que tiene una impedancia de carga, conectando el primer transformador (T1) la señal del puerto (P1) de transmisión tanto al puerto (P2) coaxial como a la red de adaptación de impedancia (Cm, Rm), estando adaptada la impedancia de carga a la impedancia del cable coaxial para minimizar el acoplamiento entre el puerto (P1) de transmisión y el puerto (P3) de recepción y maximizar el acoplamiento entre el puerto (P2) coaxial y el puerto (P1) de transmisión;

20 - el segundo conjunto de componentes pasivos (S2) está conectado al menos al puerto (P2) coaxial a través del primer conjunto de elementos pasivos (S1) y al puerto (P3) de recepción, comprendiendo el segundo conjunto de componentes pasivos (S2) al menos un segundo transformador (T2) adaptado para adaptarse a la impedancia del puerto (P3) de recepción y la impedancia del cable coaxial conectado al puerto (P2) coaxial para maximizar el acoplamiento entre el puerto (P3) de recepción y el puerto (P2) coaxial.

25 - el puerto (P1) está conectado a la bobina primaria (PL1) del primer transformador (T1), la bobina secundaria del primer transformador (T1) comprende una toma central (CT) que divide la bobina secundaria del primer transformador en una bobina secundaria superior (USL1) y una inferior (LSL1), la toma central (CT) está conectada al segundo conjunto de elementos pasivos (S2), la bobina secundaria inferior (LSL1) está conectada a la red de adaptación de impedancia (Cm, Rm) y la bobina secundaria superior (USL1) está conectada al puerto (P2) coaxial.

30 2. El adaptador de Ethernet sobre coaxial (EoC) de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado porque la bobina primaria (PL2) del segundo transformador (T2) está conectada al puerto (P3) de recepción y la bobina secundaria (SL2) del segundo transformador (T2) está conectada a la toma central (CT) del primer transformador (T1).

3. El adaptador de Ethernet sobre coaxial (EoC) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque el puerto (P3) de recepción comprende una terminación resistiva (TV).

35 4. El adaptador de Ethernet sobre coaxial (EoC) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque comprende un amplificador (AMP) totalmente diferencial que amplifica la señal emitida desde el segundo transformador (T2) y dirigida al puerto (P3) de recepción.

5. El adaptador de Ethernet sobre coaxial (EoC) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque comprende un primer condensador (C1) conectado en paralelo al puerto (P1) de transmisión y un segundo condensador (C2) conectado en paralelo al puerto (P3) de recepción, actuando el primer (C1) y el segundo condensador (C2) como filtros de paso bajo para los puertos de transmisión y recepción.

40 6. El adaptador de Ethernet sobre coaxial (EoC) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque comprende un condensador de desacoplamiento (Cc) conectado al puerto (P2) coaxial y el primer conjunto de elementos pasivos (S1).

45 7. El adaptador de Ethernet sobre coaxial (EoC) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque el puerto (P1) de transmisión y el puerto (P2) de recepción están integrados en un conector RJ45 y el puerto coaxial es un conector F.

8. El adaptador de Ethernet sobre coaxial (EoC) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque la red de adaptación de impedancia se adapta a las características del cable coaxial.

5 9. El adaptador de Ethernet sobre coaxial (Eoc) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque las bobinas primarias del primer (T1) y segundo transformador (T2) comprenden una primera y una segunda toma central (CTP1, CTP2), estando al menos una de dicha primera y segunda toma central conectada al suministro digital del transceptor Ethernet.

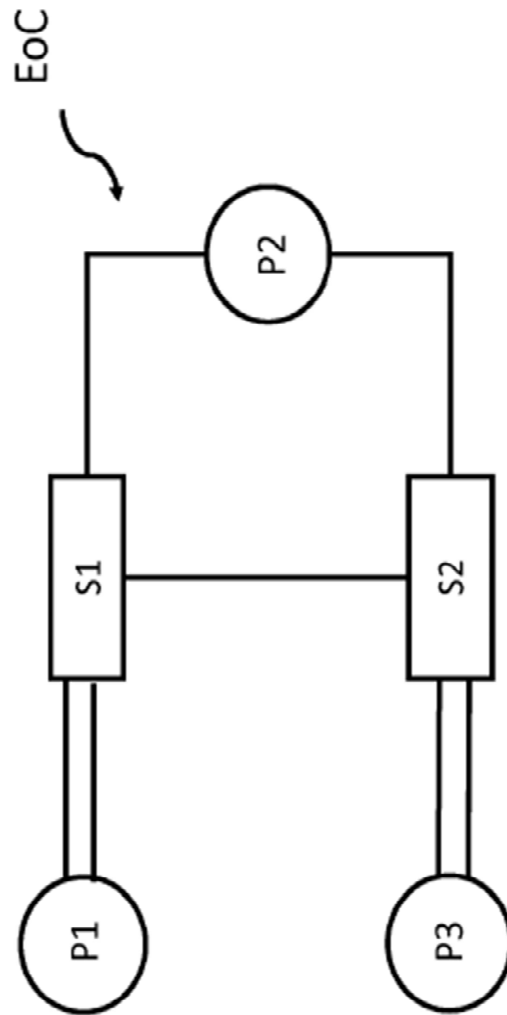
10. Un circuito que proporciona una ruta de suministro de energía CA/CC que comprende:

- el adaptador de Ethernet sobre coaxial (EoC) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores;

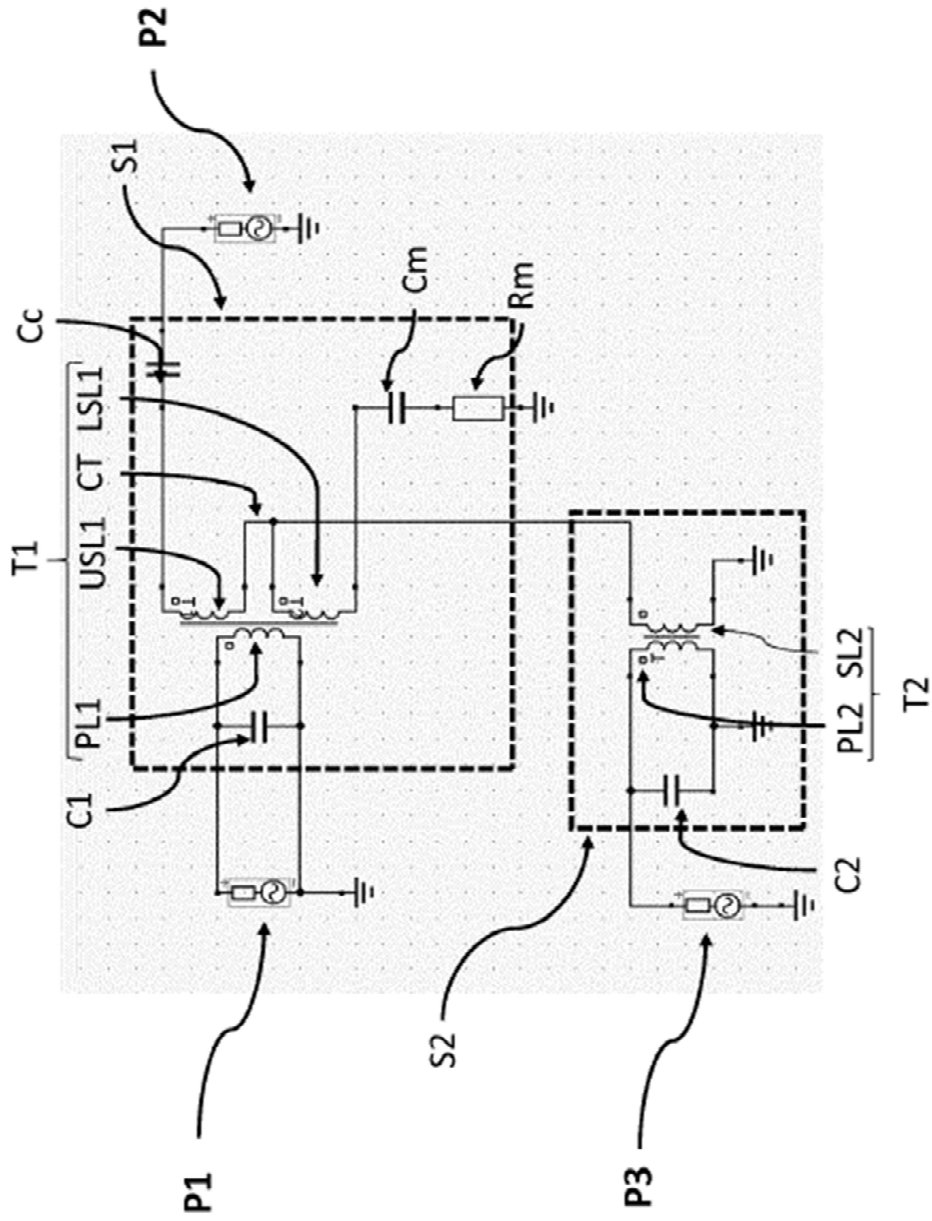
- un bloque Bias Tee para la transmisión de los componentes de CC;

10 - conectores de suministro de entrada y/o suministro de salida.

11. El circuito de acuerdo con la reivindicación anterior que proporciona además una ruta DVB-S/S2 en el cable coaxial y que comprende un circuito diplexor (DIP) para multiplexar la señal Ethernet y Dvb-S/S2 en el cable coaxial.



**Fig. 1**



**Fig. 2**

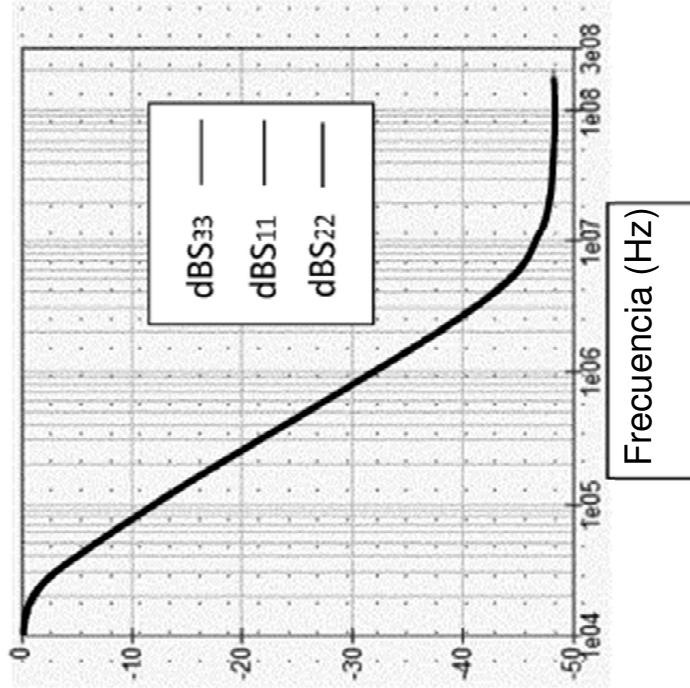


Fig. 3b

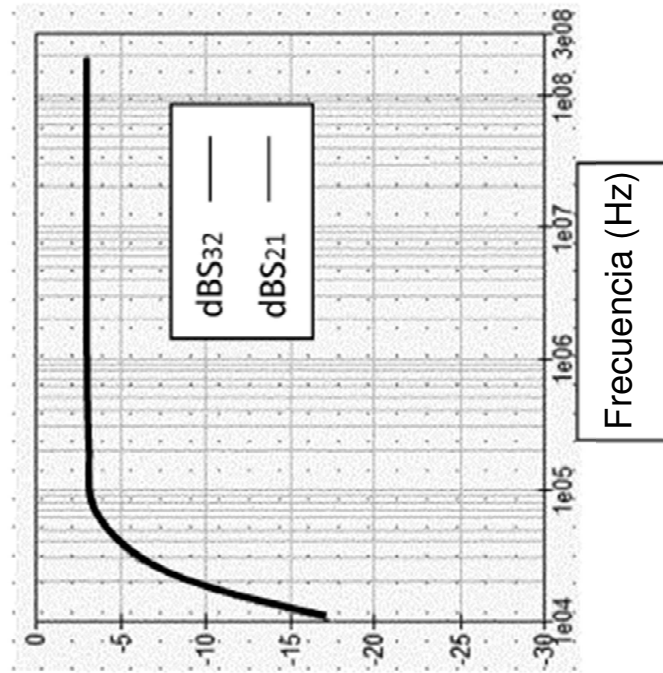
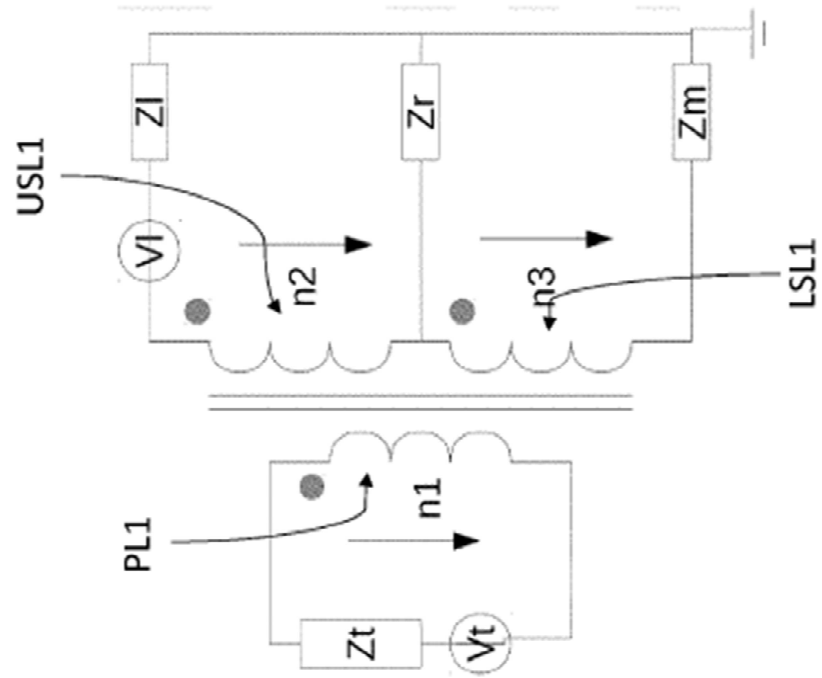
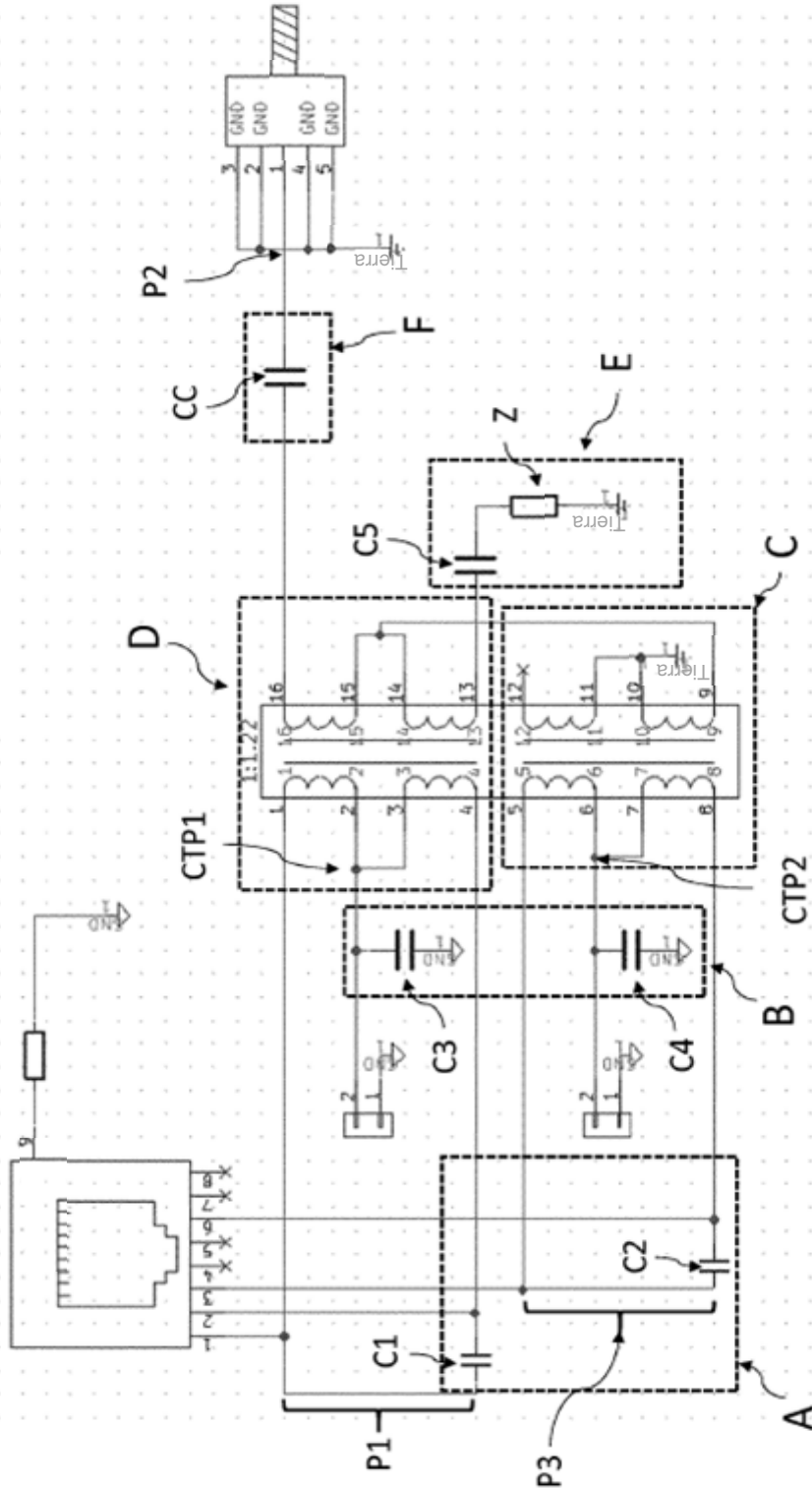


Fig. 3a



**Fig. 4**



**Fig. 5**

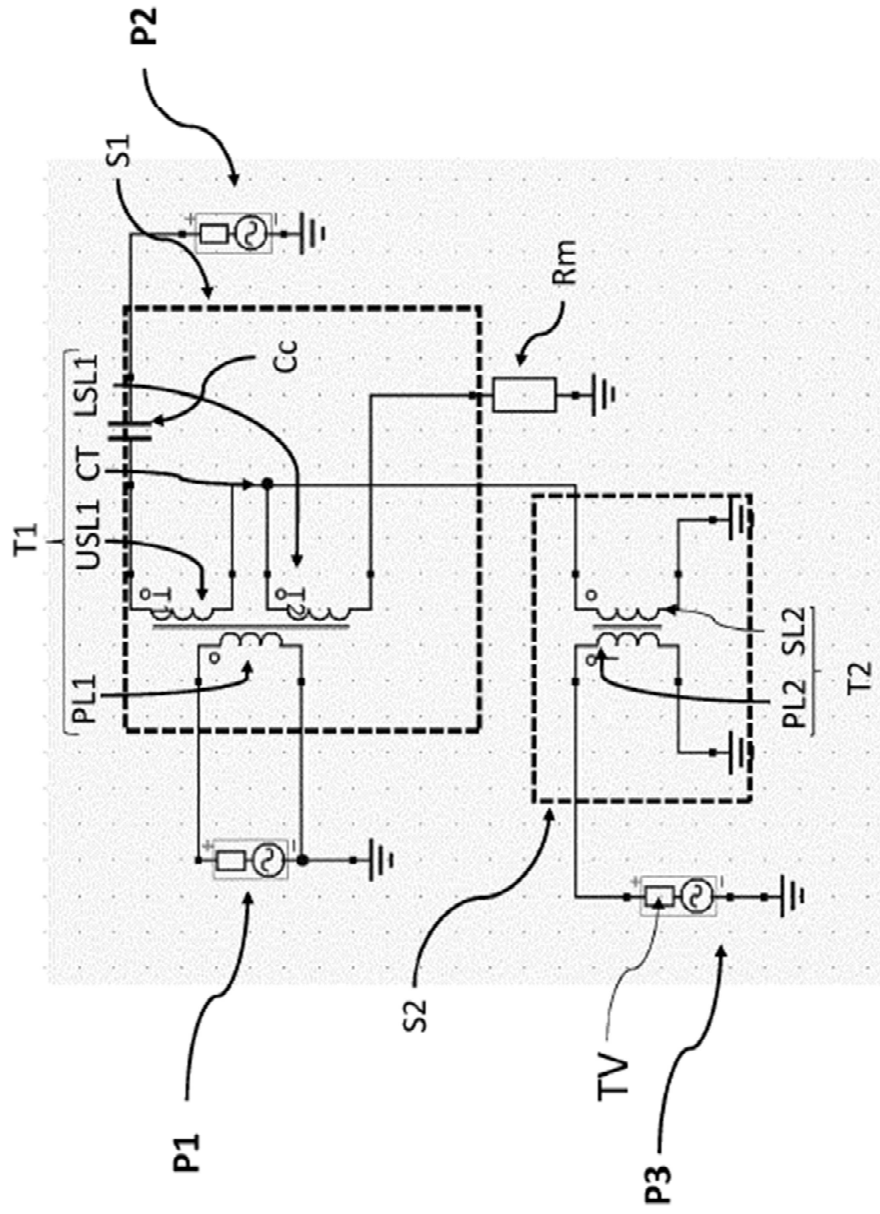


Fig. 6

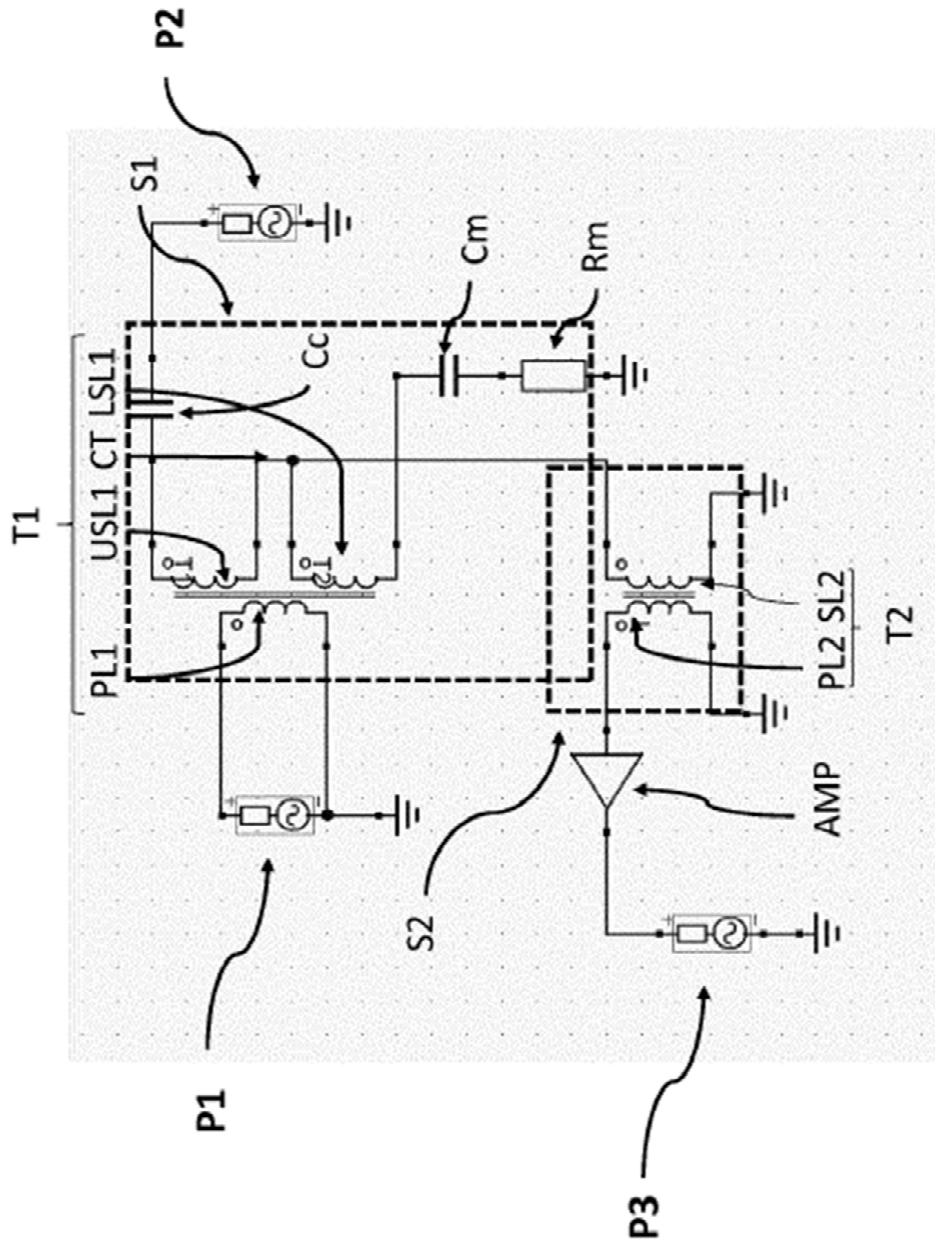


Fig. 7

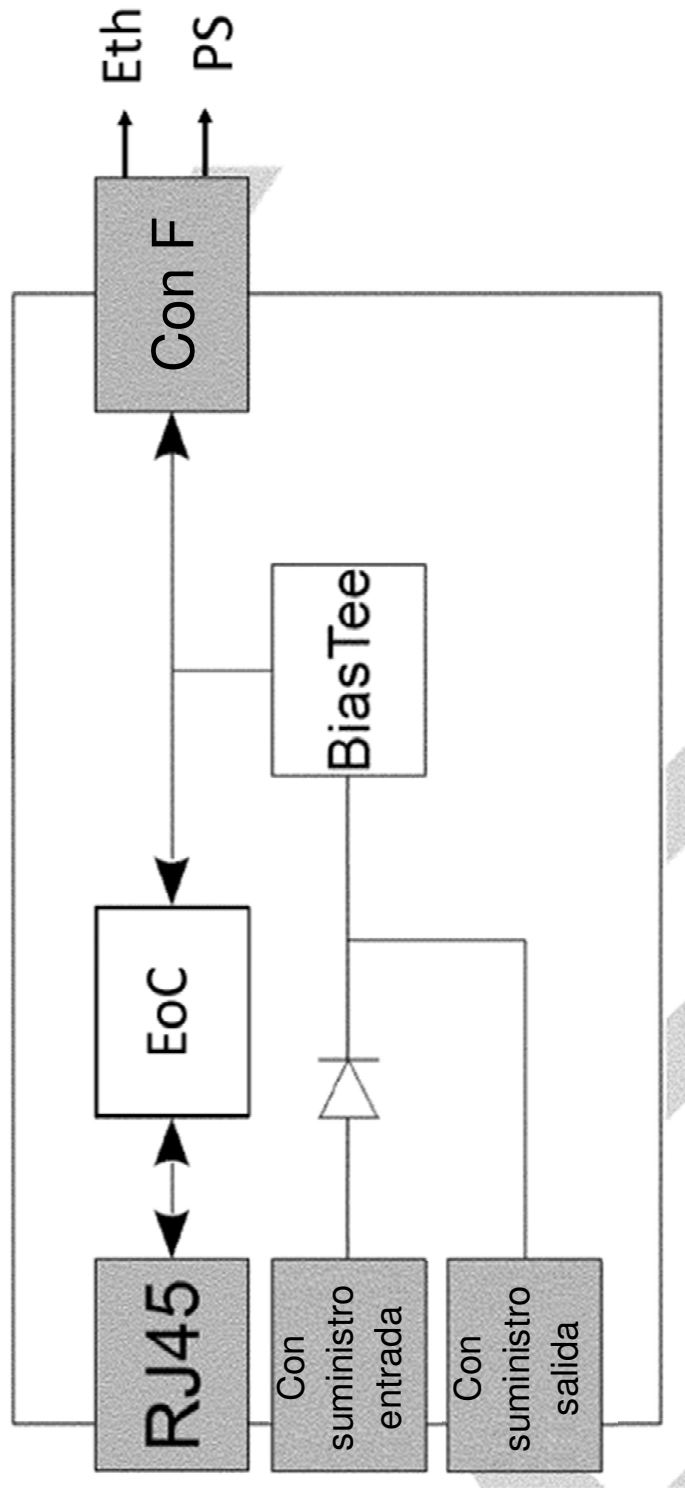


Fig. 8

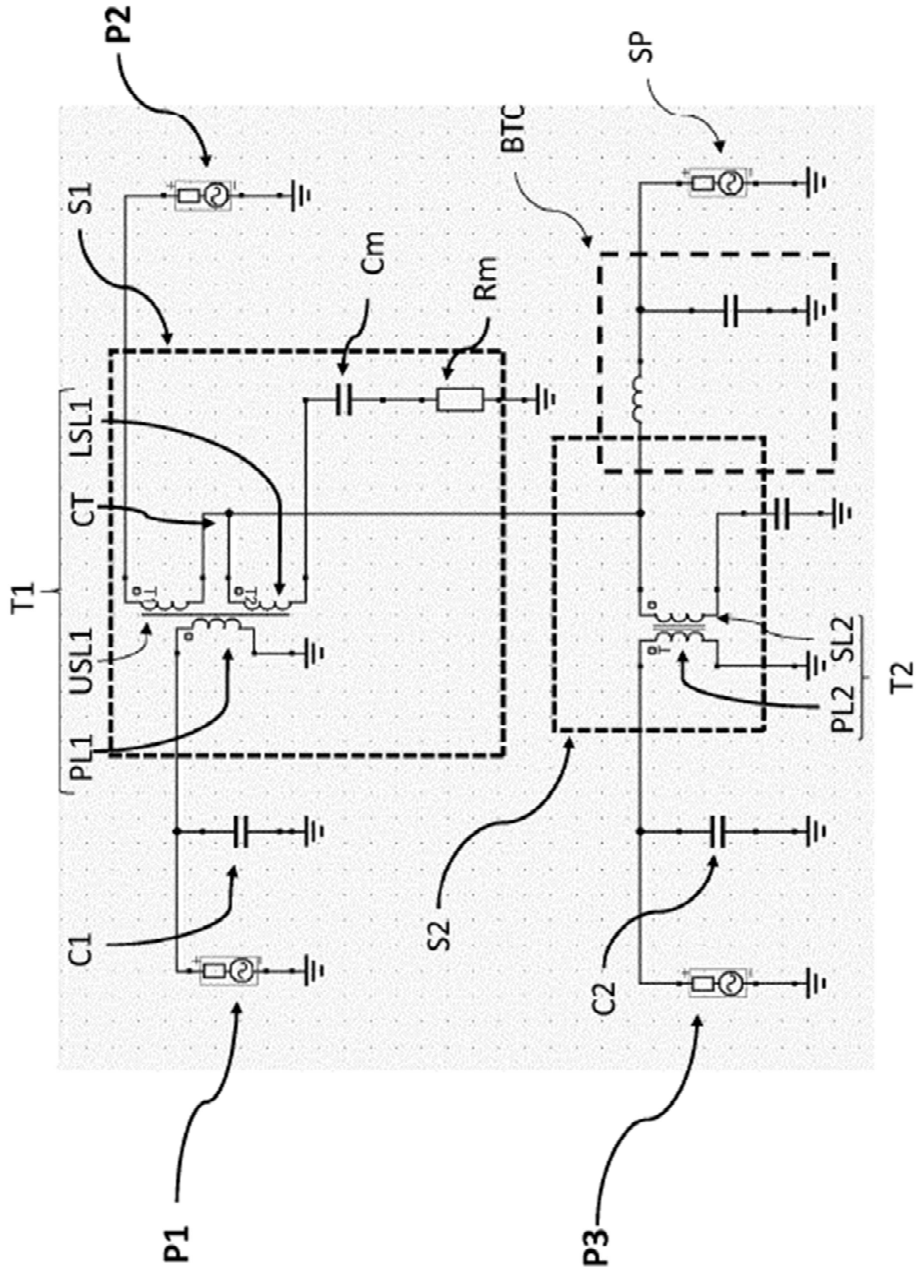
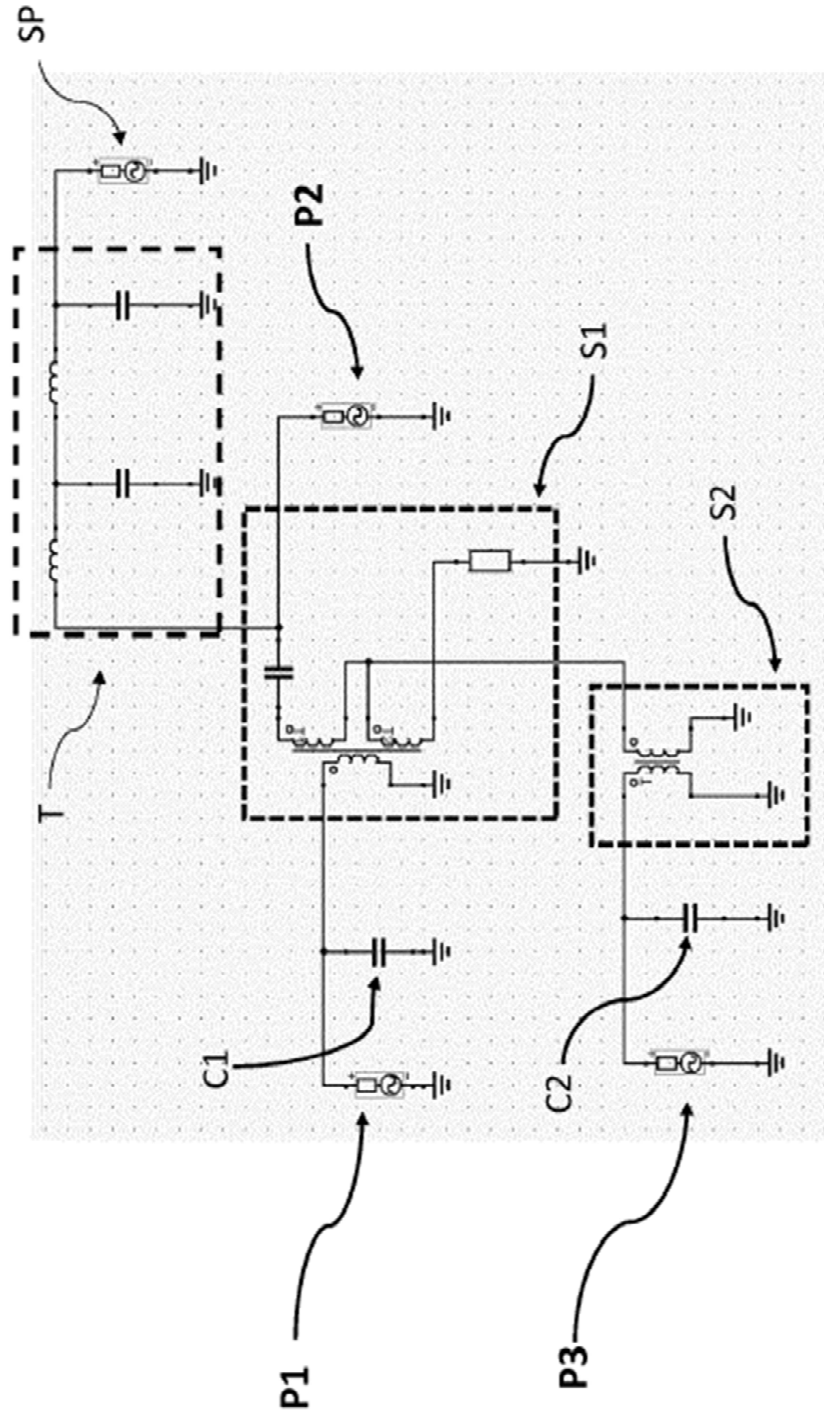
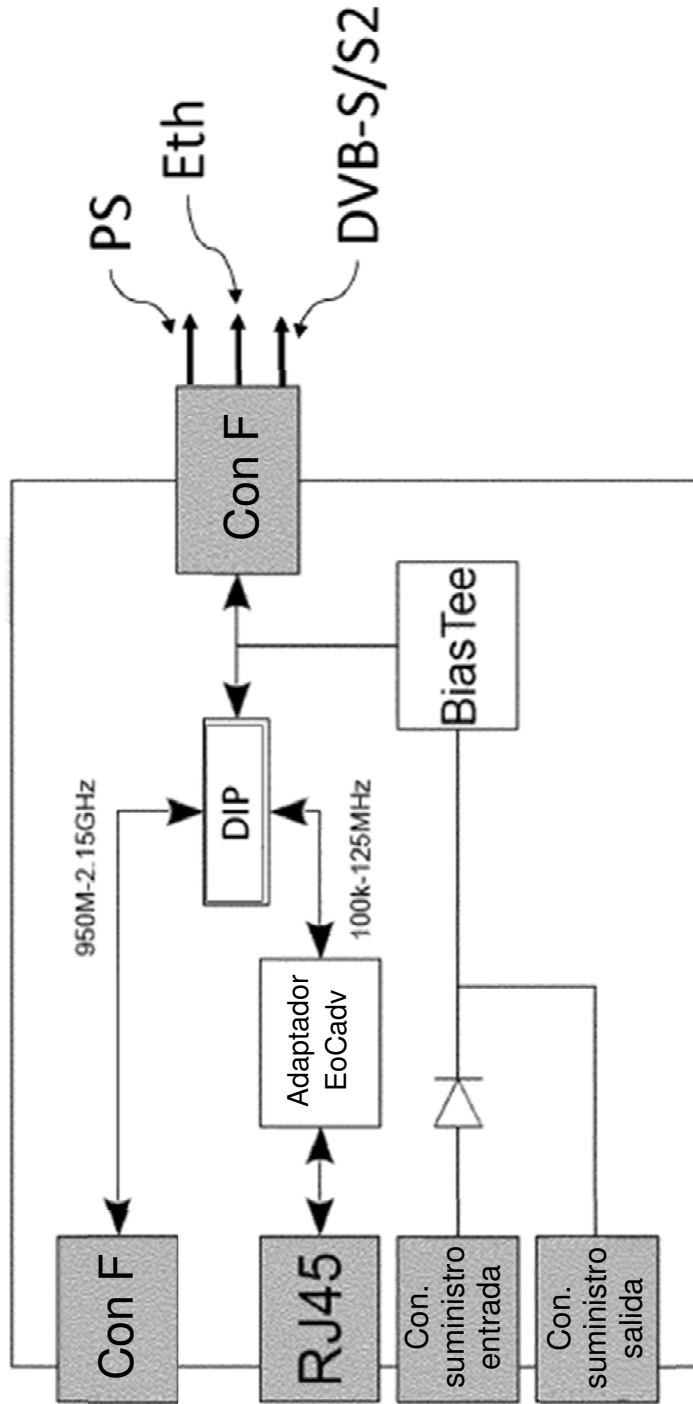


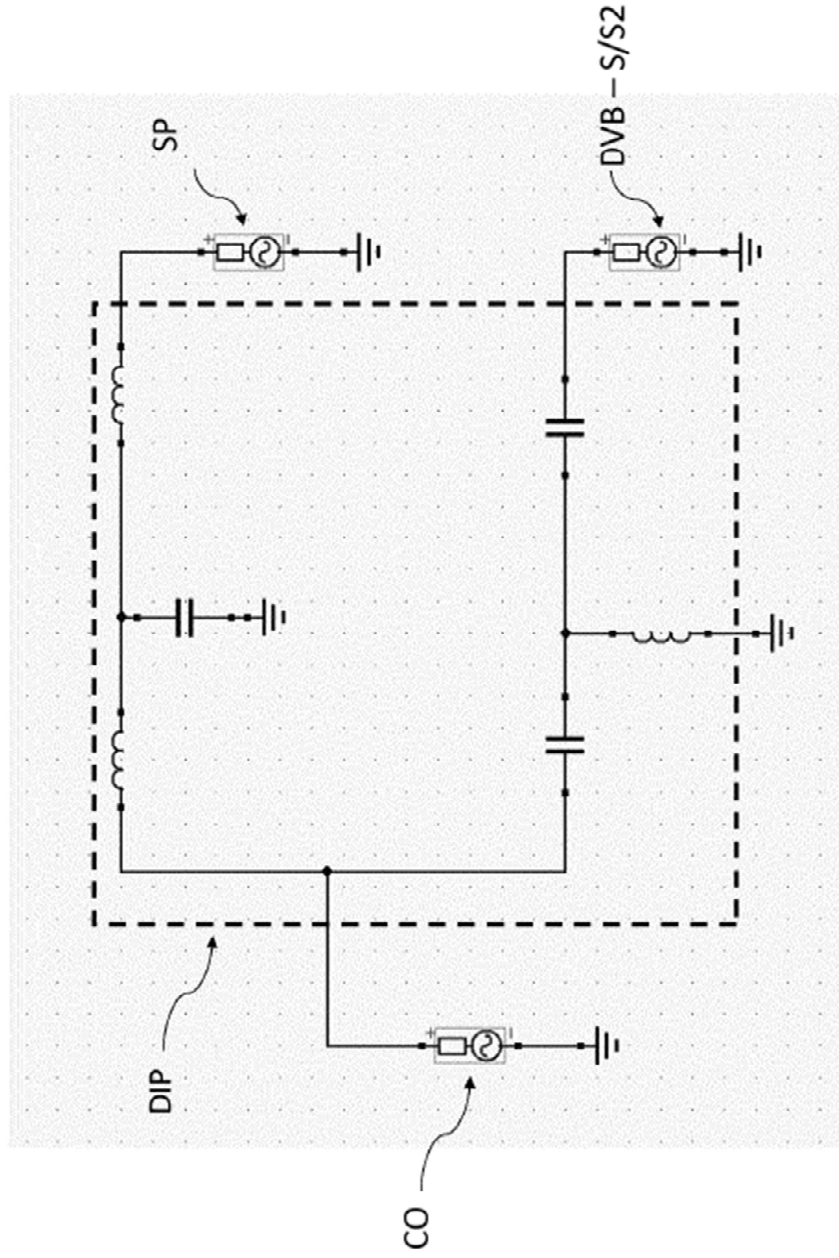
Fig. 9



**Fig. 10**



**Fig. 11**



**Fig. 12**