

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

⑩ ES	⑪ NUMERO	⑩ AI
	⑫ FECHA DE PRESENTACION	
	469.767	
	12-Mayo-1.978	

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el tenor de la siguiente **PATENTE DE INVENCION**

③① PRIORIDADES:	③② FECHA	③③ PAIS
③① NUMERO		
20 564	16-5-77	Gran Bretaña

④⑦ FECHA DE PUBLICIDAD	⑤① CLASIFICACION INTERNACIONAL	⑥② PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	G 01 R	

⑤④ TITULO DE LA INVENCION

"UN CIRCUITO ELECTRONICO PERFECCIONADO PARA PRODUCIR UNA SEÑAL DE SALIDA REPRESENTATIVA DE LA INTEGRAL EN EL TIEMPO DEL PRODUCTO DE DOS SEÑALES DE ENTRADA"

⑦① SOLICITANTE (S)

ENERTEC (File No.72.623/2133)

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

12 Place des Etats-Unis, 92120 Montrouge, Francia

⑦② INVENTOR (ES)

Anthony John Ley

⑦③ TITULAR (ES)

⑦④ REPRESENTANTE

DON ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ (P.-68.958)

MCS/.

UNE A.4 MOD. 3106

UTILICESE COMO PRIMERA PAGINA DE LA MEMORIA

BAD ORIGINAL

1 Este invento se refiere a dispositivos electróni-
cos destinados a ser conectados en circuitos de distri-
bución de energía eléctrica para producir una señal de sa-
lida asociada a la energía suministrada por un sumministra-
5 dor de energía eléctrica a un consumidor de energía eléc-
trica a través del circuito de distribución, y se refiere
más en particular, aunque no exclusivamente, a tales dispo-
sitivos para uso en contadores de vatios-hora en circuitos
de distribución de energía eléctrica domésticos.

10 Un circuito de distribución de energía eléctrica
doméstico típico comprende dos o más hilos conductores, uno
de los cuales puede ser considerado como un hilo de referen-
cia, siendo el voltaje entre el otro o cada uno de los otros
hilos conductores y el hilo conductor de referencia típicamente
15 de al menos 100 voltios de c.a. Frecuentemente, aun-
que no necesariamente, o bien el hilo conductor de referen-
cia está conectado directamente a tierra o bien su voltaje
con respecto a tierra es mantenido en un valor bajo prede-
terminado, típicamente de ± 5 ó ± 10 voltios: en tal caso,
20 el hilo conductor de referencia se denomina usualmente el
hilo neutro, y el otro hilo conductor o los otros hilos
conductores se denominan solamente como el hilo o los hi-
los conductores activos o vivos. No obstante, independien-
temente de que se mantenga o no el voltaje del hilo conduc-
tor de referencia con respecto a tierra igual o próximo a
25 cero, el voltaje del otro hilo conductor o de cada uno de
los otros hilos conductores con respecto a tierra es típi-
camente de al menos 100 voltios de c.a.

Han existido varias propuestas en la técnica an-
30 terior para contadores de vatios-hora electrónicos para

1 -conexión en tales circuitos de distribución de energía eléc-
trica domésticos, para medir la cantidad de energía eléc-
trica suministrada a un consumidor doméstico. Considerando
5 primeramente el caso simple de un circuito de distribución
de dos hilos conductores, en la mayoría de esas propuestas
de la técnica anterior el voltaje entre el hilo conductor
de referencia y el otro hilo conductor, y la intensidad de
corriente que circula por el otro hilo conductor son ambos
10 percibidos por medios de percepción adecuados, y el produc-
to de la intensidad de corriente percibida por el voltaje
percibido es obtenido e integrado con respecto al tiempo
en un circuito electrónico. Si ninguno de los dos hilos
conductores tiene mantenido su voltaje con respecto a tierra
15 igual o próximo a cero, no importa en cual de los dos ni-
los conductores se perciba la intensidad de corriente. No
obstante, si uno de los hilos conductores tiene así mante-
nido su voltaje con respecto a tierra, debe ser entonces la
intensidad de corriente en el otro hilo conductor la que
sea percibida, con objeto de evitar errores de medida debi-
20 dos a conexiones con tierra incorrectas accidentales o de-
liberadas en el circuito de distribución en el lado del
aparato de medida correspondiente al consumidor. Así, en
uno u otro caso el hilo conductor en el cual es percibida
la corriente está a un voltaje sustancial, típicamente no
25 inferior a 100 voltios de c.a., con respecto a tierra.

En todas las antes mencionadas propuestas de la
técnica anterior, ha sido la práctica usual poner a tierra
o poner sustancialmente a tierra el circuito electrónico,
es decir, mantener igual o próximo a cero el voltaje entre
30 una de las barras de suministro de energía eléctrica del

1 -circuito electrónico y tierra. Esto se consigue normalmen-
te usando un transformador de aislamiento, que tiene su
arrollamiento primario conectado entre los dos hilos con-
ductores y su arrollamiento secundario puesto a tierra o
5 sustancialmente puesto a tierra, para generar el voltaje
o los voltajes de suministro de energía eléctrica para el
circuito electrónico. No obstante, esta práctica produce
como resultado que los medios de percepción de la intensi-
dad de corriente, puesto que están conectados en un hilo
10 conductor cuyo voltaje con respecto a tierra es típicamente
de al menos 100 voltios, deben ser, o incluir, un transfor-
mador de corriente de aislamiento, y los medios de percep-
ción del voltaje también son o incluyen usualmente un trans-
formador de aislamiento. Estos transformadores de aislamien-
15 to no solamente contribuyen sensiblemente al costo total
del aparato de medida, sino que además adolecen de las des-
ventajas de que tienen típicamente una capacitancia consi-
derable de primario a secundario. Esta capacitancia presen-
ta una impedancia relativamente baja a los muy altos vol-
20 tajes transitorios, frecuentemente de varios kilovoltios
de magnitud, los cuales aparecen frecuentemente entre los
hilos conductores de tales circuitos de distribución de
energía eléctrica, de modo que los voltajes transitorios
son aplicados, sustancialmente sin atenuar, al circuito
25 electrónico. El circuito electrónico debe por tanto incluir
un circuito de protección adecuado para protegerlo de esos
voltajes transitorios, cuyo circuito de protección repre-
senta un nuevo aumento del coste del aparato de medida. Co-
mo resultado, es sumamente difícil producir un contador de
30 vatios-hora (contador) electrónico, especialmente uno ade-

1 - cuando para uso en un circuito de distribución doméstico, a
un coste comparable al de un contador electromecánico usual
de capacidad de medida equivalente, y en la actualidad sus-
tancialmente todos los contadores de vatios-hora para co-
5 nexión en circuitos de distribución domésticos son del ti-
po electromecánico usual.

Las propuestas de la técnica anterior para con-
tadores de vatios-hora electrónicos para conexión en cir-
cuitos de distribución de energía eléctrica de tres o más
10 hilos conductores comportan típicamente el uso de un solo
circuito electrónico, el cual está puesto a tierra o sus-
tancialmente puesto a tierra y que está conectado para re-
cibir señales representativas de las respectivas intensi-
dades de corriente que circulan en $(N-1)$ de los hilos con-
15 ductores, donde N es el número de hilos conductores, a tra-
vés de respectivos transformadores de intensidad de aisla-
miento: están por tanto sometidos a desventajas muy simila-
res a las consideradas en el párrafo precedente, por razo-
nes sustancialmente análogas.

20 Es por tanto un objeto del presente invento, en
sus cinco primeros aspectos, proporcionar dispositivos elec-
trónicos adecuados para uso en contadores de vatios-hora
electrónicos para atenuar las desventajas de las antes men-
cionadas propuestas de la técnica anterior.

25 De acuerdo con el primer aspecto del invento, se
ha previsto un dispositivo electrónico destinado para ser
conectado en un circuito de distribución de energía eléc-
trica para producir una señal de salida asociada a la ener-
gía eléctrica suministrada por un suministrador de energía
30 eléctrica a un consumidor de energía eléctrica a través de

1 -dicho circuito de distribución, consistiendo dicho circui-
to de distribución en hilos conductores primero y segundo,
de los cuales al menos el primer hilo conductor es vivo o
activo y el segundo hilo conductor puede considerarse como
5 un hilo conductor de referencia, comprendiendo el dispositi-
vo: un par de terminales de corriente para conexión en
serie en el primer hilo conductor, y otro terminal para co-
nexión al hilo conductor de referencia; medios de percep-
ción de intensidad de corriente conectados entre los ter-
10 minales de intensidad de corriente, para producir una se-
ñal representativa de la intensidad de corriente que circu-
la por el primer hilo conductor; medios de percepción de
voltaje para producir una señal representativa del voltaje
entre el primer hilo conductor y el hilo conductor de refe-
15 rencia; un circuito electrónico conectado para recibir la
señal representativa de la intensidad de corriente y la
señal representativa del voltaje, incluyendo dicho circui-
to electrónico al menos medios multiplicadores para produ-
cir una señal representativa del producto de dichas seña-
20 les representativas de corriente y de voltaje; medios sen-
sibles a la señal representativa del producto para produ-
cir dicha señal de salida; y un suministro de energía eléc-
trica conectado entre dicho otro terminal y uno de los ter-
minales de corriente, teniendo dicho suministro de energía
25 eléctrica al menos un punto de suministro de energía eléc-
trica y estando dispuesto, en uso, para generar entre di-
cho al menos un punto de suministro de energía eléctrica y
uno seleccionado de los terminales de corriente un voltaje
de suministro de energía eléctrica de c.c. adecuado para
30 hacer funcionar dicho circuito electrónico, estando dicho

1 -circuito electrónico, conectado a dicho al menos un punto
de suministro de energía eléctrica y a dicho uno seleccio-
nado de los terminales de corriente, de modo que reciba a
y sea hecho operativo por dicho voltaje de suministro de
5 energía eléctrica.

Así, en uso, el circuito electrónico está conec-
tado al primer hilo conductor y "flota" eléctricamente so-
bre éste, el cual en todos los circuitos de distribución
de energía eléctrica es el hilo conductor activo o uno de
10 ellos, es decir, un hilo conductor cuyo voltaje sea típicamente de al menos 100 voltios de c.a. con respecto a tierra.
Puesto que el primer hilo conductor es el hilo conductor
en el cual están conectados en serie los medios de percep-
ción de la intensidad de corriente, es improbable que los
15 antes mencionados muy altos voltajes transitorios entre las
líneas produzcan en los medios de percepción de intensidad
de corriente señales que sean lo suficientemente grandes
como para dañar el circuito electrónico.

De acuerdo con el segundo aspecto del invento,
20 se ha previsto un circuito electrónico destinado a ser co-
nectado en un circuito de distribución de energía eléctri-
ca, para producir una señal de salida asociada a la ener-
gía eléctrica suministrada por un suministrador de energía
eléctrica a un consumidor de energía eléctrica a través de
25 dicho circuito de distribución, consistiendo dicho circui-
to de distribución en N hilos conductores, donde N tiene
un valor de al menos 3, comprendiendo el dispositivo: $(N-1)$
pares de terminales de corriente, estando destinado el
par n-ésimo para conexión en serie en el hilo conductor
30 n-ésimo, donde n tiene un valor que va desde 1 hasta $(N-1)$,

1 - y otro terminal para conexión al hilo conductor N-ésimo;
(N -1) medios de percepción de la intensidad de corriente,
el n-ésimo de los cuales está conectado entre el par n-ési-
mo de terminales de intensidad de corriente para producir
5 una señal respectiva representativa de la intensidad de
corriente que circula por el hilo conductor n-ésimo; (N -1)
medios de percepción de voltaje, el n-ésimo de los cuales
está dispuesto para producir una señal respectiva represen-
tativa del voltaje entre el hilo conductor N-ésimo y el hi-
10 lo conductor n-ésimo; (N -1) circuitos electrónicos, el
n-ésimo de los cuales incluye al menos unos medios multi-
plicadores respectivos para producir una señal respectiva
representativa del producto de la señal representativa de
la intensidad de corriente n-ésima y la señal representati-
15 va del voltaje n-ésimo; medios sensibles a dichas señales
representativas del producto para producir dicha señal de
salida; y (N -1) suministros de energía eléctrica, el n-ési-
mo de los cuales está conectado entre un terminal asociado
con cualquier hilo conductor que no sea el hilo conductor
20 n-ésimo y un terminal de intensidad de corriente del hilo
conductor n-ésimo, tiene al menos un punto de suministro
de energía eléctrica n-ésimo, y está dispuesto, en uso, pa-
ra generar entre dicho al menos un punto de suministro de
energía eléctrica n-ésimo y un terminal de corriente se-
25 leccionado del par n-ésimo un voltaje de suministro de ener-
gía eléctrica de c.c. adecuado para hacer funcionar el cir-
cuito electrónico n-ésimo, estando el circuito electrónico
n-ésimo conectado entre dicho al menos un punto de suminis-
tro de energía eléctrica n-ésimo y dicho terminal de co-
30 rriente seleccionado del par n-ésimo para recibir dicho

1 -voltaje de suministro de energía eléctrica y ser hecho ope-
rante por el mismo.

Así, en uso, cada circuito electrónico está co-
nectado a, y "flota" eléctricamente en, uno respectivo de
5 los hilos conductores desde el primero al (N -1)-ésimo, los
cuales son todos hilos conductores activos, reduciéndose
con ello los efectos de los antes mencionados voltajes tran-
sitorios, de una manera sustancialmente análoga a la des-
crita anteriormente.

10 De acuerdo con el tercer aspecto del invento, se
ha previsto un dispositivo electrónico destinado a ser co-
nectado en un circuito de distribución de energía eléctri-
ca, para producir una señal de salida asociada con la ener-
gía eléctrica suministrada por un suministrador de energía
15 eléctrica a un consumidor de energía eléctrica a través de
dicho circuito de distribución, consistiendo dicho circui-
to de distribución en hilos conductores primero, segundo y
tercero, de los cuales los hilos conductores primero y se-
gundo llevan, con respecto al tercer hilo conductor, sus-
20 tancialmente voltajes alternos iguales que tienen entre
ellos una diferencia de fases de sustancialmente 180° ,
comprendiendo el dispositivo: pares de terminales de inten-
sidad de corriente primero y segundo para conexión en se-
rie en los hilos conductores primero y segundo respectiva-
25 mente; medios de percepción de intensidad de corriente pri-
mero y segundo conectados respectivamente entre el primer
par de terminales de intensidad de corriente y entre el se-
gundo par de terminales de intensidad de corriente, para
producir señales respectivas, cada una de ellas representa-
30 tiva de la intensidad de corriente que circula por uno res-

1 -pectivo de los hilos conductores primero y segundo; medios
para combinar las señales representativas de intensidad de
corriente para producir una señal representativa de la su-
ma de los módulos de las respectivas intensidades de co-
5 rriente que circulan por los hilos conductores primero y
segundo; medios de percepción de voltaje para producir una
señal representativa del voltaje entre dos cualesquiera
de los hilos conductores; un circuito electrónico conecta-
do para recibir la señal representativa de la suma de in-
10 tensidades de corriente y la señal representativa del vol-
taje, incluyendo dicho circuito electrónico al menos medios
multiplicadores para producir una señal representativa del
producto de dichas señales representativas de suma de in-
tensidades de corriente y de voltaje; medios sensibles a
15 la señal representativa del producto para producir dicha
señal de salida; y un suministro de energía eléctrica co-
nectado entre uno de los terminales de intensidad de corrien-
te del primer par y un terminal asociado con uno u otro
de los hilos conductores segundo y tercero, teniendo dicho
20 suministro de energía eléctrica al menos un punto de sumi-
nistro de energía eléctrica y estando dispuesto para, en
uso, generar entre dicho al menos un punto de suministro
de energía eléctrica y un terminal de intensidad de corrien-
te seleccionado del primer par un voltaje de suministro de
25 energía eléctrica de c.c. adecuado para hacer funcionar a
dicho circuito electrónico, estando conectado dicho circui-
to electrónico a dicho al menos un punto de suministro de
energía eléctrica y a dicho terminal de intensidad de co-
rriente seleccionada de modo que reciba dicho voltaje de
30 suministro de energía eléctrica y sea hecho operante por

1 - el mismo; comprendiendo dichos medios de percepción de in-
tensidad de corriente primero y segundo, respectivamente,
derivaciones primera y segunda, con lo que dichas señales
representativas de la corriente son voltajes, y comprendien
5 do dichos medios de combinación un transformador de volta-
je de aislamiento que tiene un arrollamiento primario co-
nectado para recibir el voltaje a través de la segunda de-
rivación y un arrollamiento secundario acoplado a la deri-
vación primera de modo que produzca, en combinación con la
10 derivación primera, dicha señal representativa de la suma
de intensidades de corriente.

Así, en uso, el circuito electrónico está también
conectado al primer hilo conductor y "flota" eléctricamente
sobre éste, que es un hilo conductor activo o vivo, redu-
15 ciéndose con ello los efectos de los antes mencionados vol-
tajes transitorios, de una manera de nuevo sustancialmente
análoga a la descrita en lo que antecede. Además, está sus-
tancialmente impedido que estos voltajes transitorios gene-
ren voltajes peligrosamente altos a través del arrollamien-
20 to secundario del transformador de voltaje, en virtud del
hecho de que la segunda derivación, la cual tiene típica-
mente una resistencia muy baja, esté conectada en efecto a
través del arrollamiento primario del transformador de vol-
taje.

25 De acuerdo con un cuarto aspecto del invento, se
ha previsto un dispositivo electrónico destinado a ser co-
nectado en un circuito de distribución de energía eléctri-
ca de múltiples hilos conductores, para producir una señal
de salida asociada con la energía eléctrica suministrada
30 por un suministrador de energía eléctrica a un consumidor

1 -de energía eléctrica a través de dicho circuito de distri-
bución, incluyendo dicho circuito de distribución al menos
un hilo conductor activo o vivo, incluyendo el dispositivo:
al menos un par de terminales de intensidad de corriente
5 para conexión en serie en dicho hilo conductor vivo; medios
de percepción de intensidad de corriente conectados entre
dicho par de terminales de intensidad de corriente, para
producir una señal representativa de la intensidad de co-
rriente que circula por dicho hilo conductor vivo; medios
10 de percepción de voltaje para producir una señal represen-
tativa del voltaje entre dicho hilo conductor vivo y otro
hilo conductor del circuito de distribución; un circuito
electrónico conectado para recibir la señal representati-
va de la intensidad de corriente y la señal representativa
15 del voltaje, incluyendo dicho circuito electrónico al me-
nos medios multiplicadores para producir una señal asocia-
da funcionalmente con el producto de dichas señales repre-
sentativas de la intensidad de corriente y del voltaje; y
medios sensibles a dicha señal asociada con el producto
20 para producir dicha señal de salida; en que los medios de
percepción de la intensidad de corriente comprenden una
derivación conectada en serie entre dicho par de termina-
les de intensidad de corriente y un transformador de volta-
je de aislamiento que tiene un arrollamiento primario y un
25 arrollamiento secundario, estando el arrollamiento primario
conectado para recibir un voltaje a través de dicha deri-
vación, con lo que dicha señal representativa de la inten-
sidad de corriente aparece como un voltaje a través del
arrollamiento secundario.

30

Por consiguiente, se impide sustancialmente que

1 - los altos voltajes transitorios que aparecen en dicho hi-
lo conductor activo o vivo generen voltajes peligrosamente
altos a través del arrollamiento secundario del transforma-
dor de voltaje, por la razón indicada en lo que antecede.

5 De acuerdo con un quinto aspecto del invento, se
ha previsto un dispositivo electrónico destinado a ser co-
nectado en un circuito de distribución de energía eléctri-
ca de múltiples hilos conductores, para producir una señal
de salida asociada con la energía eléctrica suministrada
10 por un suministrador de energía eléctrica a un consumidor
de energía eléctrica a través de dicho circuito de distri-
bución, incluyendo dicho circuito de distribución al menos
un hilo conductor vivo, incluyendo el dispositivo: al me-
nos un par de terminales de intensidad de corriente para
15 conexión en serie en dicho hilo conductor vivo; medios de
percepción de la intensidad de corriente conectados entre
dicho par de terminales de intensidad de corriente, para
producir una señal representativa de la intensidad de co-
rriente que circula por dicho hilo conductor vivo; y un
20 circuito electrónico conectado para recibir la señal repre-
sentativa de la intensidad de corriente, incluyendo dicho
circuito electrónico medios para producir dicha señal de
salida en respuesta a dicha señal representativa de la in-
tensidad de corriente; en que los medios de percepción de
25 la intensidad de corriente comprenden una derivación conec-
tada en serie entre dicho par de terminales de corriente,
los medios de circuito electrónico están realizados como
un circuito integrado sobre un substrato común y están co-
nectados para recibir el voltaje generado a través de la
30 derivación por caminos de circuito no inductivo de valor

1 - de resistencia relativamente bajo, y el circuito electrónico tiene un suministro de energía eléctrica de c.c. el cual está acoplado no inductivamente entre dicho hilo conductor vivo y otro hilo conductor.

5 Otro problema con el que se ha tropezado con los contadores de vatios-hora electrónicos de la técnica anterior es el originado por las señales de deriva y desplazamiento, denominadas aquí en lo que sigue colectivamente como deriva, en el circuito electrónico, en particular en
10 el multiplicador, ya que es importante que esa deriva no afecte a la precisión de las indicaciones producidas por el contador ni haga que cambien las indicaciones cuando no se esté suministrando energía eléctrica a través de los hilos conductores a los cuales está conectado el contador de
15 vatios-hora. Este problema es de mayor importancia si se desea usar un multiplicador del tipo de transconductancia variable, ya que ese tipo de multiplicador es particularmente susceptible a la deriva. Por consiguiente, aunque los multiplicadores de transconductancia variable son especialmente adecuados para su realización como circuitos
20 integrados mediante técnicas de integración en gran escala usuales, no se han considerado en el pasado adecuados para uso en contadores de vatios-hora electrónicos debido a ese problema de deriva.

25 Es pues un objeto del presente invento, en un sexto aspecto del mismo, proporcionar un circuito electrónico adecuado para uso en un contador de vatios-hora electrónico, en cuyo circuito se atenúa sustancialmente el antes mencionado problema de la deriva.

30 De acuerdo con este sexto aspecto del invento,

1 - se ha previsto un circuito electrónico para producir una
señal de salida representativa de la integral en el tiempo
del producto de dos señales de entrada, comprendiendo el
circuito: un multiplicador, preferiblemente un multiplica-
5 dor de transconductancia variable, para recibir y multipli-
car una por otra las dos señales de entrada para producir
una señal que depende del producto de las dos señales de
entrada; un circuito de convertidor dispuesto para conver-
tir la señal que depende del producto en una señal digital
10 representativa de la magnitud de la señal que depende del
producto; y medios para acumular dichas señales digitales
de modo que se produzca dicha señal de salida; comprendien-
do además medios para invertir repetitiva y simultáneamen-
te la polaridad efectiva de una de las señales de entrada
15 y la polaridad con la cual se acumulan dichas señales digi-
tales, de modo que se reduzcan sustancialmente los errores
en dicha señal de salida debidos a la deriva en el multi-
plicador.

20 El invento comprende además un dispositivo elec-
trónico, por ejemplo un contador de vatios-hora, de acuer-
do con cualquiera de los cinco primeros aspectos del inven-
to, que incorpora uno o más circuitos electrónicos de acuer-
do con el sexto aspecto del invento.

25 A continuación se describirá el invento, a modo
de ejemplo únicamente, con referencia a los dibujos que se
acompañan, en los cuales:

30 La Fig. 1 es una representación esquemática de
un contador de vatios-hora electrónico de acuerdo con el
presente invento, para conexión en un circuito de distri-
bución de energía eléctrica de dos hilos conductores;

1 La Fig. 2 es un diagrama de circuito simplificado del circuito electrónico del contador de la Fig. 1;

La Fig. 3 (constituída por las Figs. 3A y 3B) es un diagrama de circuitos de una realización alternativa
5 del circuito electrónico del contador de la Fig. 1.

La Fig. 3C ilustra un circuito adicional que puede ser incorporado en el circuito de la Fig. 3;

La Fig. 4 es un diagrama explicativo en el que se ilustran las formas de onda eléctricas de dos señales
10 empleadas en el circuito de la Fig. 3;

La Fig. 5 es un diagrama de circuito de un suministro de energía eléctrica alternativo para uso en el contador de la Fig. 1;

La Fig. 6 es una representación esquemática de otra realización del contador de la Fig. 1, también de acuerdo con el invento;

La Fig. 7 (constituída por las Figs. 7A y 7B) es un diagrama de circuito del circuito electrónico del contador de la Fig. 6;

20 La Fig. 8 es un diagrama de circuito de bloques del circuito electrónico de otro contador de vatios-hora electrónico de acuerdo con el presente invento, para conexión en un circuito de distribución de energía eléctrica de más de dos hilos conductores;

25 La Fig. 9 es un diagrama de circuito simplificado de parte del circuito de un contador de vatios-hora electrónico de acuerdo con el presente invento, para uso en un circuito de distribución de energía eléctrica de dos fases y tres hilos conductores; y

30 La Fig. 10 es un diagrama de circuito simplificado

1 do de un contador de vatios-hora electrónico de acuerdo
con el presente invento, que incorpora un relé controlable
a distancia.

5 El contador de vatios-hora electrónico ilustrado
en la Fig. 1 se ha indicado en general en 10, y se ha re-
presentado conectado en un circuito de distribución de ener-
gía eléctrica doméstico consistente en un hilo conductor
vivo L, el cual puede tener típicamente un voltaje de al
menos 100 voltios de c.a. con respecto a tierra, y un hilo
10 conductor neutro o de referencia N, cuyo voltaje con res-
pecto a tierra es típicamente (aunque no necesariamente)
mantenido inferior a ± 10 voltios por el suministrador de
energía eléctrica. La instalación de generación de energía
eléctrica del suministrador de energía eléctrica se supon-
15 drá que está conectada a los extremos de la izquierda de
los hilos conductores L y N, según se ve en la Fig. 1,
mientras que se supondrá que la instalación del consumidor
de energía eléctrica está conectada a los extremos de la
derecha de los hilos conductores L y N.

20 El contador 10 comprende un alojamiento 12 hecho
de un material eléctricamente aislante, por ejemplo de un
material plástico adecuado, conteniendo el alojamiento 12
un par de terminales 14, 16 que están conectados en serie
en el hilo conductor vivo L y un tercer terminal 18 que es-
25 tá conectado al hilo conductor neutro N. Una derivación 20
de corriente metálica está conectada en serie entre los
terminales 14 y 16, de modo que toda la corriente que cir-
cula por el hilo conductor vivo L pasa a través de esa de-
rivación. La derivación 20 es de forma sustancialmente rec-
30 tangular y contiene una abertura central sustancialmente

1 rectangular en la cual está montado un circuito electróni-
co 24. El circuito 24 está realizado como un dispositivo
de circuito integrado simple sobre un sustrato común me-
diante técnicas de integración en gran escala (LSI) conoci-
5 das, y constituye la mayoría de los componentes de un mul-
tiplicador electrónico, de un convertidor de voltaje a fre-
cuencia y de un contador reversible, como se describirá
con mayor detalle aquí en lo que sigue. Por simplificar,
aquellos componentes del circuito 24 que no están integra-
10 dos (por ejemplo, los condensadores) no se han ilustrado
en la Fig. 1.

El circuito 24 tiene una primera entrada 26 co-
nectada, a través de una resistencia R1 de compensación
de la temperatura montada en contacto térmico íntimo con
15 la derivación 20, a un punto 28 cerca del extremo de la de-
rivación 20 conectado al terminal 14, y una segunda entra-
da 30 conectada a un punto 32 cerca del otro extremo de la
derivación (es decir, del extremo conectado al terminal
20 16). La posición de los puntos 28, 32 se selecciona de tal
modo que la resistencia de la parte de la derivación 20
entre ellos tenga un valor que dé por resultado la genera-
ción de un voltaje conocido, típicamente de unos 5 milivol-
tios, cuando circula una intensidad de corriente conocida,
típicamente de 20 amperios, por el hilo conductor vivo L.

25 El circuito 24 tiene también una tercera entrada
34 conectada a la unión 36 entre dos resistencias R2 y R3,
las cuales están conectadas en serie entre los terminales
18 y 14 para formar un divisor de potencial. La resisten-
cia R2 conectada al terminal 18 tiene típicamente al menos
30 100 veces el valor de la resistencia R3, de modo que el

1 - voltaje generado entre la unión 36 y el terminal 14 es como máximo de unos pocos voltios de c.a., y típicamente de aproximadamente un voltio de c.a.

5 Además, el circuito 24 tiene entradas de suministro de energía eléctrica positivo, cero y negativo, 38, 40 y 42, estando la entrada 40 conectada al terminal 14. Las entradas 38 y 42 están conectadas al terminal 14 por respectivos diodos Zener dirigidos en oposición Z1, Z2, y a través de resistencias respectivas R4 y R5 a respectivos puntos de circuito 44, 46. Los puntos de circuito 44, 46 están conectados a través de condensadores de aplanamiento respectivos C1 y C2 al terminal 14, y a través de diodos dirigidos en oposición respectivos D1 y D2 a un punto común 48. Otra resistencia R6 conecta el punto común 48 al terminal 13.

15 Finalmente, el circuito 24 tiene una salida 50 conectada a la puerta o entrada de control de un tiristor T1 el cual está conectado en serie con un motor 52 de avance escalonado entre los terminales 18 y 14. El motor 20 52 de avance escalonado está conectado para accionamiento a través de un engranaje reductor (no ilustrado) de una relación adecuada, a un contador 54 de totalización usual, de la clase que comprende una pluralidad de ruedas indicadoras coaxiales: estas ruedas están engranadas entre sí, 25 y cada una lleva alrededor de su periferia los dígitos 0 a 9, siendo visible desde el exterior del alojamiento 12, a través de una ventanilla (no ilustrada) prevista en el alojamiento, un número indicado compuesto de un dígito respectivo de cada rueda.

30
27058

Pasando ahora a la Fig. 2, la cual es un diagra-

1 -ma de circuito del circuito 24, los antes indicados multi-
plicador, convertidor de voltaje a frecuencia y contador
reversible del circuito 24 se han indicado en general en
60, 62 y 64 respectivamente.

5 El multiplicador 60 incluye un amplificador di-
ferencial 66 cuyas entradas de no inversión y de inversión
constituyen las entradas 26 y 30, respectivamente, del cir-
cuito 24. Un par de diodos D3, D4 dirigidos en oposición
están conectados en paralelo entre las entradas 26, 30, y
10 una resistencia R7 está conectada para realimentación ne-
gativa entre la salida del amplificador 66 y la entrada 26.
La salida del amplificador 66 está conectada a través de
la combinación en serie de un primer dispositivo S1 de con-
mutación semiconductor y una resistencia de suma R8 al pun-
15 to de suma de un amplificador de suma 68, y a través de
la combinación en serie de un amplificador 70 de inversión
de ganancia unidad, de un segundo dispositivo S2 de conmu-
tación semiconductor y de una resistencia de suma R9, al
20 punto de suma del amplificador 68. Las resistencias R8 y
R9 son de igual valor. Una resistencia R10 está conectada
para realimentación negativa entre la salida y el punto de
suma del amplificador 68, constituyendo la salida del am-
plificador 68 la salida del multiplicador 60.

25 El multiplicador 60 incluye además un amplifica-
dor 72 de inversión de alta ganancia, cuya entrada está
conectada a la tercera entrada 34 del circuito 24 a través
de una resistencia R11. La entrada del amplificador 72
está también conectada a través de la combinación en serie
de una resistencia R12 y un conmutador semiconductor S3 a
30 una fuente de voltaje de referencia positivo $+V_R$ y a tra-

1 -vés de la combinación en serie de una resistencia R13 y de
un conmutador semiconductor S4 a una fuente de voltaje de
referencia negativo $-V_R$. Las fuentes de voltaje de referen-
cia pueden ser realizadas en cualquier modo conveniente,
5 por ejemplo como se ha descrito en la Solicitud de Patente
para el Reino Unido nº 46868/74, y los voltajes de referen-
cia que las mismas producen son de igual magnitud, como lo
son los valores de las resistencias R12 y R13. Dos diodos
D5 y D6 dirigidos en oposición están conectados en parale-
10 lo entre la entrada del amplificador 72 y la entrada 4C de
suministro de energía eléctrica cero. Además, un condensa-
dor C3 está conectado para realimentación negativa entre
la salida y la entrada del amplificador 72, el cual funcio-
na por tanto como un integrador.

15 La salida del amplificador 72 está conectada a
las respectivas entradas de dos detectores de nivel de vol-
taje 76 y 73, que tienen umbrales de voltaje $+V_1$ y $-V_1$ que
son de igual magnitud pero de polaridades opuestas. Las
respectivas salidas de los detectores 76, 78 están conec-
20 tadas a las entradas de establecimiento y restablecimiento
de un circuito biestable 79, cuya salida de establecimiento
controla los conmutadores S1 y S3 y cuya salida de resta-
blecimiento controla los conmutadores S2 y S4.

25 El convertidor 62 de voltaje a frecuencia compren-
de un amplificador 80 de inversión de alta ganancia, cuya
entrada está conectada a la salida del multiplicador 60
(es decir, a la salida del amplificador 68) a través de
una resistencia R14. La entrada del amplificador 80 está
conectada a la fuente de voltaje $+V_R$ a través de la combi-
30 nación en serie de una resistencia R15 y de un conmutador

1 - semiconductor S5, y a la fuente de voltaje $-V_R$ a través de
la combinación en serie de una resistencia R16 y de un con-
mutador semiconductor S6. Un condensador C4 está conectado
5 para realimentación negativa entre la salida y la entrada
del amplificador 80, el cual funciona también, por consi-
guiente, como un integrador.

La salida del amplificador 80 está conectada a
las respectivas entradas de detectores de nivel de montaje
positivo y negativo 82, 84, sustancialmente idénticos a
10 los detectores 76 y 78. Las salidas respectivas de los
detectores 82, 84 están conectadas a las entradas de esta-
blecimiento respectivas de dos circuitos biestables 86, 88,
cada uno de los cuales tiene una entrada de reloj conecta-
da a la salida de un generador de impulsos de reloj 90 (por
15 ejemplo, un oscilador controlado por cristal) y tiene
también su salida de establecimiento acoplada a su entrada
de restablecimiento. Las respectivas salidas de estableci-
miento de los circuitos biestables 86, 88 están conectadas
para controlar los conmutadores S5 y S6 respectivamente,
20 y constituyen juntas la salida del convertidor 62 de vol-
taje a frecuencia.

Las respectivas salidas de establecimiento de
los circuitos biestables 86, 88 están conectadas a las en-
tradadas de recuento ascendente y de recuento descendente,
25 respectivamente, del contador reversible 64, el cual tiene
una salida de exceso que constituye la salida 50 del cir-
cuito 24.

En funcionamiento, y con referencia inicialmente
a la Fig. 2, el divisor de potencial constituido por las
30 resistencias R2, R3 produce en su unión 36 un voltaje V_x

1 cuya magnitud instantánea es proporcional a la magnitud
instantánea del voltaje V entre los hilos conductores L y
 N , y ese voltaje V_x es aplicado al multiplicador 60. Dentro
5 del multiplicador 60, el voltaje V_x es aplicado a, e
integrado por, el integrador con base en el amplificador
72. La combinación de ese integrador con los detectores
76 y 78, el circuito biestable 79, los conmutadores $S3$ y
 $S4$, y las fuentes de voltaje de referencia $+V_R$ y $-V_R$ fun-
ciona como un oscilador, el cual, cuando el voltaje V_x es
10 cero, produce en las salidas de establecimiento y de resta-
blecimiento del circuito biestable 79 respectivas ondas
cuadradas de relación 1:1 de cota-espacio. Los voltajes de
referencia de las fuentes $+V_R$ y $-V_R$ se eligen de modo que
sean mayores que la magnitud máxima normalmente esperada
15 del voltaje V_x , y la constante de tiempo del integrador
se selecciona de modo que la frecuencia de las ondas cua-
dradas sea mucho mayor que la frecuencia del voltaje V_x
(el cual es por supuesto de la frecuencia de línea normal
de 50 c/s o de 60 c/s): típicamente, las ondas cuadradas
20 pueden tener una frecuencia de aproximadamente 10 Kc/s.
Así, cuando el voltaje V_x es positivo, el conmutador $S4$
debe cerrar durante más tiempo que el conmutador $S3$ para
mantener el equilibrio, mientras que cuando el voltaje V_x
es negativo, el conmutador $S3$ debe cerrar durante más tiem-
25 po que el conmutador $S4$ para mantener el equilibrio, es de-
cir, las respectivas relaciones de cota-espacio de las dos
señales de onda cuadrada cambian en sentidos opuestos, de-
pendiendo de la magnitud y de la polaridad del voltaje V_x .
Matemáticamente:

30

$$V_x T + V_R (T - t) - V_R t = 0 \quad (1)$$

27058

1 donde T es el período de las ondas cuadradas y t es el
 tiempo durante el cual está cerrado el conmutador S4 duran-
 te el período T. Despejando en la ecuación (1), se obtiene:

5
$$t/T = (V_R + V_x)/2V_R \quad (2)$$

y

$$1 - t/T = (V_R - V_x)/2V_R \quad (3)$$

La derivación 20 de corriente produce entre los
 10 puntos 28 y 32 de la misma un voltaje V_y cuya magnitud
 instantánea es proporcional a la magnitud instantánea de
 la intensidad de corriente I que circula por el hilo con-
 ductor L. Ese voltaje V_y se aplica también al multiplica-
 dor 60, dentro del cual es invertido y amplificado por el
 15 amplificador 66. El voltaje invertido y amplificado produ-
 cido por el amplificador 66 es multiplicado efectivamente
 por $1-t/T$ por el conmutador S1, y es de nuevo invertido y
 multiplicado efectivamente por t/T por el conmutador S2,
 siendo sumados con inversión los voltajes resultantes de
 esas multiplicaciones, por el amplificador de suma 68. El
 20 voltaje de salida V_z producido por el amplificador 68 es
 por tanto proporcional a:

$$V_y(V_R - V_x)/2V_R - V_y(V_R + V_x)/2V_R \quad (4)$$

25 la cual se simplifica hasta reducirse a:

$$- \frac{V_x V_y}{V_R} \quad (5)$$

Por consiguiente, el voltaje de salida V_z , el cual es
 30 también la salida del multiplicador 60, es proporcional a

1 -V.I, que es el producto del voltaje entre los hilos conduc-
tores L y N por la intensidad de corriente que circula por
el hilo conductor L. Se apreciará que el multiplicador 60
funciona como un multiplicador de cuatro cuadrantes.

5 El voltaje V_z se aplica al convertidor 62 de vol-
taje a frecuencia, dentro del cual es integrado por el in-
tegrador con base en el amplificador 80. Si el voltaje V_z
es negativo (indicando que el producto V.I es positivo),
la salida del amplificador 80 asciende en rampa positiva-
10 mente a un régimen que depende de la magnitud del voltaje
de salida, y dispara al detector 82. El impulso de reloj
que sigue inmediatamente, procedente del generador 90, es-
tablece el circuito biestable 86, cerrando así el conmuta-
dor S5 para conectar la fuente de voltaje de referencia po-
15 sitivo $+V_R$ al integrador. El impulso de reloj inmediatamen-
te siguiente restablece el circuito biestable 86, de modo
que la fuente $+V_R$ es conectada de hecho al integrador du-
rante exactamente un periodo de los impulsos de reloj pro-
ducidos por el generador 90. La cantidad exactamente defi-
20 nida de carga así suministrada al integrador en ese perio-
do, está dispuesta para que sea suficiente para hacer que
la salida del integrador ascienda en rampa hacia atrás por
debajo del nivel de detección del detector 82. La secuencia
de acontecimientos que se acaba de describir se repite en-
25 tonces, con una frecuencia proporcional a la magnitud del
voltaje V_z . Si el voltaje V_z es positivo, lo cual puede
ocurrir durante partes de cada ciclo del voltaje V cuando
hay una diferencia de fase de 90° entre el voltaje V y la
intensidad de corriente I, tiene lugar repetidamente una
30 secuencia de acontecimientos exactamente análoga a la des-

1 -crita para valores negativos de V_z , pero en esta ocasión
bajo la influencia del detector 84, el circuito biestable
88 y la fuente de voltaje de referencia negativo $-V_R$.

5 Así, el circuito biestable 86 produce en su salida
de establecimiento un primer tren de impulsos cuyo régi-
men de impulsos es proporcional a la magnitud del producto
V.I. cuando este producto es positivo, mientras que el
circuito biestable 88 produce en su salida de establecimen-
to un segundo tren de impulsos cuyo régimen de impulsos
10 es proporcional al producto V.I. cuando ese producto es
negativo. El valor máximo normal de estos regímenes de im-
pulsos está dispuesto para que sea de aproximadamente 40
Kc/s.

15 Los trenes de impulsos primero y segundo se apli-
can a las entradas de recuento ascendente y de recuento des-
cendente respectivamente del contador reversible 64, donde
son integradas efectivamente con respecto al tiempo. Cada
vez que el contador 64 cuenta en sentido ascendente hasta
un recuento predeterminado, típicamente del orden de 10^4 ,
20 produce en su salida de exceso un impulso de exceso, el
cual es aplicado al tiristor T1 de la Fig. 1. La duración
del impulso de exceso está dispuesta para que esté compren-
dida entre un periodo y medio periodo del voltaje V, para
garantizar que el tiristor es hecho conductor y hace por
25 tanto que el motor 52 de avance escalonado gire un sólo
paso angular. El motor 52 de avance escalonado acciona las
ruedas indicadoras del contador 54 a través del engranaje
reductor antes mencionado, de modo que el contador 54 con-
tinúa en efecto la integración con respecto al tiempo co-
30 menzada en el contador 64 e indica por tanto la cantidad

1 total de energía eléctrica suministrada a través de los
hilos conductores L y N al consumidor.

Se aprociará que el multiplicador 60, el conver-
tidor 62 de voltaje a frecuencia y el contador 64 de la
5 Fig. 2 derivan los voltajes de suministro de energía eléc-
trica de c.c. requeridos para su funcionamiento de las en-
tradas 38, 40 y 42 del circuito 24: los detalles precisos
de las conexiones de la mayor parte de los elementos indi-
viduales del multiplicador 60, el convertidor 62 y el con-
10 tador 64 a las entradas 38, 40 y 42, no se han ilustrado
en la Fig. 2 por simplificar, pero algunas de tales conexio-
nes se han ilustrado a modo de ejemplos. Los respectivos
voltajes de suministro en las entradas 38, 40 y 42 son ge-
nerados a partir del voltaje V entre los hilos conductores
15 L y N, como puede verse en la Fig. 1, mediante el circuito
de suministro de energía eléctrica constituido por la re-
sistencia R3, los diodos D1 y D2, los condensadores de
aplanamiento C1 y C2, las resistencias R4 y R5 y los dio-
dos Zener de estabilización del voltaje Z1 y Z2, y son tí-
picamente de unos +5 voltios, 0 voltios y -5 voltios con
20 respecto al terminal 14 (y por consiguiente con respecto
al hilo conductor L).

Así, el circuito 24 está directamente conectado
en el hilo conductor L y "flota" eléctricamente sobre éste.

25 Puesto que la intensidad de corriente total re-
querida para el funcionamiento del circuito 24 es relati-
vamente baja, la resistencia R6 es de un valor relativamen-
te alto, y, como ya se ha mencionado, la resistencia R2
es también de un valor relativamente alto. Así, cualesquiera
30 fenómenos transitorios de voltaje de gran magnitud que

1 -aparezcan entre los hilos conductores L y N son sustancial
mente atenuados, antes de que lleguen al circuito 24, por
esas dos resistencias, las cuales, como precaución adicio-
5 ta. El circuito 24 está además protegido de esas variacio-
nes transitorias del voltaje por estar montado sobre la
derivación 20, dado que la derivación es una pieza metáli-
ca relativamente grande de baja resistencia, en la cual no
es probable que sean generados altos voltajes. No obstante
10 como una precaución contra la posibilidad de variaciones
bruscas de la intensidad de corriente en la derivación 20,
las entradas al amplificador 66 del circuito 24 están pro-
tegidas por el efecto de fijación o bloqueo de los diodos
D3 y D4 (Fig. 2). Análogamente, la entrada al amplificador
15 72 está protegida tanto por la resistencia R11 como por el
efecto de fijación de los diodos D5 y D6. Estos diversos
medios para proteger el circuito 24 de los efectos de las
variaciones transitorias del voltaje, no aumentan sensible-
mente el coste total de fabricación del contador 10 de va-
20 tios-hora.

En uso, la temperatura de la derivación, y por
lo tanto su resistencia, pueden variar, y la resistencia
R1 de compensación de la temperatura sirve para corregir
los errores que esa variación de la temperatura podría ori-
25 ginar de no corregirse. Así, se selecciona la resistencia
R1 de modo que tenga sustancialmente el mismo coeficiente
de resistencia por temperatura que la derivación 20, y,
puesto que está en contacto térmico con la derivación si-
gue las variaciones de temperatura de la derivación. La re-
30 lación R/R_1 donde R es la resistencia de la parte de la

1 derivación 20 entre los puntos 28 y 32, es por tanto sustancialmente independiente de la temperatura. Puesto que el voltaje V_y viene dado por $V_y = IR$, el voltaje V'_y en la salida del amplificador 66 viene dado por

5
$$V'_y = I.R.R7/R1 \quad (6)$$

y es también por tanto sustancialmente independiente de la temperatura.

10 Se observará que puesto que todos los componentes del contador de vatios-hora 10 están conectados de modo efectivo entre el terminal 18 y el terminal 14, estando este último terminal del lado del suministrador, en vez del lado del consumidor, con respecto al contador, la intensidad de corriente de funcionamiento consumida por el propio
15 contador no pasa a través de la derivación 20 y por lo tanto no produce efecto alguno en las indicaciones producidas por el contador de vatios-hora. Sin embargo, en muchas aplicaciones, la corriente operativa consumida por el medidor es despreciablemente pequeña. En este caso, la alimentación de potencia para el circuito 24 puede conectarse a
20 cualquier punto entre los terminales de corriente 14, 16, es decir, conectarse a uno de estos terminales de corriente a través de una parte correspondiente de la derivación 20. Esto es particularmente cierto cuando la tensión a través de la derivación sea típicamente muy pequeña (unos pocos milivoltios) en comparación con la tensión entre el hilo conductor L y el hilo de neutro N (de manera típica, al menos, 100 voltios) y también en comparación con la tensión
25 N de alimentación de potencia (típicamente unos 10 voltios).

30 Se pueden efectuar varias modificaciones en el

1 contador de vatios-hora 10 de las Figs. 1 y 2. Por ejemplo,
la derivación 20 en el hilo conductor L puede ser sustitui
da por un transformador de percepción de la intensidad de
corriente, puesto que con el circuito 24 conectado también
5 al hilo conductor L, los voltajes transitorios antes men
cionados no aparecerían entre el primario y el secundario
de este transformador. Además, el motor 52 de avance esca
lonado y el tiristor T1 pueden ser sustituidos por un miem
bro piezoeléctrico dispuesto para ser hecho flexionar por
10 cada impulso producido en la salida 50, estando dispuesto
el contador 54 para ser accionado por esa flexión: tal dis
posición se ha descrito con mayor detalle en nuestra solí
citud de patente francesa nº 76.21224, presentada con fe
cha 12 de julio de 1976.

15 Como alternativa, el tiristor T1, el motor 52 de
avance escalonado y el contador 54 pueden ser sustituidos
por un registro o contador electrónico del tipo que conser
va su contenido sin variación cuando se retira temporalmen
te su suministro de energía eléctrica, por ejemplo, un con
20 tador o registro en el que se usen técnicas de almacenamien
to MNOS o de memoria de burbuja magnética, y una presenta
ción electrónica de múltiples dígitos, por ejemplo del ti
po de siete segmentos de LCD o de LED, conectada para pre
sentar el contenido del contador o registro.

25 Además, el suministro de energía para el circui
to 24 puede adoptar cualquier otra forma conveniente sin
transformador, por ejemplo una forma en la que intervenga
la generación de solamente un voltaje de suministro de
energía eléctrica con respecto al terminal 14 y al hilo
30 conductor L. Esto, por supuesto, exigiría ciertas modifi

1 caciones correspondientes en el circuito 24. El circuito
24 puede también ser modificado sustituyendo para ello el
convertidor 62 de voltaje a frecuencia por un convertidor
de analógico a digital, dispuesto para muestrear el volta-
5 je V_z a un régimen predeterminado y para sumar algébrica-
mente en el contador 64 (o en otros medios de acumulación)
las señales resultantes de esas muestras.

En la Fig. 3 se ilustra una realización alterna-
tiva del circuito 24 de las Figs. 1 y 2, habiéndose indica-
do esa realización alternativa en general en 124. El cir-
10 cuito 124 comprende un multiplicador 160, un convertidor
de voltaje a frecuencia 162 y un contador reversible 164,
dispuestos de manera análoga a la usada para el multiplica-
dor 60, el convertidor 62 y el contador 64 del circuito 24,
15 y tiene entradas 126, 130, 134, 138, 140, 142 y una salida
150 que corresponden respectivamente a las entradas 26, 30,
34, 38, 40, 42 y a la salida 50 del circuito 24: no obstant-
te, el circuito 124 está conectado en el contador de vatios-
hora 10 de una manera ligeramente diferente, como se pon-
20 drá aquí de manifiesto en lo que sigue.

El multiplicador 160 es del tipo de transconduc-
tancia variable, y comprende pares de transistores NPN aco-
plados por emisor primero y segundo TR1, TR2 y TR3, TR4
respectivamente. Las bases de los transistores TR1, TR3 es-
25 tán unidas en común, y están conectadas a la entrada 130
del circuito 124, mientras que las bases de los transisto-
res TR2, TR4 están también unidas en común, y están conec-
tadas a la entrada 126. Las entradas 126 y 130 están conec-
tadas directamente a los puntos 28 y 32, respectivamente,
30 de la derivación 20, habiéndose omitido la resistencia R1

1 de la Fig. 1.

Los emisores unidos en común de los transistores TR1, TR2, y los de los transistores TR3, TR4 están conectados, a través de respectivas resistencias iguales R21,
5 R22, a la entrada de suministro de energía eléctrica negativa 142.

La resistencia R3 de las Figs. 1 y 2 se ha omitido también, de modo que la entrada 134 del circuito 124 está conectada exteriormente solo al terminal 18 (a través
10 de la resistencia R2 de valor relativamente alto). La entrada 134 está conectada internamente a través de la combinación en serie de un conmutador semiconductor S10 y de una
resistencia R23, a los emisores unidos en común de los transistores TR1, TR2, y a través de otro conmutador semiconductor S11 a la entrada de inversión de un amplificador diferencial 180. Los conmutadores S10 y S11 son hechos funcionar en antifase mediante respectivas señales de onda
15 cuadrada de relación de cota-espacio 1:1, como se describirá aquí en lo que sigue. La salida del amplificador 180
20 está conectada a través de respectivas resistencias R24, R25 de iguales valores a los de las resistencias R21, R22, a su entrada de inversión y a los emisores unidos en común de los transistores TR1, TR2, mientras que la entrada de no
inversión del amplificador 180 está conectada a través de
25 la combinación en paralelo de un condensador C10 y de un diodo D18 polarizado directamente, a la entrada 140 de suministro de energía eléctrica de cero voltios y a través de una resistencia R26 a la entrada de suministro de energía eléctrica negativa 142.

30 Los colectores de los transistores TR1, TR4 están

1 -unidos en común en 182, mientras que los colectores de los
transistores TR2, TR3 están unidos en común en 184, consti-
tuyendo los puntos 182, 184 en la salida del multiplicador
160. Los puntos 182, 184 están conectados a través de res-
5 pectivas resistencias iguales R27, R28 a un extremo de una
cadena de varios diodos (por ejemplo seis) conectados en
serie D10 a D15, estando el otro extremo de la cadena de
diodos conectado a las respectivas bases de un par de tran-
sistores TR5, TR6 del tipo PNP. Las bases de los transisto-
res TR5, TR6 están conectadas a través de una resistencia
10 R29 a la entrada de suministro de energía eléctrica positi-
va 138, y los emisores de esos transistores están conecta-
dos a la entrada 138. Los colectores de los transistores
TR5, TR6 están conectados a los puntos 182 y 184 respecti-
15 vamente.

Los puntos 182, 184 están conectados a las entra-
das de inversión y de no inversión, respectivamente, de un
amplificador diferencial 186, cuyas entradas constituyen la
entrada del convertidor 162 de voltaje a frecuencia. La sa-
20 lida del amplificador 186 está conectada para realimentación
negativa a su entrada de inversión a través de un condensa-
dor C11 para formar un integrador, y está también conectada
a través de una resistencia R30 a la entrada de un detector
188 de nivel de voltaje. La entrada del detector 188 está
25 conectada a través de un condensador C12 a la entrada de su-
ministro de energía eléctrica negativa 142, mientras que la
salida del detector 188 está conectada a la entrada de esta-
blecimiento de un circuito biestable 190. La salida de esta-
blecimiento del circuito biestable 190 está conectada a la
30 entrada de establecimiento de un circuito biestable sincro-

1 -nizado por reloj 192, cuya salida de establecimiento está
conectada a una entrada de una puerta Y de dos entradas
194. La entrada de reloj del circuito biestable 192 y la
5 entrada de restablecimiento del circuito biestable 190 es-
tán conectadas para recibir respectivas señales de reloj
CL1 y CL2 producidas por un generador 196 de impulsos de
reloj, y la otra entrada de la puerta Y 194 está conecta-
da para recibir la señal de reloj CL1 a través de dos in-
versores en cascada 198, 199. El generador de impulsos de
10 reloj incluye un oscilador controlado por cristal (no re-
presentado) que tiene una frecuencia de funcionamiento tí-
pica de 32768 c/s, y circuitos divisor de frecuencia y de
paso discriminado (no representados) dispuestos de una ma-
nera conocida para producir las señales de reloj CL1 y CL2
15 a una frecuencia común, típicamente de 8192 c/s, con for-
mas de onda como las ilustradas en la Fig. 4.

La salida de la puerta Y 194 está conectada a la
puerta o entrada de control de un conmutador semiconductor
S12, el cual está conectado entre una fuente de voltaje
20 de referencia negativo 200, similar a la fuente $-V_R$ de la
Fig. 2, y un extremo de una resistencia R31. El otro extre-
mo de la resistencia R31 está conectado a la base de un
transistor TR7 del tipo NPN, y a través de una resistencia
R32 a la entrada 140 de suministro de energía eléctrica
25 de cero voltios. La resistencia R32 está montada, exterior-
mente al circuito 124, en contacto térmico con la deriva-
ción 20, en lugar de la resistencia R1 de las Figs. 1 y 2:
el circuito 124 está provisto de una entrada adicional 218
para permitir esto. El emisor del transistor TR7 está co-
nectado al emisor de un transistor TR8 del tipo NPN, para
30

1 -formar todavía otro par acoplado por emisor; estando los
emisores unidos en común conectados a través de una resis-
tencia de precisión R33 a la fuente 200 de voltaje de re-
ferencia. La base del transistor TR8 está conectada a la
5 entrada 140 de suministro de energía eléctrica de cero vol-
tios a través de una resistencia R34 y a la entrada 142 de
suministro de energía eléctrica negativa a través de la
combinación en serie de una resistencia R35 y de una resis-
tencia ajustable RV1. Los colectores de los transistores
10 TR7, TR8 están conectados a las entradas de inversión y de
no inversión, respectivamente, del amplificador 186.

La salida de la puerta X 194, constituye la sali-
da del convertidor 162 de voltaje a frecuencia, y está co-
nectada a través de un amplificador separador 202 a la en-
15 trada 203 de recuento del contador reversible 164. El con-
tador 164 es un contador binario de 12 bits del tipo
preajustable, y tiene una entrada 204 de control ascenden-
te/descendente, una entrada prefijada 206, y un juego de
entradas 208 a las cuales está aplicada permanentemente
20 una señal digital representativa de un recuento preajusta-
ble deseado. El contador 164 tiene también un juego de sa-
lidas de recuento 210, las cuales están conectadas a un
descodificador 212 dispuesto para producir un impulso de
salida cuando el contador llega a un recuento determina-
25 do. La salida del descodificador 212 está conectada a la
entrada de establecimiento de un circuito biestable 214,
cuya entrada de restablecimiento está conectada para reci-
bir una versión invertida de la señal de reloj CL1, por
ejemplo, procedente del inversor 198. La salida de estable-
30 cimiento del circuito biestable 214 está conectada a la en

1 -trada preajustada 206 del contador 164, y constituye la salida 150 del circuito 124.

5 Las antes mencionadas señales de antifase para controlar los conmutadores S10, S11 son generadas por un circuito 216 que comprende una resistencia de alto valor R35 (típicamente de 680 kilohmios) conectada entre el terminal 18 del contador de vatios-hora 10 y otra entrada 220 del circuito 124. La entrada 220 está conectada a través de un condensador C13 a la entrada de suministro de energía eléctrica negativa 142, y a través de la combinación en serie de una resistencia R36 y un amplificador cuadrador 222 a la entrada de reloj de un circuito biestable 224 sincronizado por reloj. La salida de establecimiento del circuito biestable 224 está conectada a la entrada de control del conmutador S10 y a la entrada de control ascendente/descendente 204 del contador 164, mientras que la salida de restablecimiento de ese circuito biestable está conectada a la entrada de control del conmutador S11, y a su entrada de establecimiento.

20 El funcionamiento del circuito 124 es como sigue.

En primer lugar, el amplificador cuadrador 222 en el circuito 216 produce una señal de onda cuadrada o rectangular cuya frecuencia es igual a la frecuencia del voltaje V entre los hilos conductores L y N (es decir, igual a la frecuencia de línea normal de 50 o 60 c/s). Esa señal de onda cuadrada es aplicada al circuito biestable 224 y dividida en frecuencia por éste, el cual produce en sus salidas de establecimiento y de restablecimiento, respectivamente, señales de onda cuadrada de antifase de relación de cota-espacio 1:1 y a la mitad de la frecuencia de la línea.

1 — Esas dos señales de antifase, las cuales se supondrá que
son de 25 c/s, hacen a los conmutadores S10 y S11 alterna-
tivamente conductores y no conductores en antifase, es de-
cir, que cuando el conmutador S10 es conductor el conmuta-
5 dor S11 no lo es, y viceversa.

La resistencia R2 sirve para dar paso a una in-
tensidad de corriente I_x la cual es proporcional al volta-
je V entre los hilos conductores L y N y que constituye
una primera entrada al multiplicador de transconductancia
10 variable 160 del circuito 124. Así, la resistencia R2 es
operante, a través de cada uno de los conmutadores S10,
S11 por turno, para variar la intensidad de corriente que
circula por los emisores unidos en común de los transisto-
res TR1, TR2 en una cantidad igual a I_x , siendo invertida
15 la polaridad de esa variación de corriente, durante cada
semiciclo alterno de las ondas cuadradas de antifase para
las cuales es conductor S11, por el amplificador de inver-
sión de ganancia unidad basado en el amplificador 130. La
variación de corriente es eficaz para variar la transcon-
ductancia de los transistores TR1, TR2.
20

La derivación 20 de corriente produce entre los
puntos 28 y 32 de la misma, como ya se ha descrito, un vol-
taje V_y cuya magnitud instantánea es proporcional a la
magnitud instantánea de la intensidad I de la corriente que
25 circula por el hilo conductor L. El voltaje V_y es también
aplicado al multiplicador 160, entre las bases respectivas
de los transistores TR1, TR2.

Los transistores TR1 y TR2 tienden por consiguien-
te a producir un voltaje de salida V_o entre sus respecti-
vos colectores (es decir, entre los puntos 132, 134) pro-
30

1 -porcional al producto $V_y I_x$. Este voltaje de salida contendría, si se usasen solos los transistores TR1 y TR2, una componente grande y no deseable de modo común, y se han previsto los transistores TR2, TR4 para eliminar sustancialmente esa componente de modo común: los mismos consiguen esto en virtud del hecho de que reciben el mismo voltaje de entrada V_y pero sus salidas (es decir, sus colectores) están acoplados cruzadamente con la salida (es decir, con los colectores) de los transistores TR1, TR2.

10 El voltaje V_o se combina algébricamente en los puntos 182, 184 con un voltaje desplazado que tienden a producir los transistores TR7, TR8 en el convertidor 162 de voltaje a frecuencia cuando el conmutador S12 no es conductor. Ese voltaje desplazado se ajusta por medio de la resistencia variable RV1 para que sea negativo y mayor que 15 el valor negativo normal total de V_o , de modo que el voltaje diferencia aplicado al integrador con base en el amplificador 186 (es decir, aplicado a la entrada del convertidor 162) cuando el conmutador S12 no es conductor, es siempre negativo. Ese voltaje diferencia hace por tanto que la 20 salida del amplificador 186 ascienda en rampa positivamente, a un régimen que depende de su magnitud, para disparar el detector 188.

25 Cuando el detector 188 es disparado, establece el circuito biestable 190, el cual condiciona a su vez al circuito biestable 192 para que sea establecido por el siguiente frente ascendente de la señal de reloj CL1 (indicado a modo de ejemplo en A en la Fig. 4). El circuito biestable 192 habilita la puerta Y 194, de modo que el conmutador S12 es hecho conductor por el mismo frente ascendente 30

1 de la señal de reloj CL1. El frente ascendente siguiente
de la señal de reloj C12, indicado en B en la Fig. 4, res-
tablece el circuito biestable 190, condicionando así al
circuito biestable 192 para que sea restablecido por el si-
5 guiente frente ascendente de la señal de reloj CL1. El res-
tablecimiento del circuito biestable 192 inhabilita la
puerta Y 194, haciendo así de nuevo no conductor al conmu-
tador S12. El conmutador S12 es por tanto hecho conductor
durante un tiempo exactamente definido, igual a un periodo
10 de la señal de reloj CL1.

Quando se hace conductor el conmutador S12, éste
cambia el antes mencionado voltaje de desplazamiento produ-
cido por los transistores TR7, TR8 en una magnitud exacta-
mente definida, suficiente para hacer positiva la antes
15 mencionada diferencia de voltaje y hacer con ello que la
salida del amplificador 186 descienda en rampa negativamen-
te hasta un nivel por debajo del nivel de detección del de-
tector 188. Una vez que se hace de nuevo no conductor el
conmutador S12, se repite la secuencia de acontecimientos
20 que se acaba de describir.

Se apreciará que la frecuencia máxima a la cual
puede hacerse conductor el conmutador S12, es decir, la
frecuencia de salida máxima del convertidor 162, es de
8192 c/s. La resistencia variable RV1 está ajustada de tal
25 modo que con una intensidad de corriente cero que circule
por la derivación 20, la frecuencia de salida del converti-
dor es de aproximadamente la mitad de la frecuencia máxima,
es decir, de 4096 c/s. Entonces, cuando la corriente que
circula por la derivación no es cero, el voltaje resultan-
30 te V_0 que tienden a producir los transistores TR1, TR2

1 cambia la antes mencionada diferencia de voltaje en una
 magnitud correspondiente, de modo que la frecuencia de fun-
 cionamiento del conmutador S12 aumenta o disminuye desde
 4096 c/s dependiendo de que V_0 sea negativa o positiva,
 5 respectivamente, y en una cantidad que depende de la magni-
 tud del producto V.I. El convertidor 162 de voltaje a fre-
 cuencia produce por lo tanto en su salida (es decir, en la
 salida de la puerta Y 194) una señal de impulso cuya fre-
 cuencia depende de la magnitud del producto V.I..

10 Los impulsos de la señal de impulsos producida
 por el convertidor 162 son aplicados al contador reversi-
 ble 164 y contados en éste. Se recordará que la señal de
 onda cuadrada de 25 c/s que controla al conmutador S11 con-
 trola también el sentido del recuento del contador 164, de
 15 modo que el contador cuenta en sentido ascendente cuando el
 conmutador S10 es conductor y en sentido descendente cuando
 el conmutador S11 es conductor. Por consiguiente, puesto
 que los conmutadores S10 y S11 cambian también la polari-
 dad de la relación V_0/V , el número N de impulsos suminis-
 20 trados al contador 164 durante un periodo de la señal de
 onda cuadrada de 25 c/s, comenzando en un momento t_1 , vie-
 ne dado por:

$$25 \quad N = \left[f_0 + k \int_{t_1}^{t_1 + T/2} V.I. dt \right] \frac{T}{2} - \left[f_0 - k \int_{t_1 + T/2}^{t_1 + T} V.I. dt \right] \frac{T}{2} \quad (7)$$

la cual se simplifica hasta:

$$30 \quad N = \frac{kT}{2} \int_{t_1}^{t_1 + T} V.I. dt \quad (8)$$

1 -donde: f_0 es la frecuencia de los impulsos cuando $I = 0$.
T es el periodo de las señales de onda cuadrada de
25 c/s; y
k es una constante de proporcionalidad.

5 Por consiguiente, el número de impulsos contados
por el contador 164 es proporcional a la integral en el
tiempo del producto V.I.

10 Se apreciará que el contador 164 tiene un recuen-
to máximo de 2^{12} , o bien de 4096. No obstante, cada vez
que el contador 164 llega a un recuento predeterminado,
típicamente de aproximadamente $7/8$ de su capacidad máxima
de recuento (es decir, a un recuento de 3584), el descodi-
ficador 242 produce un impulso de salida que restablece el
15 contador a su recuento preajustable, el cual se elige típi-
camente de modo que sea aproximadamente $1/8$ de su recuento
máximo (es decir, un recuento de 512). Así, aunque el con-
tador 164 cuenta tanto en sentido ascendente como en senti-
do descendente, solamente puede contar en sentido ascenden-
te a través del recuento predeterminado que produce un im-
20 pulso de salida en la salida 150, es decir, si cuenta en
sentido ascendente hasta un recuento de 3584 y produce un
impulso de salida, y luego cuenta inmediatamente en senti-
do descendente, el recuento en sentido descendente comenza-
rá a partir del recuento preajustable de 512. Se evita así
25 la producción de impulsos de salida falsos en la salida 150.

Los impulsos que aparecen en 150 son contados
como se ha descrito en relación con las Figs. 1 y 2, repre-
sentando su total acumulado la cantidad total de energía
suministrada a través de los hilos conductores L y N.

30 Para el funcionamiento satisfactorio del circuito

1 -124, es deseable que las características (tales como la
de ganancia de corriente) de al menos los transistores
TR1 a TR4 y TR7, TR8 estén perfectamente adaptadas: no obs-
tante, puesto que el circuito 124 se realiza como un solo
5 dispositivo de circuito integrado, como se ha descrito en
relación con el circuito 24 de las Figs. 1 y 2, este requi-
sito es realizable con relativa facilidad en la práctica.

El circuito 124 tiene varias ventajas importantes,
de las cuales quizás la más significativa sea el modo en
10 que los desplazamientos y derivas térmicas inherentes al
multiplicador de transconductancia variable 160 incorpora-
do en aquél, se contrarrestan sustancialmente entre sí.
Así, considerando la ecuación (7), en el mismo periodo de
la señal de onda cuadrada de 25 c/s a que se ha hecho refe-
15 rencia en la ecuación (7), esas derivas y desplazamientos
pueden considerarse de magnitud constante, de modo que úni-
camente producen el efecto de variar f_0 en una pequeña
cantidad constante: se anulan por tanto con f_0 mediante el
funcionamiento de los conmutadores S10, S11 y el correspon-
20 diente cambio del sentido del recuento en el contador 164.

Además, se apreciará que los transistores TR7,
TR8 funcionan en efecto como un multiplicador, análogo al
formado por los transistores TR1 a TR4, para producir una se-
ñal de referencia usada para que se oponga a la señal (V_0)
25 que depende del producto, producida por los transistores
TR1 a TR4: por consiguiente, los posibles errores debidos
a los cambios a largo plazo, es decir, al envejecimiento,
en las características de los transistores TR1 a TR4, tien-
den a ser anulados por los correspondientes cambios en las
30 características de los transistores TR7, TR8, debido a la

1 -antes mencionada perfecta adaptación de las característi-
cas de estos transistores conseguida por la realización
del circuito integrado.

5 Los errores debidos a las variaciones de tempe-
ratura de la derivación 20 son eliminados sustancialmente
por la resistencia R32, la cual, dado que está montada en
contacto térmico con la derivación y que tiene sustancial-
mente el mismo coeficiente de resistencia por temperatura,
cambia la señal de realimentación de referencia producida
10 por los transistores TR7, TR8 cuando es conductor el con-
mutador S12, en proporción al cambio de temperatura en el
valor de resistencia de la derivación.

Los transistores TR5 y TR6 funcionan como fuen-
tes de intensidad de corriente constante para mantener las
15 respectivas intensidades de corriente circulando a los pun-
tos 182, 184 desde la entrada 138 de suministro de energía
eléctrica positivo, con valores sustancialmente constantes
iguales determinados por la media de los respectivos vol-
tajes en esos puntos. No obstante, si se desea los transis-
20 tores TR5, TR6 y su circuito de polarización asociado
pueden ser sustituidos por dos resistencias de igual va-
lor conectadas entre la entrada 138 y los puntos 182, 184
respectivamente.

Otra modificación que puede introducirse en el
25 circuito 124 consiste en eliminar el amplificador 180 y
las resistencias R24-R26 y el condensador C10 asociados,
y conectar la salida del conmutador S11 a los emisores uni-
dos en común de los transistores TR3, TR4, de modo que los
conmutadores S10, S11 funcionen para invertir la polaridad
30 efectiva de la intensidad de corriente I_x aplicada al mul-

1 -multiplicador 160. El circuito 124 puede ser también modifi-
cado sustituyendo para ello el convertidor 162 por un con-
vertidor de analógico a digital, como el descrito anterior-
mente con relación al circuito 24, en cuyo caso la polari-
5 dad con la cual se acumulan en el contador 164 (o en otros
medios de acumulación) las señales digitales producidas
por ese convertidor, sería invertida periódicamente median-
te la señal apropiada de onda cuadrada de 25 c/s.

Puesto que la frecuencia de las señales de onda
10 cuadrada que controlan los conmutadores S10, S11 y el sen-
tido de recuento del contador 164 no es crítica, otra mo-
dificación que puede hacerse en el circuito 124 consiste
en sustituir el circuito 162 por un circuito divisor de la
frecuencia de dividir por 256, conectado para recibir la
15 señal de reloj CL1 ó CL2 desde el generador de impulsos de
reloj 196 y un circuito biestable de dividir por dos conec-
tado para recibir la salida del circuito de dividir por
256. Este circuito biestable produce por consiguiente dos
ondas cuadradas de 16 c/s en antifase, que pueden usarse
20 en lugar de las ondas cuadradas de 25 c/s.

Es de hacer notar que la técnica de anulación de
la deriva descrita en relación con el circuito 124 puede
usarse con pequeñas modificaciones en otros circuitos que
incorporen multiplicadores, por ejemplo en el circuito 24
25 de la Fig. 2.

En la Fig. 3C se ilustra un circuito de protec-
ción de sobrecarga, el cual puede ser fácilmente incorpo-
rado en el circuito 124. Este circuito de protección de
sobrecarga se ha indicado en general en 230, y comprende
30 un contador binario reversible 232 del tipo preajustable.

1 -El contador 232 tiene una entrada 234 de recuento, la cual
está conectada a la salida del amplificador 202 de la Fig.
3B, una entrada 236 preajustada conectada a la salida de
una puerta 0 de dos entradas 238, y un juego de entradas
5 240 a las cuales está permanentemente aplicada una señal
digital representativa de un recuento preajustable deseado.
El contador 232 tiene además un juego de salidas 242 de
recuento, las cuales están conectadas a un descodificador
244 dispuesto para producir un impulso de salida cuando el
10 contador 232 alcanza un recuento predeterminado. La sali-
da del descodificador 244 está conectada a la entrada de
establecimiento de un circuito biestable 246, cuya salida
de establecimiento está conectada a una entrada de la puer-
ta 0 238. La otra entrada de la puerta 0 238 está conecta-
15 da para recibir una de las señales de 25 c/s desde el cir-
cuito 216 de la Fig. 3B a través de un circuito 247 divi-
sor de la frecuencia de dividir por cinco y un circuito
248 conformador de impulsos.

La entrada de restablecimiento del circuito bies-
20 table 246 está conectada a una fuente de voltaje adecuada
(por ejemplo, la barra 138 de suministro de energía eléc-
trica positiva) a través de un botón de pulsar de "reposi-
ción" 249 accesible desde fuera del alojamiento 12 del con-
tador de vatios-hora 10, mientras que la salida de estable-
25 cimiento de este circuito biestable está también conectada
a través de un amplificador adecuado 250 a una salida 252
del circuito 124. Esta salida 252 está conectada a un dis-
yuntor (no ilustrado) que conecta los hilos conductores
L y N en el lado del consumidor del contador de vatios-ho-
30 ra 10. Este disyuntor puede ser incorporado, si se desea,

1 - en el contador 10, es decir, ser dispuesto en el alojamiento
to 12 en cuyo caso el botón pulsador 249 puede también
servir como botón de reposición del disyuntor.

5 En funcionamiento, el contador 232 cuenta los
mismos impulsos que son contados por el contador 164 en la
Fig. 3B. No obstante, el contador 232 es restablecido a su
recuento preajustado cada 200 milisegundos por los impul-
sos de 5 c/s derivados del circuito divisor 247 y del cir-
cuito 248 de conformación de impulsos, y por consiguiente
10 puede contar continuamente durante sólo 200 milisegundos
de una vez.

El recuento predeterminado para el cual el des-
codificador 244 produce un impulso de salida es seleccio-
nado de tal modo que el contador 232 no alcanza ese recuen-
to predeterminado en condiciones de carga máxima normal
15 (es decir, con la carga máxima permitida conectada a los
hilos conductores L y N en el lado del consumidor del con-
tador 10), pero alcanza el recuento predeterminado cuando
se exceden las condiciones de carga normal máxima en una
cantidad especificada, es decir, cuando tiene lugar una
sobrecarga. Cuando se produce tal sobrecarga, y el conta-
dor 232 alcanza por lo tanto el recuento predeterminado,
20 el impulso de salida producido por el descodificador 244
es operante para establecer el circuito biestable 246, el
cual hace a su vez funcionar el antes mencionado disyuntor
a través del amplificador 250 previsto para ese fin, cor-
tando con ello el suministro de energía eléctrica al con-
sumidor. El circuito biestable 246 restablece también el
contador 232 a su recuento preajustado a través de la puer-
ta O 238. Una vez que se ha encontrado y se ha eliminado
25
30

1 - la causa de la sobrecarga, se puede restituir el suministro de energía eléctrica por medio del botón de restablecimiento 249.

5 En la Fig. 5 se ilustra un suministro de energía eléctrica alternativo y simplificado para uso con el circuito 24 ó 124. En el suministro de energía eléctrica de la Fig. 5, el terminal 18 no está conectado directamente al hilo conductor de referencia o neutro N, sino que está conectado a un extremo de una resistencia R40 de valor relativamente bajo cuyo otro extremo está conectado directamente al hilo conductor N en un terminal 118. Un dispositivo limitador de las variaciones bruscas, constituido por una resistencia variable no linealmente (varistor) o una resistencia sensible al voltaje del tipo de ZnO, está conectado entre el terminal 18 y el terminal 14, y limita el voltaje entre estos dos terminales, típicamente a un valor máximo de aproximadamente 600 voltios.

15 El terminal 18 está conectado, a través de un condensador C20 y de dos diodos Zener dirigidos en oposición Z3, Z4 en serie al terminal 14, sirviendo los diodos Zener para limitar la amplitud de voltaje de c.a. en la unión J entre el condensador C20 y los diodos Zener a un valor bajo, típicamente de unos 8 voltios. La unión J está conectada al terminal 14 a través de la combinación en serie de un diodo D20 y de un condensador C21, y a través de la combinación en serie de un diodo D21 y un condensador C22, estando los diodos D20 y D21 dirigidos en oposición. Se produce por consiguiente un voltaje de suministro de energía eléctrica de c.c. positivo + Vs de aproximadamente + 7 voltios en el cátodo del diodo D20, mientras que se

1 produce un voltaje de suministro de energía eléctrica de
c.c. negativo $-V_s$ de unos -7 voltios en el ánodo del diodo
D21.

5 El contador de vatios-hora electrónico de las
Figs. 6 y 7 se ha indicado en general por 10g en la Fig. 6,
y es en muchos aspectos similar al contador 10 de la Fig.
1. Además, el contador 10g incorpora un circuito electróni
co integrado 124g similar al circuito 124 de las Figs. 3A
y 3C. Por consiguiente, en la descripción de las Figs. 6 y
10 7 que sigue, los elementos que corresponden a los elementos
de las Figs. 1 y 3 llevarán referencias que se correspon
den, y solamente se describirán con detalle los puntos de
diferencia.

15 En el contador 10g de la Fig. 6, la entrada 126
del circuito 124g está conectada al terminal 16 a través
de una resistencia R60 de bajo valor, y a la entrada 134
a través de otra resistencia R62, mientras que la entrada
130 está conectada al terminal 14. La entrada 134 del cir
cuito 124g, en vez de estar conectada directamente a la
20 unión 36 entre las resistencias R2 y R3, está conectada a
ella a través de una resistencia variable RV10. El extremo
de la resistencia R2 alejado de la unión 36 está conectado
al terminal 18 a través de una resistencia R64, y al ter
minal 16 a través de un "varistor" (resistencia variable
25 no linealmente) de limitación de las variaciones bruscas
502 del tipo de ZnO.

30 El terminal 18 está conectado a través de resis
tencias R65, R66 y de un condensador C30 en serie, al áno
do de un diodo D30 y al cátodo de un diodo D31. Otro varis
tor 504 de limitación de las variaciones bruscas del tipo

1 -de ZnO está conectado entre el terminal 16 y la unión entre
la resistencia R65 y el condensador C30. El cátodo del diodo D30 y el ánodo del diodo D31 están ambos conectados al
terminal 16 a través de respectivas combinaciones en para-
5 lelo de un diodo Zener y un condensador de aplanamiento,
Z6 con C31, y Z7 con C32, y por tanto constituyen respecti-
vamente puntos de suministro de energía eléctrica positivo
y negativo con respecto al terminal 16: como tales, ellos
y el terminal 16 están conectados respectivamente a las en-
10 tradas de suministro de energía eléctrica positiva, nega-
tiva y cero 138, 142 y 140 del circuito 124g.

El cátodo del diodo D30 está también conectado,
a través de un diodo 508 de emisión de luz y de una bobina
510 de solenoide, respectivamente, a una salida auxiliar
15 512, y a la salida 150 del circuito 124g. La bobina 510 de
solenoide forma parte de un contador 516 de totalización
accionado por solenoide usual de la clase de los usados en
los contadores para facturación telefónica.

El circuito 124g tiene además un par de entradas
20 520, 521 entre las cuales está conectado un tiristor 518
que forma parte del reloj 196 dentro del circuito 124g, un
par de entradas 522, 523 entre las cuales está conectado
el condensador C11 del convertidor 162 de voltaje a fre-
cuencia, y un par de entradas 524, 525 entre las cuales
25 está conectada la resistencia variable RV1 del convertidor
162.

El circuito 124g se ha ilustrado con mayor deta-
lle en la Fig. 7, en la cual el multiplicador de transcon-
ductancia variable, el convertidor de voltaje a frecuencia
y el contador reversible se han indicado también por las
30

1 -referencias 160, 162 y 164 respectivamente.

5 En el multiplicador 160 (Fig. 7A) los conmutadores S10, S11 y sus circuitos asociados en el circuito 124 de la Fig. 3 (cuyos conmutadores y circuitos asociados in-
vierten periódicamente la polaridad de la señal de entrada
al multiplicador representativa del voltaje V entre los
hilos conductores L y N) están sustituidos por un circuito
descrestador que comprende cuatro transistores TR11 a TR14,
cada uno de los cuales tiene su colector conectado a la en-
trada 140 de suministro de energía eléctrica de cero vol-
tios. Las bases de los transistores TR11, TR13 están co-
nectadas a un punto común 530 a través de respectivas re-
sistencias R70, R71, mientras que las bases de los transis-
tores TR12, TR14 están conectadas a un punto común 532 a
través de respectivas resistencias R72, R73. Los emisores
de los transistores TR11, TR14 están conectados, a través
de resistencias de igual valor R74, R75, a la entrada 134
del circuito 124g, y a través de otras las resistencias
R76, R77 de valor igual al de las resistencias R74, R75,
a respectivos puntos de salida 534, 536 del descrestador.
Los emisores de los transistores TR12, TR13 están conecta-
dos a los puntos 534 y 536 respectivamente, a través de
resistencias iguales R78, R79, cuyo valor común es 1,5 ve-
ces el valor común de las resistencias R74 a R77.

25 Los puntos 534, 536 de salida del descrestador
están conectados a las bases de respectivos transistores
TR15, TR16, cuyos colectores están conectados a la entrada
138 de suministro de energía eléctrica positiva, y cuyos
emisores están conectados a las bases de los respectivos
30 transistores TR17, TR18. Los colectores de los transistores

1 -TR17, TR18 están conectados respectivamente a los emisores
unidos en común de los transistores TR1, TR2 y a los emiso
res unidos en común de los transistores TR3, TR4, mientras
que sus emisores están conectados a través de resistencias
5 R80, R81, de valor igual al de las resistencias R74 a R77,
al colector de un transistor TR19. El transistor TR19 tie
ne su emisor conectado a la fuente de voltaje de referencia
negativo 200, y está dispuesto para funcionar como una fuen
te de intensidad de corriente constante por medio de una
10 resistencia R82 conectada entre su base y la entrada 140
de suministro de cero voltios y un transistor TR20 conec
tado como un diodo (es decir, con su colector y su base
unidos en común) entre la base y el emisor del transistor
TR19. Las resistencias R21, R22 del circuito 124 de la
15 Fig. 3 se han omitido en el circuito 124g.

Los transistores TR5, TR6 del circuito 124 de la
Fig. 3, y sus circuitos asociados, están sustituidos por
dos resistencias R82, R83 conectadas desde los puntos 182,
184, respectivamente, a la entrada 138 de suministro de
20 energía eléctrica positivo, y por dos resistencias R84,
R85 conectadas desde los puntos 182, 184, respectivamente,
a la entrada 140 de suministro de energía eléctrica de ce
ro voltios.

En el convertidor 162 de voltaje a frecuencia,
25 el conmutador S12 está sustituido por un conmutador tran
sistor TR21, la resistencia R35 se ha omitido y la resis
tencia variable RV1 está conectada en serie con otro con
mutador transistor TR22 entre la base del transistor TR3 y
la fuente de voltaje de referencia negativo 200. Además,
30 y como se ha ilustrado en la Fig. 7B, la puerta Y 194 y los

1 inversores 198, 199 se han omitido, y la señal de reloj
CL1 es aplicada a la entrada de restablecimiento del circui
to biestable 192. La salida Q del circuito biestable 192
constituye ahora la salida del convertidor 162 y está por
5 tanto conectada de vuelta a la base del conmutador transis
tor TR21. La salida Q del circuito biestable 192 está
también conectada a una entrada de una puerta Y de dos en
tradas 540, cuya salida está conectada a la base del con
mutador transistor TR22.

10 La salida del convertidor 162 de voltaje a fre
cuencia (Fig. 7B) está conectada a una entrada de una
puerta O-EXCLUSIVA 542, cuya otra entrada está conectada
a la salida de una puerta Y de dos entradas 544. La puerta
Y 544 está conectada para recibir la señal de reloj CL1 y
15 una señal de reloj de 4096 c/s producida por división de
la frecuencia de la señal de reloj CL1 por dos en un cir
cuito biestable 546. La salida de la puerta O-EXCLUSIVA
542 está conectada a una entrada de una puerta Y de dos
entradas 548, cuya otra entrada está conectada para reci
20 bir la señal de reloj CL2. La salida de la puerta Y 548
está conectada a la entrada 203 de recuento del contador
164.

El contador 164 es un contador de ocho bits, de
modo que su recuento total es de doscientos cincuenta y
25 seis: su recuento reajutable, determinado por las señales
en sus entradas 208, es de sesenta y cuatro. El descodifi
cador 212 tiene una primera salida 550 en la cual produce
una señal de salida cuando el recuento en el contador 164
alcanza doscientos cuarenta mientras cuenta en sentido as
30 cendente, y una segunda salida 552 en la cual produce una

1 -señal de salida cuando el recuento en el contador 164 alcanza
za el valor dos mientras se cuenta en sentido descendente.
La salida 550 está conectada al circuito biestable 214,
mientras que la salida 552 está conectada a una entrada de
5 una puerta O de dos entradas 554. La otra entrada y la salida
de la puerta O-554 están conectadas respectivamente a
la salida Q del circuito biestable 214 y a la entrada preajustada
206 del contador 164.

La salida Q del circuito biestable 214 está
10 también conectada a la entrada de recuento de un contador
binario de cinco bits simple 556. El contador 556 tiene
una salida principal 558 en la cual produce una señal de
salida cuando alcanza un recuento de dieciseis, y una salida
15 auxiliar 560 (realmente la salida de su primera etapa
binaria) en la cual produce una señal de salida a la mitad
de la frecuencia de la señal aplicada a su entrada de recuento.
La salida 560 está conectada a través de un amplificador 562 a la
salida 512 del circuito 124g. La salida 558 está conectada a la
20 entrada de establecimiento de un circuito biestable 564, cuya
entrada de restablecimiento está conectada para recibir la señal de
reloj CL1. La salida Q del circuito biestable 564 está conectada a la
entrada de restablecimiento del contador 556, y a la salida de
establecimiento de un circuito biestable 566 cuya salida
25 Q está conectada a la entrada de establecimiento de un circuito
biestable 568. La salida de establecimiento del circuito biestable
568 está conectada a la otra entrada de la puerta Y 540, a la
entrada de restablecimiento del circuito biestable 566 y a una
30 entrada de una puerta Y de dos entradas 570. La entrada de reloj
del circuito biestable 568,

1 y la otra entrada de la puerta Y 570, están conectadas para recibir una señal de referencia de onda cuadrada de 8 c/s, como se pondrá aquí de manifiesto en lo que sigue, mientras que la salida de la puerta Y 570 está conectada a través de un amplificador 572 a la salida 150 del circuito 124g.

Las señales en antifase para controlar el circuito descrestador con base en los transistores TR11 a TR14 (una de cuyas señales, como se recordará, controla también el sentido de recuento del contador 164) son generadas a partir de la señal de onda cuadrada de 4096 c/s en la salida \bar{Q} del circuito biestable 546, por medio de un circuito 574 divisor de la frecuencia de dividir por 256. La salida del circuito divisor 574 está conectada a la entrada de reloj de un circuito biestable 576 y, a través de un inversor 577, a la entrada de restablecimiento de un circuito biestable 580. Las entradas de establecimiento y restablecimiento del circuito biestable 576 están conectadas respectivamente para recibir una señal de nivel lógico 1 y una señal de reloj CL3, siendo esta última simplemente una versión invertida de la señal de reloj básica de 32768 c/s a partir de la cual son generadas las señales de reloj CL1 y CL2 dentro del generador 196 de impulsos de reloj.

La salida Q del circuito biestable 576 está conectada a las respectivas entradas de reloj de un circuito biestable 578 y al circuito biestable 580, mientras que la salida Q del circuito biestable 578 está conectada a una entrada de una puerta 581 de dos entradas Y-NO combinada (o de coincidencia negativa). La salida \bar{Q} del circuito biestable 578 está conectada de vuelta a su entrada de establecimiento,

1 y tanto a la entrada de reloj del circuito biestable 568
como a la otra entrada de la puerta Y 570.

La salida de la puerta Y-NO combinada 581 está
conectada a la entrada de establecimiento del circuito bie-
5 table 580, cuya salida Q está conectada a la entrada de re-
loj de un circuito biestable 582. La otra entrada de la
puerta Y-NO combinada 581 está conectada a la salida de
una puerta O-EXCLUSIVA 584, cuyas dos entradas están conec-
tadas a las respectivas salidas de otras dos puertas O-EX-
10 CLUSIVAS 585, 586. Las cuatro entradas de las puertas 585,
586 están conectadas a las respectivas salidas de los cua-
tro bitios menos significativos del contador 164.

Las antes mencionadas señales de control del des-
crestador en amfifase son producidas en las salidas Q y \bar{Q}
15 del circuito biestable 582, cuyas salidas están por tanto
conectadas a los puntos 530 y 532, respectivamente, de la
FIG. 7A. La salida Q del circuito biestable 582 está también
conectada a una entrada de una puerta O-EXCLUSIVA 588, cu-
ya otra entrada está conectada a la salida de la puerta
20 Y 544 y cuya salida está conectada a la entrada 204 de con-
trol ascendente/descendente del contador 164.

El principio en que se basa el funcionamiento del
circuito 124g de la Fig. 7, y por tanto el del contador de
vatio-hora 10g de la Fig. 6, es básicamente similar al del
25 circuito 124 de la Fig. 3 y el contador de la Fig. 1, de
modo que también en este caso solamente se explicarán con
detalle los puntos de diferencia significativa.

Las resistencias R60 y R62 conectadas entre el
terminal 16 y la entrada 134 del circuito 124g, con su
30 unión conectada a la entrada 126, sirven para desplazar el

1 voltaje de entrada representativo de la corriente entre las
entradas 126, 130 muy ligeramente, de tal modo que sin que
sea suministrada energía eléctrica a través de los hilos
conductores L y N el circuito 124g recibe señales de entra
5 da indicadoras de una energía eléctrica negativa o inversa
de nivel muy bajo. El contador 154 tiende por consiguiente
a contar en sentido descendente muy lentamente, pero siem
pre que su recuento disminuye hasta dos el descodificador
212 lo restablece a su recuento preajustado de sesenta y
10 cuatro. Se apreciará que esta disposición garantiza que
cuando no se suministre energía eléctrica a través de los
hilos conductores L y N, incluso durante periodos prolon
gados, no existe posibilidad de que el circuito 124g pro
duzca impulsos de salida para aumentar el recuento en el
15 totalizador 516.

El efecto del ligero desplazamiento producido
por las resistencias R60, R62 cuando se está suministrando
energía eléctrica a través de los hilos conductores L y N
es compensado durante la calibración por ajuste de las re
20 sistencias variables RV10 y RV1.

En el circuito descrestador basado en los tran
sistores TR11 a TR14, las señales de onda cuadrada en anti
fase aplicadas en los puntos 530 y 532, cuya generación se
describirá aquí en lo que sigue, son operantes primeramente
25 para hacer conductores a los transistores TR11, TR13 y no
conductores a los transistores TR12, TR14, y luego, a la
viceversa, alternando y a 8 c/s. Por consiguiente, aparece
un voltaje V'_x representativo del voltaje V entre los hilos
conductores L y N, alternativamente en los puntos 534 y 536,
30 y es por tanto aplicado alternativamente a las bases respec

1 -tivas de los transistores TR15 y TR16. Se observará que la
impedancia de la fuente presentada a la base de cada uno
de los transistores TR15, TR16 es constante, independiente-
mente de cual de los pares de transistores TR11 a TR14 sea
5 conductor, debido a la elección de los valores relativos de
las resistencias R74 a R79.

Los transistores TR15 a TR18, juntamente con los
transistores TR19, TR20, forman un amplificador diferencial,
constituyendo los puntos 534 y 536 las entradas diferencia-
10 les del amplificador: por consiguiente, la polaridad efec-
tiva del voltaje V'_x es invertida al ser conmutado entre
los puntos 534, 536, y en uno u otro caso es operante para
variar las respectivas corrientes que circulan por los emi-
sores unidos en común de los pares de transistores TR1, TR2
15 y TR3, TR4 en sentidos opuestos, es decir, en antifase.

La disposición del descrestador basado en los
transistores TR11 a TR14 y el amplificador diferencial ba-
sado en los transistores TR15 a TR20, reduce además las se-
ñales en el modo común no deseadas en los puntos 182, 184,
20 el cual es uno de los factores que permiten que los tran-
sistores TR5, TR6 del circuito 124 de la Fig. 3 sean omiti-
dos en el circuito 124g.

Para valores altos de la energía eléctrica sumi-
nistrada a través de los hilos conductores L y N, la curva
25 de errores para el circuito 124 de la Fig. 3 presenta una
ligera tendencia a valores de error negativo (medida de
energía eléctrica más baja). Esto se ha corregido en el
circuito 124g conmutando para ello el transistor TR22 ade-
más del transistor TR21, reduciendo así de modo efectivo
30 la señal de referencia producida por los transistores TR7,

1 - TR8 para oponerla a la señal de salida de los pares de
transistores TR1, TR2 y TR3, TR4. El transistor TR22 es
controlado a través de la puerta Y 540, la cual es habilitada
cada vez que es producido un impulso de salida para
5 el contador 556 durante exactamente un periodo de, y en
sincronismo con, la señal de referencia antes mencionada
de 8 c/s aplicada al circuito biestable 568: por consiguiente,
cuanto más alta sea la energía eléctrica medida tanto
más frecuentemente es habilitada la puerta Y 540.

10 En ciertas circunstancias, la frecuencia de salida
del convertidor 162 de voltaje a frecuencia puede comportarse
como si hubiese quedado bloqueada en un submúltiplo de la
frecuencia del reloj. Para energía eléctrica cero, ello puede
dar por resultado algunas veces una deriva bastante rápida en
15 el recuento en el contador 164, por ejemplo cuando un periodo
de recuento ascendente incluye sistemáticamente un impulso más
o menos que el siguiente periodo de recuento descendente. Aunque
puede demostrarse que a largo plazo los errores debidos a ese
fenómeno de "bloqueo" se compensan hasta anularse, a corto plazo
20 pueden posiblemente originar problemas, por ejemplo durante
la calibración. Para evitar estos problemas, la fase de las
señales de control del descrestador en antifase, y de la señal
de control ascendente/descendente para el contador 164, es
invertida sobre una base pseudoaleatoria cada vez que la paridad
de los cuatro bitios menos significativos del contador 164
25 cambia, tal como es detectado por las puertas O-EXCLUSIVAS
584 a 586.

30 Más concretamente, el circuito biestable 564, el
circuito divisor 574 y los circuitos biestables 576 coope-

1 ran para dividir la frecuencia de la señal de reloj CL1
para producir en la salida Q del circuito biestable 576
una señal de 16 c/s. Esa señal de 16 c/s es aplicada a los
circuitos biestables 578 y 580, produciendo el primero dos
5 versiones en antifase de la señal de referencia de onda
cuadrada de 8 c/s antes mencionada y produciendo el último
en su salida Q bien sea una señal de 16 c/s o bien sea una
señal de 8 c/s, dependiendo de la salida de la puerta Y-NO
combinada 581. La salida de la puerta Y-NO combinada 581
10 depende a su vez de la salida de la puerta O-EXCLUSIVA
584. Cada transición de 16 c/s a 8 c/s, y viceversa, está
sincronizada con la señal de 8 c/s del circuito biestable
578. La señal en la salida Q del circuito biestable 580
es dividida en frecuencia por dos por el circuito biestable
15 582 para producir las señales de control de descrestador
en antifase en sus salidas Q y \bar{Q} . Se apreciará que las
transiciones antes mencionadas entre 16 c/s y 8 c/s en la
entrada de reloj del circuito biestable 582, da por resul-
tado inversiones de fase entre las señales en sus salidas
20 Q y \bar{Q} .

A fin de reducir el máximo cambio posible en el
recuento en el contador 164 durante un periodo continuo de
recuento en sentido ascendente o en sentido descendente,
se resta una frecuencia fija de 4096 c/s de la frecuencia
25 de los impulsos producidos por el convertidor 162 de vol-
taje a frecuencia. Ello se consigue por medio de la puer-
ta Y 544 y de la puerta O-EXCLUSIVA 542. La primera coope-
ra con el circuito biestable 546 para producir un tren de
impulsos de 4096 c/s, los impulsos del cual son coinciden-
tes con los impulsos de reloj CL1, como lo son los posibles
30

1 impulsos producidos por el convertidor 162. La puerta 542
funciona para:

(a) producir un impulso de salida si el conver-
tidor 162 produce un impulso en el intervalo entre dos im-
5 pulsos consecutivos del tren de impulsos de 4096 c/s;

(b) no producir impulso alguno de salida si el
convertidor 162 produce un impulso que es simultáneo con
un impulso del tren de impulsos de 4096 c/s; y

(c) producir un impulso de salida en respuesta
10 a cada impulso del tren de impulsos de 4096 c/s que no sea
coincidente con un impulso de salida del convertidor 162.

La puerta O-EXCLUSIVA 588 garantiza que los im-
pulsos producidos de acuerdo con (a) son contados en sen-
tido ascendente en el contador 164, mientras que los im-
15 pulsos producidos de acuerdo con (c) son contados en sen-
tido descendente. Por consiguiente, siendo suministrada
energía eléctrica cero a través de los hilos conductores
L y N, el recuento en el contador 164 aumenta y disminuye
alternativamente lo correspondiente a un bitio.

20 Como se ha indicado ya, el descodificador 212
produce una señal de salida cuando el recuento en el con-
tador 164 aumenta a doscientos cuarenta, cuya señal de sa-
lida es operante a través del circuito biestable 214 para
aumentar el recuento en el contador 556. El contador 556
25 produce a su vez respectivas señales de salida en sus sa-
lidas 560, 558 por cada señal de salida segunda y decimo-
sexta desde el descodificador 212. La primera de las seña-
les producidas por el contador 556 tiene una frecuencia
máxima de aproximadamente 10 c/s, y es operante a través
30 del amplificador 562 y de la salida auxiliar 512 del cir-

1 - cuito 124 para excitar al diodo de emisión de luz 508 (Fig.
6), de modo que proporcione una indicación visual de que
está siendo suministrada energía eléctrica a través de los
hilos conductores L y N y de que está además siendo medida
5 por el contador 10g. La última de las señales procedentes
del contador 556 es operante a través de los circuitos
biestables 564, 566, 568, la puerta Y 570 y el amplifica-
dor 572, para producir en la salida 150 del circuito 124g
impulsos de salida de una duración de 62,5 milisegundos
10 sincronizados con la señal de referencia de onda cuadrada
de 8 c/s producida en la salida \bar{Q} del circuito biestable
578, cuyos impulsos de salida aumentan el recuento del con-
tador de totalización 516 de la Fig. 6.

El circuito 124g puede hacerse fácilmente bidi-
15 reccional, es decir capaz de medir la energía eléctrica que
es suministrada en uno u otro sentido a través de un par
de hilos conductores tales como los hilos conductores L y
N. Como se ha mencionado ya, el contador 164 recuenta el
sentido descendente cuando se invierte el sentido en el
20 cual está siendo suministrada la energía eléctrica. Puede
por tanto disponerse fácilmente que si el descodificador
212 produce dos señales sucesivas en su salida 552 en me-
nos de un intervalo de tiempo predeterminado, indicando
energía eléctrica invertida mucho mayor que la energía eléc-
25 trica invertida aparente debida al pequeño desplazamiento
producido por las resistencias R60, R62, un circuito lógi-
co de conmutación conecta las salidas \bar{Q} del circuito bies-
table 582 a la puerta 588 en lugar de la salida Q, invir-
tiendo con ello la fase de la señal en la entrada 204 de
30 control ascendente/descendente del contador 164.

1 El contador de vatios-hora electrónico de la
Fig. 8 se ha indicado en general en 10a, y se ha represen-
tado conectado en un circuito de distribución de energía
5 eléctrica trifásica consistente en tres hilos conductores
vivos L1 a L3, uno por cada fase, y un hilo conductor neu-
tro o de referencia N: al igual que antes, se ha supuesto
que el suministrador y el consumidor de energía eléctrica
están respectivamente a la izquierda y a la derecha del con-
tador 10a, como se ve en la Fig. 8, habiéndose asignado a
10 los elementos del contador 10a correspondientes a los ele-
mentos del contador 10 de las Figs. 1 y 2 las mismas refe-
rencias que se usaron en las Figs. 1 y 2, pero con los su-
fijos apropiados tales como los a, b, o c.

El contador 10a comprende un alojamiento (no re-
15 presentado) de construcción similar a la del alojamiento
12 y que contiene tres pares de terminales 14a y 16a, 14b
y 16b y 14c y 16c, estando cada par conectado en serie en
uno respectivo de los hilos conductores L1 a L3, y otro
terminal 18a conectado al hilo conductor N. Tres derivacio-
20 nes de corriente 20a, 20b y 20c, todas sustancialmente
idénticas a la derivación 20, están conectadas en serie en-
tre los terminales de los respectivos pares, por ejemplo,
la derivación 20a está conectada entre los terminales 14a
y 16a, y tres circuitos electrónicos 24a, 24b, 24c, sus-
25 tancialmente idénticos al circuito 24, están asociados con
las respectivas de esas derivaciones, de manera exactamen-
te análoga a la descrita con relación a las Figs. 1 y 2
para la derivación 20 y el circuito 24. Respectivos divi-
sores de voltaje, cada uno de los cuales comprende un par
30 de resistencias tales como las R2a y R3a, están conectados

1 entre el terminal 18a y los respectivos de los terminales
14a, 14b, 14c, estando la unión de cada divisor de voltaje
conectada a la entrada apropiada de su respectivo circuito
24a, 24b, 24c. Cada una de las resistencias R2a, R2b, R2c
5 tiene un valor relativamente alto, típicamente de al menos
100 veces el de la resistencia correspondiente R3a, R3b o
R3c. Cada uno de los circuitos 24a, 24b, 24c tiene un su-
ministro de energía eléctrica respectivo 25a, 25b ó 25c
sustancialmente idénticos al suministro de energía eléctri-
10 ca del circuito 24, estando las respectivas resistencias
de valor relativamente alto R6a, R6b, y R6c de esos sumi-
nistros de energía eléctrica conectadas todas al terminal
18a.

El contador de vatios-hora 40a comprende además
15 un tiristor T1a, un motor de avance escalonado 52a y un
contador de totalización 54a sustancialmente idénticos a
los de la Fig. 1. El tiristor TR1a y el motor de avance
escalonado 52a pueden ser conectados en serie de modo
efectivo entre el hilo conductor N y cualquiera de los hi-
20 los conductores L1 a L3, siendo conectado de modo efecti-
vo el ánodo del tiristor a uno de los hilos conductores:
a modo de ejemplo, se han representado conectados entre
los hilos conductores N y L1, con el ánodo del tiristor
conectado al hilo conductor L1 en el terminal 14a.

25 Las respectivas salidas de exceso de los conta-
dores reversibles dentro de los circuitos 24b, 24c están
conectadas a respectivas fuentes de luz 100 y 101, las
cuales comprenden típicamente diodos de emisión de luz
(aunque es de hacer notar que ha de entenderse que en el
30 término "luz" se incluye aquí la radiación de infrarrojos).

1 Las fuentes de luz 100 y 101 están acopladas ópticamente
por respectivas fibras ópticas 102 y 103 a respectivos
dispositivos sensibles a la luz 104, 105, cuyas salidas
5 respectivas están conectadas a las entradas de un circui-
to 106 anti-coincidencia de tres entradas. La tercera en-
trada del circuito 106 está conectada a la salida de exco-
eso del contador reversible en el circuito 24a, mientras
que la salida del circuito 106 está conectada a la puerta
del tiristor T1a. Las fuentes de luz 100 y 101 derivan el
10 suministro o los suministros de energía eléctrica necesa-
rios para su funcionamiento de los respectivos suministros
de energía eléctrica de los circuitos 24b y 24c respecti-
vamente, mientras que los dispositivos 104, 105 y el cir-
cuito 106 derivan su suministro o sus suministros de ener-
15 gía eléctrica del suministro de energía eléctrica del cir-
cuito 24a.

En funcionamiento, cada uno de los circuitos 24a,
24b, 24c funciona de una manera exactamente análoga a la
descrita con referencia a las Figs. 1 y 2, para producir
20 en la salida de exceso de su respectivo contador reversi-
ble un tren de impulsos cuyo régimen de impulsos está rela-
cionado, como también se ha descrito aquí en lo que antece-
de, con el producto del voltaje entre el respectivo de los
hilos conductores L1, L2, L3 y el hilo conductor N, por la
25 intensidad de corriente que circula por ese uno de los hi-
los conductores. Los respectivos trenes de impulsos de los
circuitos 24a, 24b, 24c, son transmitidos al circuito anti-
coincidencia 106, siendo transmitido directamente el pro-
cedente del circuito 24a y siendo transmitidos a través de
30 acoplamientos ópticos aislantes, con base en las fibras

1 ópticas 102 y 103, respectivamente, los procedentes de los
circuitos 24b y 24c. El circuito 106 intercala los impul-
sos individuales de los tres trenes de impulsos, para ga-
rantizar que todos los impulsos son contados por el conta-
5 dor de totalización 54a. El contador de totalización 54a
indica por consiguiente la cantidad total de energía eléc-
trica suministrada al consumidor por medio de los cuatro
hilos conductores L1, L2, L3 y N.

Puesto que cada uno de los circuitos 24a, 24b y
10 24c está conectado a, y "flota" eléctricamente sobre, el
suyo respectivo de los hilos conductores L1, L2 y L3, está
protegido contra voltajes transitorios de una manera exac-
tamente análoga a la ya descrita en relación con el circui-
to 24 de las Figs. 1 y 2. El uso de los acoplamientos ópti-
15 cos basados en las fibras ópticas 102 y 103 garantiza que
los respectivos trenes de impulsos producidos por los cir-
cuitos 24a, 24b y 24c pueden ser combinados para recuento,
sin reducir sensiblemente el alto grado de aislamiento
eléctrico entre esos circuitos; también dota a los circui-
20 tos de la capacidad de ser separados físicamente entre sí
dentro del alojamiento 12a, reduciéndose así las posibles
interacciones, por ejemplo de los campos magnéticos, y da
por resultado un conjunto mecánico relativamente sencillo.

En un caso más general de un circuito de distri-
25 bución de energía eléctrica de N hilos conductores siendo
 $N > 2$, los requisitos básicos del contador de vatios-hora
son: (N-1) pares de terminales de corriente asociados con
(N-1) de los hilos conductores, (N-1) derivaciones de co-
rriente cada una de ellas conectada entre los terminales
30 de corriente de un par respectivo, otro terminal conectado

1 al hilo conductor N-ésimo, (N-1) divisores de potencial
resistivos cada uno de ellos conectado entre el otro termi-
nal y un terminal de intensidad de corriente seleccionado
de un par respectivo, (N-1) circuitos similares al circui-
5 to 24, y (N-2) acoplamientos aislantes para acoplar (N-2)
de los circuitos a la etapa de salida común del tiristor,
del motor de avance escalonado y del contador de totaliza-
ción.

Se pueden efectuar varias modificaciones an el
10 contador de vatios-hora 10a de la Fig. 8. Por ejemplo, las
posibles modificaciones del circuito 24 de las Figs. 1 y
2 pueden también ser efectuadas en los circuitos 24a, 24b
y 24c de la Fig. 8. Además, cada uno de los circuitos 24a,
24b, 24c podría, si se desease, derivar su suministro de
15 energía eléctrica entre el suyo respectivo de los hilos
conductores L1, L2 y L3 y cualquier otro hilo conductor,
mientras que el tiristor T1a y el motor de avance escalo-
nado 52a pueden ser conectados en serie de modo efectivo
entre cualquier par de los hilos conductores L1, L2, L3 y
20 N: no obstante, si el ánodo del tiristor está conectado
al hilo conductor N, se debe prever otro acoplamiento ópti-
co. Además, el motor de avance escalonado 52a y el tiris-
tor T1a pueden ser modificados o sustituidos como se ha
descrito en relación con el contador de vatios-hora 10 de
25 las Figs. 1 y 2. Finalmente, los circuitos 24a, 24b, 24c
pueden ser sustituidos por circuitos idénticos a los cir-
cuitos 124, 124g de las Figs. 3 y 7 respectivamente, mien-
tras que los suministros de energía eléctrica de los cir-
cuitos 24a, 24b, 24c pueden ser sustituidos por suminis-
30 tros de energía eléctrica idénticos al ilustrado en la

1 Fig. 5.

5 El contador de vatios-hora electrónico de la Fig. 9 se ha indicado en general en 10b, y se ha representado conectado en un circuito de distribución de energía eléctrica de dos fases consistente en dos hilos conductores activos o vivos L1 y L2 y un hilo conductor neutro N. Los respectivos voltajes alternos de los hilos conductores L1 y L2 con respecto al hilo conductor N son de magnitudes sustancialmente iguales, típicamente de 110 voltios, y
10 existe entre ellos una diferencia de fase de 180°. De nuevo se ha supuesto que el suministrador de energía eléctrica y el consumidor de energía eléctrica están a la izquierda y a la derecha, respectivamente, del contador 10b, según se ve en la Fig. 9. Además, a los elementos similares a los de las figuras anteriores se les han asignado asímismo
15 referencia similares, pero con sufijos apropiados.

El contador 10b comprende un alojamiento (no representado) que es de construcción similar a la del alojamiento 12 de la Fig. 1 y que contiene dos pares de terminales 14d y 16d, 14e y 16e, estando cada par conectado en serie en uno respectivo de los hilos conductores L1 y L2.
20 Dos derivaciones de corriente, 20d y 20e, ambas sustancialmente idénticas a la derivación 20, están conectadas en serie entre el respectivo par de terminales 14d, 16d y 14e, 16e. El contador 10b incluye además un circuito electrónico 124a sustancialmente idéntico al circuito 124 de la Fig. 3: en particular, el circuito 124a tiene entradas y una salida que tienen las mismas referencias que las que se usaron en relación con la Fig. 3, pero con el sufijo a.

30

Un transformador 300 de voltaje de aislamiento,

1 que tiene un arrollamiento primario 302 y un arrollamiento
secundario 304, con una relación de espiras de 1:1, tiene
su arrollamiento primario 302 conectado entre los puntos
28e y 32e de la derivación 20e. El arrollamiento secunda-
5 rio 304 tiene un extremo conectado al punto 28d de la deri-
vación 20d y su otro extremo conectado a la entrada 126a
del circuito 124a. El punto 32d de la derivación 20d está
conectado a la entrada 130a del circuito 124a.

Las entradas de suministro de energía eléctrica
10 138a, 140a y 142a del circuito 124a están conectadas a un
suministro de energía eléctrica 306 idéntico al representa-
do en la Fig. 5, estando la resistencia R40 y la barra de
suministro de energía eléctrica de cero voltios de ese su-
ministro de energía eléctrica 306 conectadas a los termina-
15 les 14e y 14d, respectivamente.

La entrada 134a del circuito 124a está conectada
a través de una resistencia R2d de alto valor, al terminal
18 dentro del suministro de energía eléctrica 306, mientras
que la salida 150a del circuito 124a está conectada a un
20 tiristor, a un motor de avance escalonado y a un contador
de totalización (no representados) dispuestos sustancial-
mente como se ha descrito con relación a la Fig. 1.

En funcionamiento, la derivación de corriente
20d produce entre los puntos 28d y 32d de la misma un voltaje
25 V_{y1} : cuya magnitud instantánea es proporcional a la inten-
sidad de corriente I_1 que circula por el hilo conductor
L1, mientras que la derivación de corriente 20e produce un
voltaje V_{y2} relacionado de modo similar con la intensidad
de corriente que circula por el hilo conductor L2. A través
30 del arrollamiento secundario 304 del transformador 300 se

1 produce una copia aislada del voltaje V_{y2} que se suma con
 el voltaje V_{y1} para producir un voltaje V_{sum} proporcional
 a la suma de las corrientes I_1 e I_2 entre las entradas
 126a y 130a del circuito 124a. El arrollamiento secundario
 5 304 del transformador 300 está conectado de modo que la
 polaridad de esa copia aislada del voltaje V_{y2} es la misma
 que la del voltaje V_{y1} , de modo que el voltaje V_{sum} es pro-
 porcional a la suma de las magnitudes absolutas o módulos
 de las corrientes I_1 e I_2 .

10 La resistencia R2d da pase a una intensidad de
 corriente I_x proporcional a la suma de los respectivos vol-
 tajes V_1 y V_2 de los hilos conductores L_1 y L_2 con respecto
 al hilo conductor N.

15 El circuito 124a funciona de una manera exacta-
 mente análoga a la descrita en relación con el circuito 124
 de la Fig. 3, para producir una salida representativa de
 la integral en el tiempo del producto de las señales V_{sum}
 e I_x , cuyo producto es proporcional a $(V_1+V_2)(I_1+I_2)$. No
 obstante, puesto que los voltajes V_1 y V_2 son iguales y tie-
 20 nen una diferencia de fase de 180° , $V_1+V_2=2V_1=2V_2$, por lo
 que el producto $(V_1+V_2)(I_1+I_2)$ es también proporcional a
 la energía eléctrica, $V_1I_1+V_2I_2$, suministrada al consumidor
 a través de los hilos conductores L_1 , L_2 y N, ya que
 $V_1I_1+V_2I_2=V_1(I_1+I_2)=V_2(I_1+I_2)$. El contador 10b produce por
 25 consiguiente una indicación de la cantidad total de energía
 eléctrica suministrada al consumidor a través de los hilos
 conductores L_1 , L_2 y N.

30 Los antes mencionados altos voltajes transitorios,
 los cuales pueden producirse entre los hilos conductores L_1
 y L_2 , no producen el mismo efecto sobre el transformador 300.

1 de voltaje de aislamiento que el que producen en los trans-
formadores de intensidad de corriente de aislamiento de
la técnica anterior. Esto es debido a que se impide sustan-
cialmente la generación de voltajes peligrosamente eleva-
5 dos a través del arrollamiento secundario 304 del transfor-
mador 300 por el hecho de que ese arrollamiento secundario
está cortocircuitado de modo efectivo por la resistencia
muy baja constituida por la derivación 20e conectada a
través de su arrollamiento primario 302.

10 Se observará que no es necesaria conexión algu-
na entre el contador 10b y el hilo conductor neutro N. No
obstante, si se desea, ya sea la resistencia R2d sólo, ya
sea la resistencia R40, pueden ser conectadas a un termi-
nal conectado al hilo conductor N, de modo que I_x sea pro-
15 porcional a V_1 en vez de serlo a la suma de V_1 y V_2 .

En el contador 10b de la Fig. 3 se pueden efec-
tuar algunas otras modificaciones. Por ejemplo, el circui-
to 124a puede ser sustituido por un circuito similar al
circuito 24 de las Figs. 1 y 2 ó al circuito 124g de la
20 Fig. 7, mientras que el suministro de energía eléctrica
puede ser sustituido por uno similar al de la Fig. 1. Ade-
más, el tiristor, el motor de avance escalonado y el con-
tador de totalización pueden también ser modificados o
sustituidos, como se ha descrito en relación con el conta-
25 dor 10 de las Figs. 1 y 2.

Uno o más combinaciones de transformador de vol-
taje de aislamiento y derivación, tales como las represen-
tadas por el transformador 300 y la derivación 20e, pueden
formar la base de un contador de vatios-hora o dispositi-
30 vo similar en el cual el circuito electrónico esté puesto

1 - a tierra o sustancialmente puesto a tierra. En un contador
de vatios-hora de múltiples fases, ello conduce a la ven-
taja de que ciertas partes del circuito electrónico, por
ejemplo su suministro de energía eléctrica y su oscilador
5 de temporización, pueden ser comunes a todos los multipli-
cadores.

El contador de vatios-hora electrónico de la
Fig. 10 se ha indicado en general en 10c, y se ha represen-
tado conectado en un circuito de distribución de energía
10 eléctrica consistente en un hilo conductor activo o vivo
L y un hilo conductor neutro o de referencia N (por ejemplo,
el circuito de distribución de la Fig. 1). De nuevo se ha
supuesto que el suministrador y el consumidor de energía
eléctrica están a la izquierda y a la derecha, respectiva-
15 mente, del contador, tal como se ve en la Fig. 10, y a
los elementos correspondientes a los elementos de las fi-
guras anteriores se les han asignado referencias corres-
pondientes con sufijos apropiados.

El contador 10c comprende un alojamiento (no re-
20 presentado) de construcción similar al alojamiento 12 de
la Fig. 1, conteniendo el alojamiento un par de terminales
de intensidad de corriente 14f y 16f conectados en serie
en el hilo conductor vivo L y un terminal 118f conectado
al hilo conductor neutro N. Una derivación 20f, sustan-
25 cialmente idéntica a la derivación 20 de la Fig. 1, está
conectada en serie entre los terminales 14f, 16f, estando
los puntos 28f y 32f de esta derivación conectados a las
entradas 126b y 130b, respectivamente, de un circuito 124b
sustancialmente idéntico al circuito 124 de la Fig. 3. Las
30 entradas de suministro de energía eléctrica 138b, 140b y

1 142b del circuito 124b están conectados a un suministro
de energía eléctrica 400 idéntico al de la Fig. 5, mien-
tras que la entrada 134b del circuito 124b está conectada
al terminal 18 dentro del suministro de energía eléctrica
5 400, a través de una resistencia de alto valor R2f.

La salida 150b del circuito 124b es conectable
selectivamente, por medio de un conmutador de inversión
402, a uno u otro de dos registros similares 404, 406, los
cuales se realizan usando técnicas de almacenamiento MNOS
10 o de memoria de burbuja magnética. Por consiguiente, los
impulsos de salida que aparecen en la salida 150b incre-
mentan los contenidos ya sea del registro 404 ya sea del
registro 406, dependiendo de la posición del conmutador
402.

15 Cada uno de los registros 404, 406 está conecta-
do a una presentación respectiva de múltiples dígitos del
tipo de siete segmentos de LED o LCD (no representada),
la cual está dispuesta para presentar el contenido de su
registro respectivo ya sea continuamente o ya sea breve-
20 mente en respuesta al funcionamiento de un botón o de un
conmutador (no representado) accesible desde el exterior
del alojamiento del contador 10c. No obstante, si se de-
sea, se puede prever una sola presentación, estando dis-
puestas las sucesivas operaciones del antes mencionado bo-
25 tón o conmutador para hacer que esa presentación presente
los respectivos contenidos de los registros 404, 406 su-
cesivamente. Los registros 404, 406 y su presentación o
sus presentaciones asociadas derivan los voltajes de su-
ministro de energía eléctrica necesarios para los mismos
30 del suministro de energía eléctrica 400, habiéndose omit

1 - do en la Fig. 10, con el fin de simplificar, las conexio-
nes para conseguir ésto.

El conmutador 402 forma parte de un relé 408
controlable a distancia, de la clase que actúa en respues-
5 ta a señales de control codificadas superpuestas sobre el
voltaje de energía eléctrica alterna normal entre los hi-
los conductores L y N, siendo denominados tales relés en
la técnica relés de control de ondulación. El relé 408
está también contenido dentro del alojamiento del contador
10 10c y es sustancialmente idéntico (salvo en lo que se es-
pecifica aquí en lo que sigue) al relé descrito y reivin-
dicado en nuestra solicitud de patente para el Reino Uni-
do nº 20564/77 titulada "Relés Controlables a Distancia"
y presentada con fecha 16 de mayo de 1977 con el nº de re-
15 ferencia del solicitante 72-629. Por consiguiente, el re-
lé 408 comprende el circuito 410 idéntico al descrito en
la antes mencionada solicitud de patente para el Reino
Unido, excepto en que:

(a) se ha omitido el suministro de energía eléc-
20 trica de c.c. y en lugar del mismo se usa el
suministro de energía eléctrica 400, tenien-
do el circuito 410 entradas de suministro
de energía eléctrica 414 y 416 conectadas al
suministro de energía eléctrica 400; y

25 (b) se ha omitido el oscilador de 32768 c/s (re-
ferencia 56 de la Fig. 5 de la antes mencio-
nada solicitud de patente para el Reino Uni-
do), y se usa en lugar del mismo un oscila-
dor sustancialmente idéntico, el cual forma
30 parte del antes mencionado generador de im-

1 pulsos de reloj del circuito 124b,
este oscilador se ha indicado en 412 en la Fig. 10, y tie-
ne una salida que está conectada a una entrada 418 del cir-
cuito 410 del relé (así como al circuito 124b). Se aprecia-
5 rá que al menos el cristal del oscilador 412 es en cual-
quier caso exterior a la parte de circuito integrado del
circuito 124b, de modo que por la inclusión del relé 408
en el contador 10c no se precisa prácticamente modificación
alguna del circuito 124b.

10 El circuito 124b y el circuito 410 de relé tienen
por tanto un alojamiento común, un suministro de energía
eléctrica común y un oscilador de temporización común, lo
cual representa una considerable economía de coste.

15 El circuito 410 del relé tiene una entrada 420
conectada a través de una resistencia R50 de valor relati-
vamente alto al terminal 18 dentro del suministro de ener-
gía eléctrica 400, para recibir las antes mencionadas se-
ñales de control codificadas, y dos salidas 422, 424 conec-
tadas a las respectivas puertas de dos tiristores T10,
20 T11. Los ánodos respectivos de los tiristores T10 y T11
están conectados a través de respectivas resistencias de
limitación de la corriente R51, R52 al terminal 18 dentro
del suministro de energía eléctrica 400, y están también
conectados entre sí a través de una bobina de relé 426,
25 la cual controla la posición del conmutador 402. Los cát-
odos respectivos de los tiristores T10 y T11 están conecta-
dos a la barra de suministro de energía eléctrica de cero
voltios del suministro de energía eléctrica 400.

30 En funcionamiento, el circuito 124b funciona de
manera exactamente análoga a la antes descrita en relación

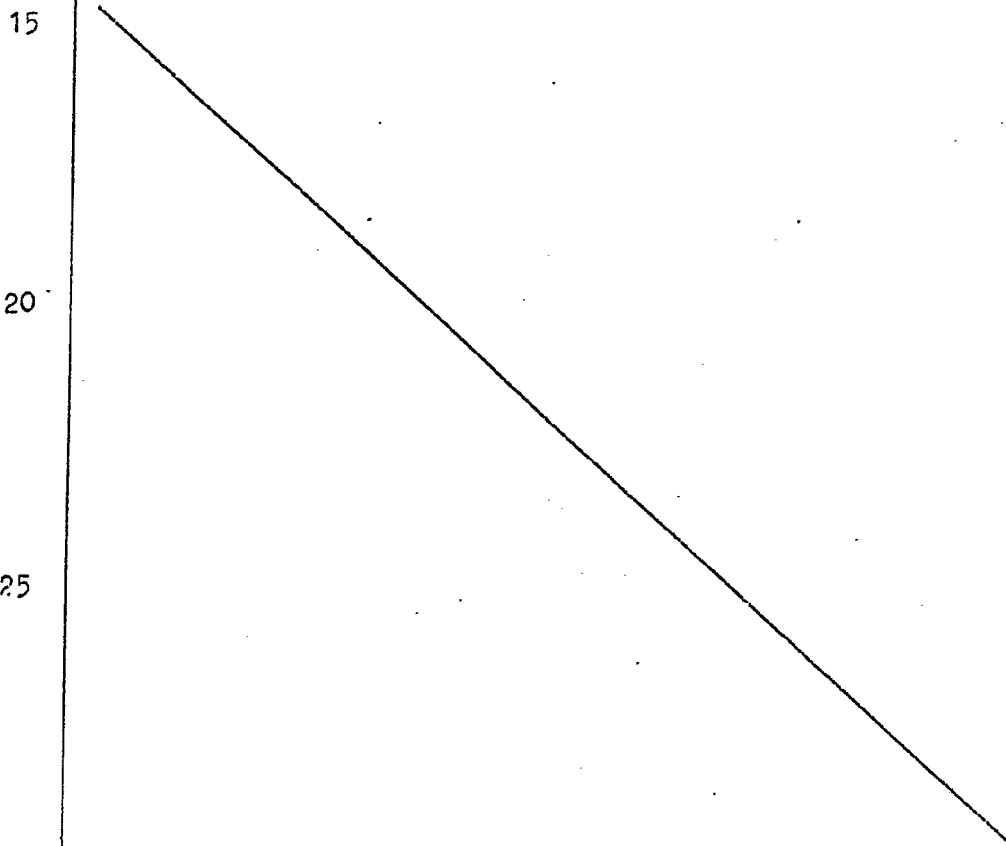
1 con la Fig. 3, y, suponiendo que el conmutador 402 esté en
la posición ilustrada en la Fig. 8, el contenido del regis-
tro 404 representa la cantidad total de energía eléctrica
suministrada a través de los hilos conductores L y N al
5 consumidor. No obstante, si se desea diferenciar, por ejem-
plo, entre energía eléctrica consumida en las horas de
punta y energía eléctrica consumida en las horas que no son
de punta, por ejemplo, de modo que se pueda facturar al con-
sumidor con tarifas diferentes la energía eléctrica consu-
10 mida en esos tiempos diferentes, se transmiten entonces se-
ñales de control codificadas apropiadas por los hilos con-
ductores L y N para hacer funcionar el conmutador 402 del
relé 408 en los tiempos apropiados, habiéndose descrito con
detalle el modo en que el relé 408 funciona en respuesta a
15 esas señales codificadas, en la antes mencionada solicitud
de patente para el Reino Unido. Así, si se usan los regis-
tros 404, 406 para registrar consumo de energía eléctrica
en horas punta y en horas que no sean de punta, respectiva-
mente, y se define que las horas punta son, por ejemplo,
20 las comprendidas entre las 0600 horas y las 1800 horas, se
transmite entonces cada día a las 1800 horas una señal co-
dificada operante para cambiar la posición del conmutador
402 desde su posición ilustrada, y se transmite cada día
a las 0600 horas una señal codificada diferente operante
25 para restablecer el conmutador 402 en la posición ilustra-
da. Evidentemente, esas horas sirven únicamente de ejemplos,
y pueden cambiarse a voluntad. En este caso, la suma de los
respectivos contenidos de los registros 404, 406 represen-
ta la cantidad total de energía eléctrica suministrada a
30 través de los hilos conductores L y N al consumidor.

1 El relé 408 se ha simplificado, por razones de
claridad, en relación con el relé de la antes mencionada
solicitud de patente para el Reino Unido. Así, además de
5 las modificaciones relativas al suministro de energía eléc-
trica y al oscilador ya mencionadas, el relé 408, en la
práctica, incorpora dos conmutadores de conexión-descone-
xión en vez del conmutador 402 de inversión, siendo con-
trolado cada uno de esos conmutadores de conexión-descone-
xión por una respectiva bobina y par de tiristores dispues-
10 tos como se ha ilustrado en la Fig. 10. Además, hay nor-
malmente incluida otra etapa de circuito de protección con-
tra variaciones bruscas (resistencia 404 y resistencia va-
riable no linealmente "varistor" 405 de la Fig. 4 de la
antes mencionada solicitud de patente para el Reino Unido).

15 Se pueden efectuar varias modificaciones en el
contador 10c de la Fig. 10. Por ejemplo, se puede usar
cualquier relé conveniente o de control de la ondulación
en lugar del relé 408. Además, el suministro de energía
eléctrica 400 puede ser sustituido por un suministro de
20 energía eléctrica de la clase ilustrada en la Fig. 1, mien-
tras que el circuito 124b puede ser sustituido por un cir-
cuito similar al circuito 24 de las Figs. 1 y 2 ó al cir-
cuito 124g de la Fig. 7. Además, las resistencias 404 y
406 y su presentación o sus presentaciones asociadas pue-
den ser sustituidas por una configuración adecuada de mo-
25 tor de avance escalonado y contador de totalización de la
clase descrita en relación con la Fig. 1.

Aunque las diversas realizaciones de dispositi-
vos electrónicos de acuerdo con el presente invento han si-
do aquí descritas principalmente con referencia a su uso

1 - en contadores de vatios-hora electrónicos, su uso no queda limitado a tales aplicaciones. Así, los dispositivos electrónicos de acuerdo con el invento pueden también formar la base de circuitos de protección contra sobrecargas, de la clase descrita en relación con la Fig. 3c, para conexión en circuitos de distribución de energía eléctrica, o bien de otras clases de contadores o aparatos de medida, por ejemplo, contadores de demanda, para conexión en tales circuitos de distribución: en lo que se refiere a su uso para contador de demanda, se apreciará que el circuito de la Fig. 3c puede ser fácilmente adaptado para producir una indicación acerca de si la demanda de potencia media durante un intervalo de tiempo predeterminado ha excedido de un nivel dado.



REIVINDICACIONES

5 Los puntos de invención propia y nueva que se presentan 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:

10 1ª.- Un circuito electrónico perfeccionado para producir una señal de salida representativa de la integral en el tiempo del producto de dos señales de entrada, comprendiendo el circuito: un multiplicador para recibir y multiplicar entre sí las dos señales de entrada para producir una señal que depende del producto de las dos señales de entrada; un circuito convertidor dispuesto para convertir la
15 señal que depende del producto en una señal digital representativa de la magnitud de la señal que depende del producto; y medios para acumular dichas señales digitales para producir así dicha señal de salida; que comprende además medios para invertir repetitiva y simultáneamente la polaridad
20 efectiva de una de las señales de entrada y la polaridad con la cual son acumuladas dichas señales digitales, de modo que se reduzcan sustancialmente los errores en dicha señal de salida debidos a la deriva en el multiplicador.

25 2ª.- Un circuito según la reivindicación 1ª, en el que el multiplicador comprende un multiplicador de transconductancia variable.

30 3ª.- Un circuito según la reivindicación 2ª, en el que dicho multiplicador de transconductancia variable comprende un par de transistores acoplados por emisor dispuestos para recibir la primera señal como un voltaje entre
30
27029

las respectivas bases de los transistores y la segunda señal en una forma que varía las respectivas corrientes de emisor de los transistores, para producir con ello dicha señal que depende del producto entre los respectivos colectores de los transistores.

5
10
15
4ª.- Un circuito según la reivindicación 3ª, en el que dicho multiplicador de transconductancia variable comprende además un segundo par de transistores acoplados por emisor, dispuestos también para recibir la primera señal como un voltaje entre las respectivas bases de los transistores, estando los colectores de los transistores del segundo par acoplados de modo cruzado con los colectores de los transistores del primer par mencionado, para reducir con ello sustancialmente una componente en modo común no deseada que puede haber presente en dicha señal que depende del producto.

20
25
5ª.- Un circuito según la reivindicación 3ª o la reivindicación 4ª, en el que el multiplicador de transconductancia variable comprende un tercer par de transistores acoplados por emisor dispuestos para mantener las respectivas corrientes medias en los colectores de los transistores del par primeramente mencionado en valores sustancialmente iguales determinados por un voltaje aproximadamente medio entre los respectivos voltajes en los colectores de los transistores del par primeramente mencionado.

6ª.- Un circuito según cualquiera de las reivindicaciones 3ª a 5ª, en el que los medios de inversión están dispuestos para invertir la polaridad efectiva de dicha segunda señal.

7ª.- Un circuito según cualquiera de las reivindi

caciones 1ª a 6ª, en el que el circuito convertidor comprende un convertidor de analógico a digital dispuesto para convertir repetitivamente la señal que depende del producto en una señal digital en tiempos espaciados de modo uniforme -
5 temporalmente.

8ª.- Un circuito según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 6ª, en el que el circuito convertidor comprende un convertidor de señal a frecuencia dispuesto para convertir la señal que depende del producto en una señal de impulsos cuyo régimen de impulsos depende de la magnitud de
10 la señal que depende del producto.

9ª.- Un circuito según la reivindicación 8ª, en el que los medios de acumulación comprenden un contador reversible conectado para recibir y contar los impulsos de la
15 señal de impulsos.

10ª.- Un circuito según la reivindicación 9ª, en el que el contador reversible es del tipo preajustable, e incluye medios sensibles a un recuento predeterminado en el mismo para producir un impulso de salida el cual restablece
20 el contador a un recuento preajustado, siendo dicho recuento preajustado mayor que cero y siendo dicho recuento predeterminado mayor que dicho recuento preajustado pero menor que el recuento total máximo del contador, constituyendo dichos impulsos de salida dicha señal de salida.

11ª.- Un circuito según cualquiera de las reivindicaciones 8ª a 10ª, en el que el convertidor de señal a frecuencia comprende una fuente de una señal desplazada cuya magnitud se selecciona de tal modo que la suma de la señal desplazada y de la señal que depende del producto sea monopolar, un integrador conectado para recibir e integrar la
25
30

suma de la señal desplazada y la señal que depende del producto, con lo que la salida del integrador asciende en rampa hacia un nivel predeterminado, un detector sensible a la salida del integrador para producir una señal de control -
5 cuando la salida del integrador alcanza dicho nivel predeterminado, y una fuente de referencia sensible a dicha señal de control para combinar una señal de referencia de magnitud y duración determinadas con la suma de la señal desplazada y la señal que depende del producto, en oposición
10 a ella, con lo que la salida del integrador vuelve en rampa a través de dicho nivel predeterminado.

12ª.- Un circuito según la reivindicación 11ª y cualquiera de las reivindicaciones 3ª a 6ª, en el que la fuente de la señal desplazada y la fuente de la señal de referencia incluyen juntos un cuarto par de transistores acoplados por emisor, estando los respectivos colectores de dicho otro par conectados a unos respectivos de los colectores del par de transistores primeramente mencionado, estando los respectivos emisores de dicho otro par acoplados por
15 resistencia a una fuente de voltaje de referencia, estando la base de un transistor del otro par polarizada con respecto a dicha fuente de voltaje de referencia, y estando la base del otro transistor del otro par polarizada con respecto a una fuente de voltaje desplazado.

25 13ª.- Un circuito según la reivindicación 12ª, en el que el integrador comprende un amplificador diferencial que tiene una capacitancia de realimentación negativa conectada entre su salida y su entrada de inversión, estando las entradas de inversión y de no inversión del amplificador conectadas a unos respectivos de los colectores de los tran-
30
27029

sistores del par primeramente mencionado.

5 14ª.- Un circuito según cualquiera de las reivindicaciones 11ª a 13ª, en el que el convertidor de señal a frecuencia incluye un generador de impulsor de reloj dispuesto para producir impulsos de reloj a una frecuencia predeterminada y medios de paso discriminado conectados para recibir dichos impulsos de reloj y dicha señal de control, de tal manera que dicha señal de referencia es aplicada al integrador durante intervalos de tiempo cuya duración es igual a, 10 y sustancialmente coincidente con, los periodos de impulsos de reloj respectivos.

15 15ª.- Un circuito según la reivindicación 2ª y - cualquiera de las reivindicaciones 8ª a 14ª, que comprende medios para aumentar la ganancia del convertidor de señal a frecuencia a regímenes más altos de aumento de dicha señal de salida, de modo que se compense la falta de linealidad en la característica del multiplicador de transconductancia variable a dichos regímenes más altos.

20 16ª.- Un circuito según la reivindicación 15ª y la reivindicación 11ª, en el que dichos medios que aumentan la ganancia comprenden medios para reducir la magnitud efectiva de la señal de referencia.

25 17ª.- Un circuito según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 16ª, en el que los medios de inversión funcionan de tal modo que la duración media de los periodos - para los cuales tiene lugar dicha inversión es sustancialmente igual a la duración media de los periodos para los - cuales no tiene lugar dicha inversión.

30 18ª.- Un circuito según la reivindicación 17ª, en el que los medios de inversión incluyen medios de control

1 para generar al menos una señal de onda cuadrada para con-
trollar dichas inversiones de polaridad, y medios para cam-
biar repetitivamente la fase de la señal de onda cuadrada,
o de cada una de éstas, en 180° sobre una base sustancial-
5 mente aleatoria.

19^a.- Un circuito según la reivindicación 18^a,
y una u otra de las reivindicaciones 8^a y 9^a, en el que di-
cho contador es un contador binario, y que comprende medios
para percibir la paridad de un número seleccionado de los
10 bitios menos significativos en dicho contador y para efec-
tuar dichos cambios de fase en respuesta a cambios en la
paridad percibida.

20^a.- Un circuito según cualquiera de las rei-
vindicaciones 1^a a 19^a, que está adaptado para conexión a
15 un circuito de distribución de energía eléctrica en corrien-
te alterna de al menos dos hilos conductores y que compren-
de además medios para producir una señal representativa de
la corriente que circula por uno de dichos hilos conducto-
res y medios para producir una señal representativa del
20 voltaje entre dichos hilos conductores, estando dispuesto
dicho multiplicador para recibir dichas señales representa-
tivas de intensidad de corriente y de voltaje como dichas
dos señales de entrada, con lo que el circuito sirve de con-
tador de vatios-hora.

25 21^a.- Un circuito electrónico perfeccionado pa-
ra producir una señal de salida representativa de la inte-
gral en el tiempo del producto de dos señales de entrada.

30

28029

JL/.

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

5

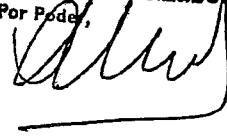
Esta Memoria consta de ochenta y tres hojas escritas a máquina por una sola cara.

10

Madrid, 01. MAR 1979

P.A.

Alberto de Elzaburu
Por Poder,



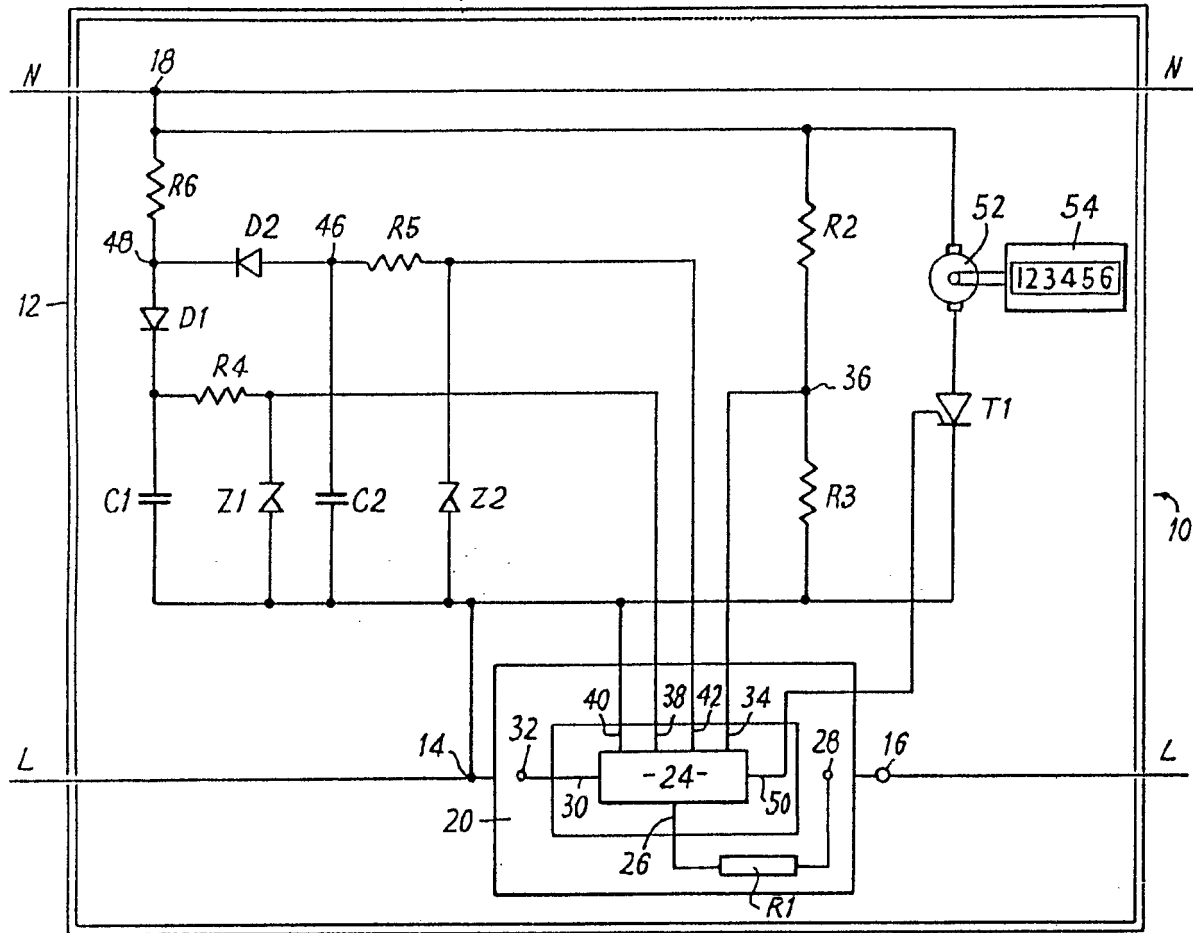
15

20

25

30
27029
LCP/.

FIG. 1



Alberio de Elizaburu
Por Poder,
[Signature]

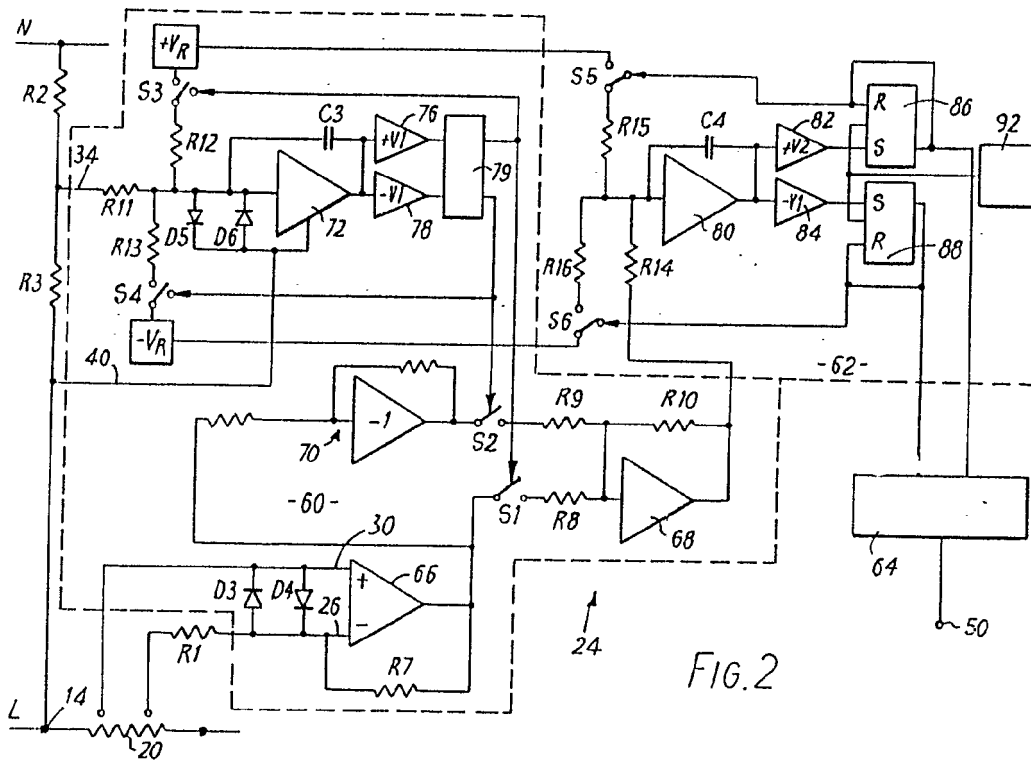
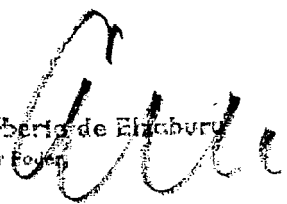
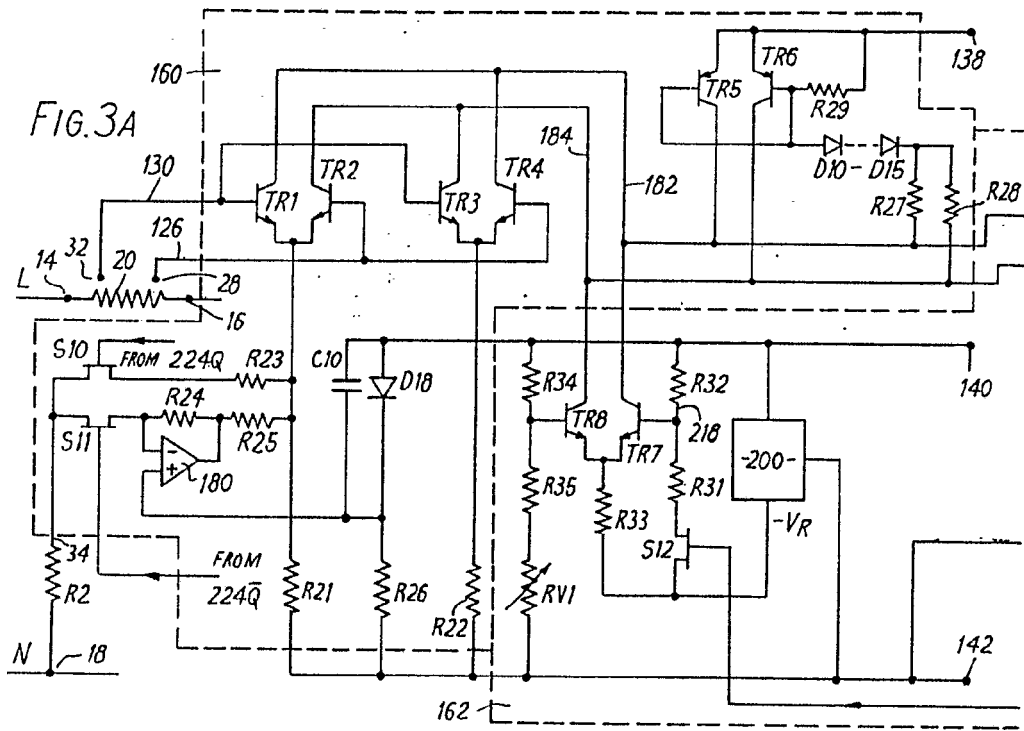


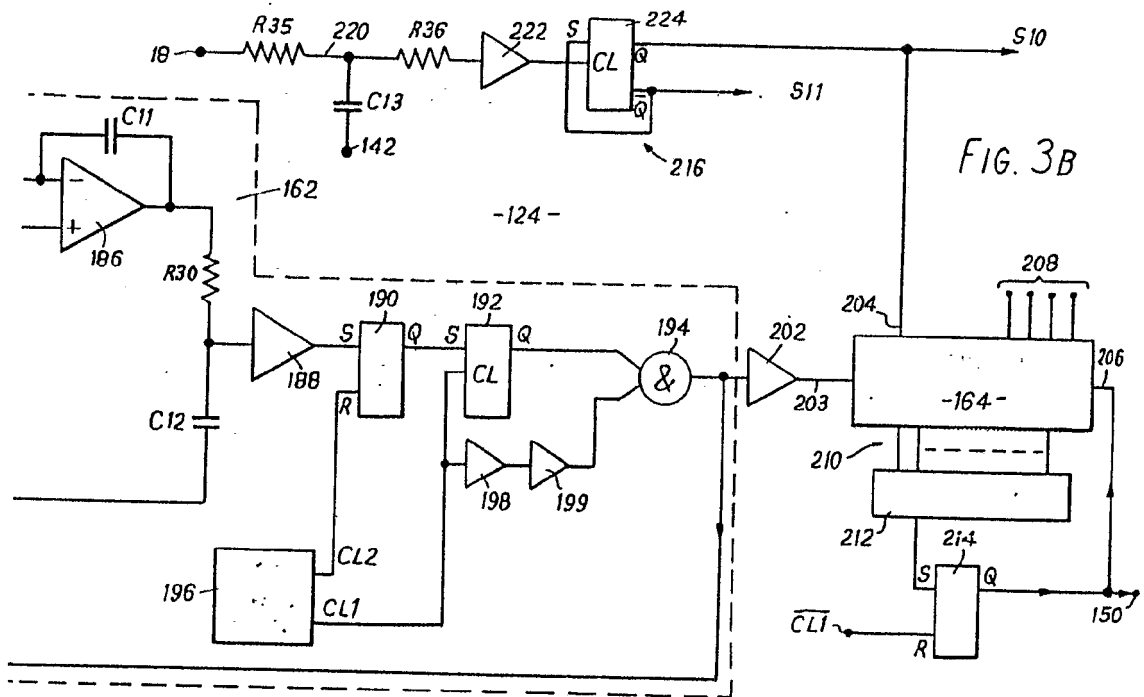
FIG. 2

Alberto de Elizaburu
For Feeder





Approved by: *[Signature]*
Pg. 5 of 5



Alberto de Elzaburu
Por Poder

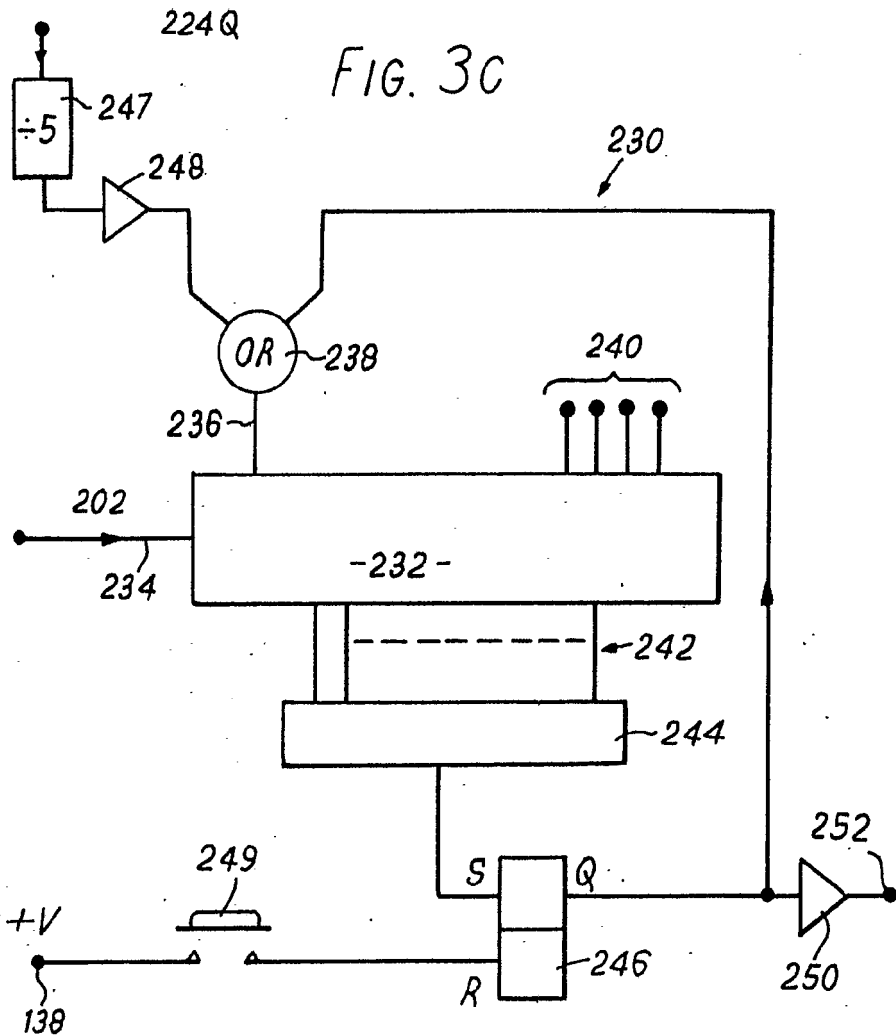
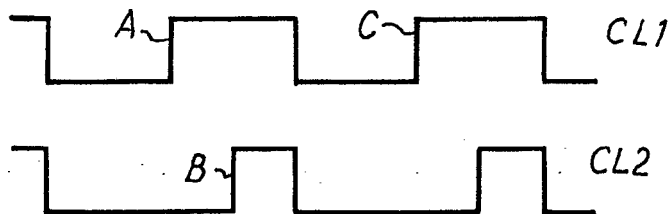


FIG. 4



Alberto de Elizaburu
 Por Poder


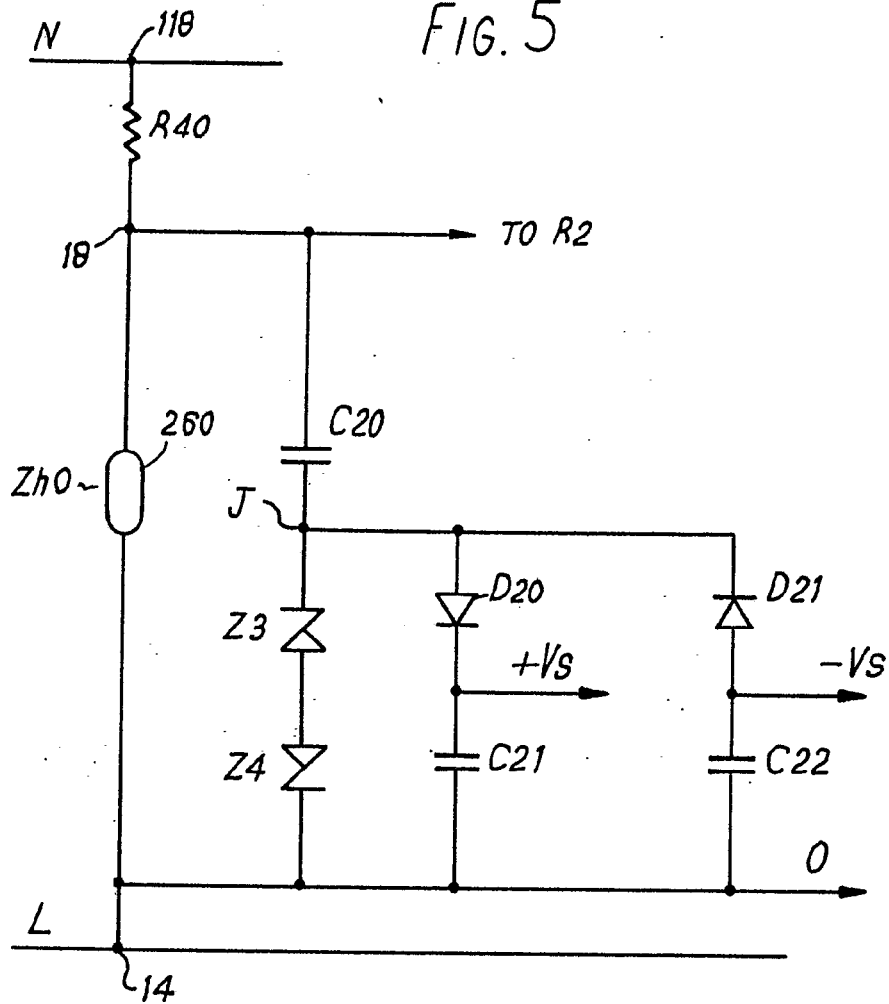


FIG. 5



Alberfo de Elizaburo
Por Poder

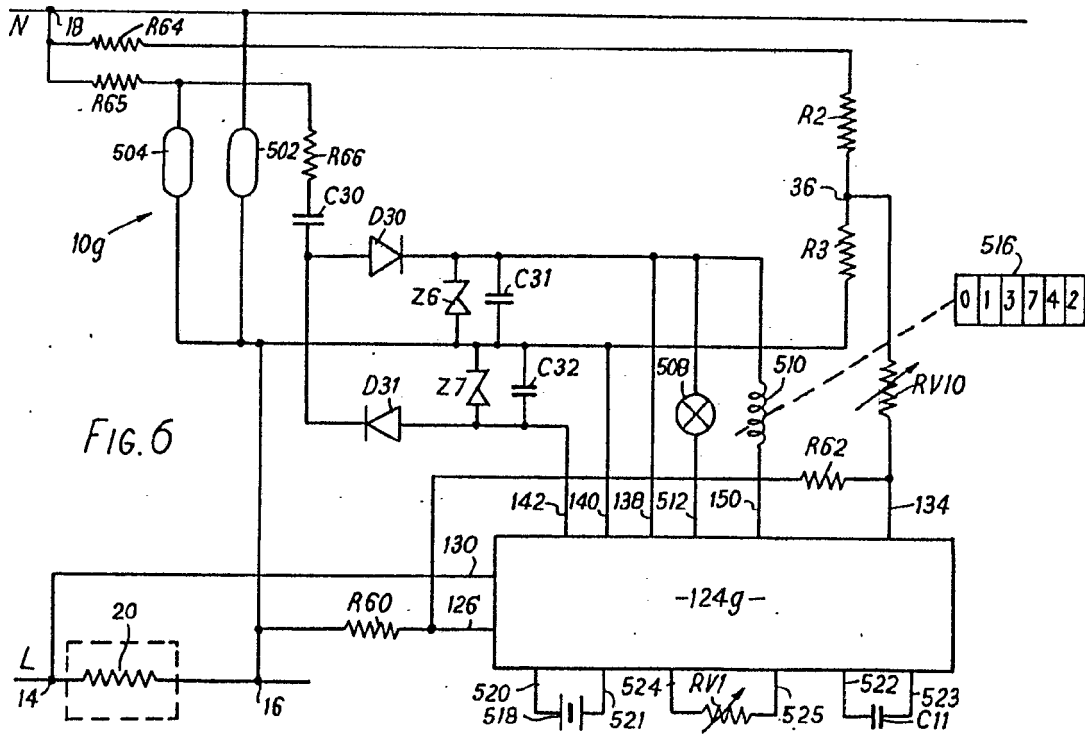
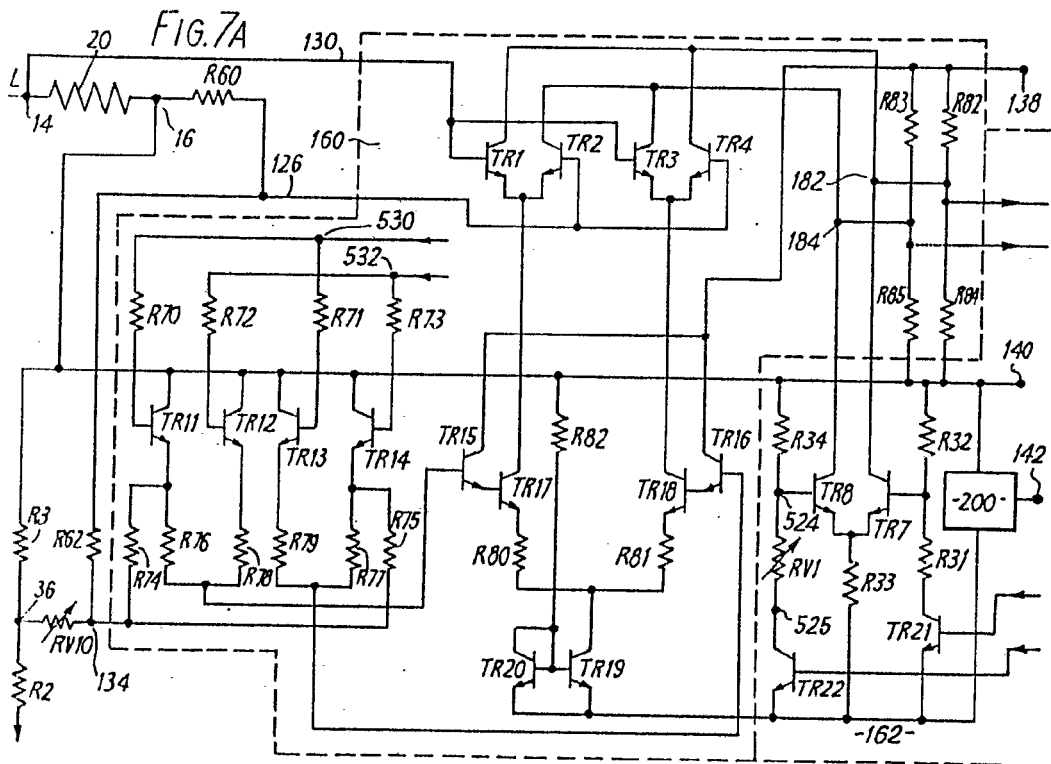
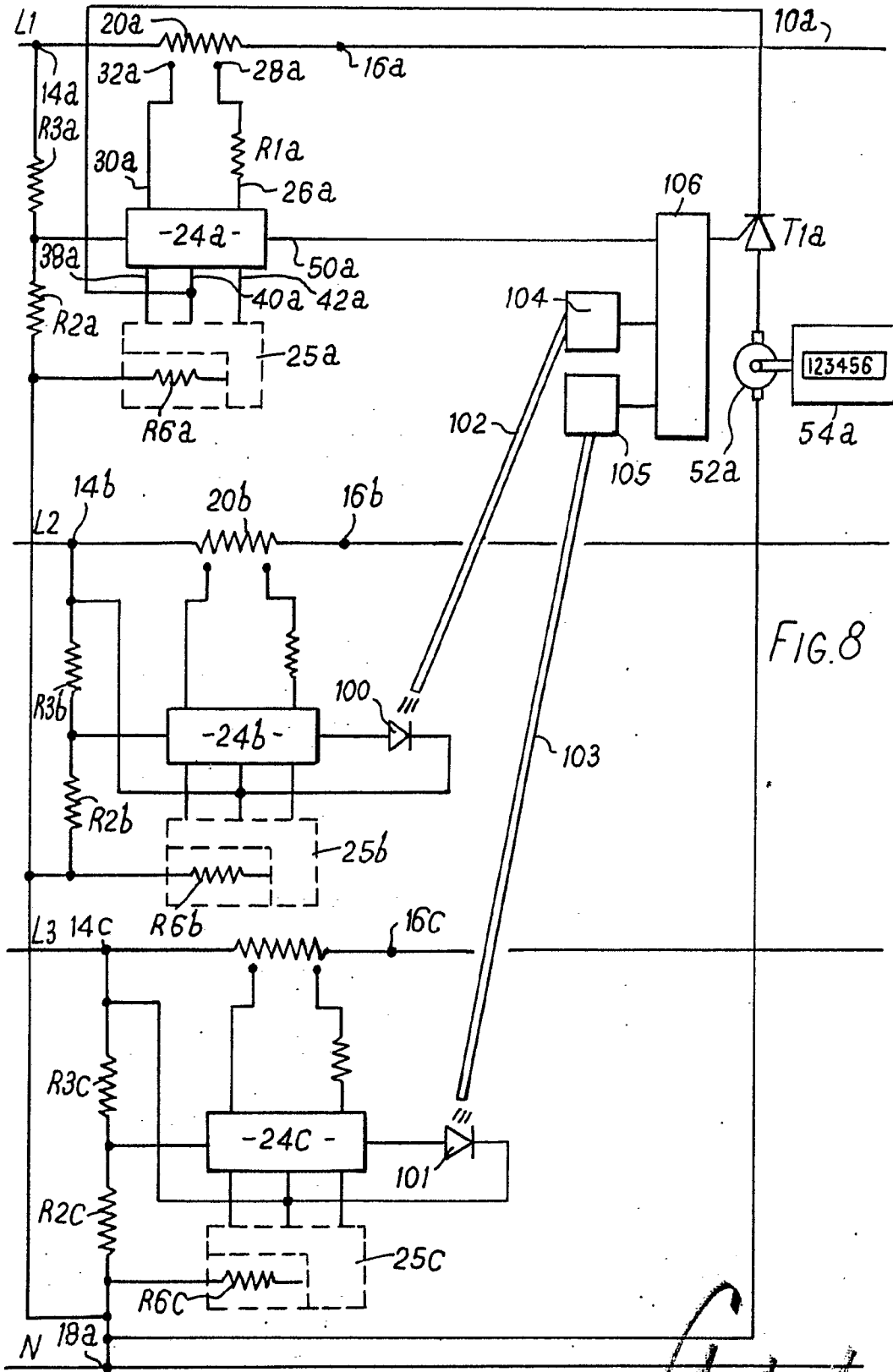


FIG. 6

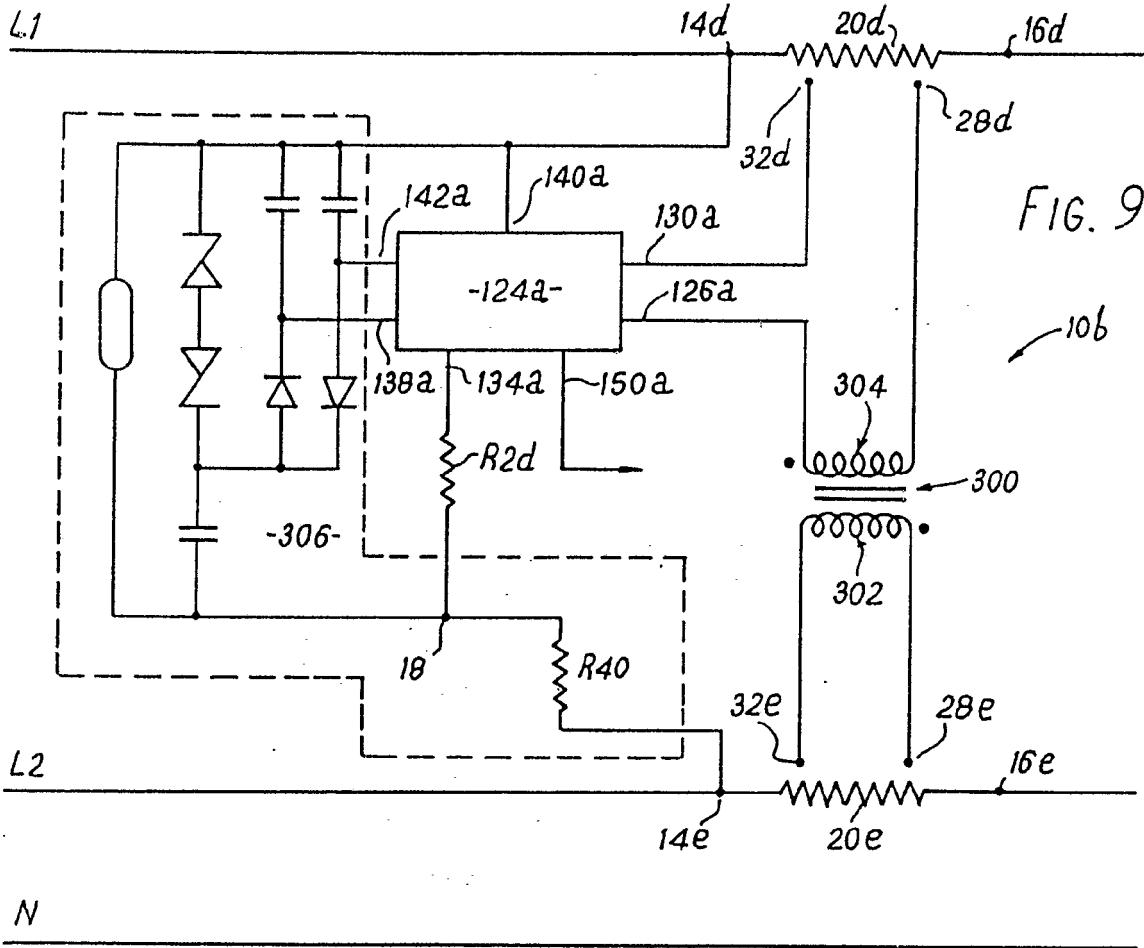
Alberto de Elizaburu
Por Poder



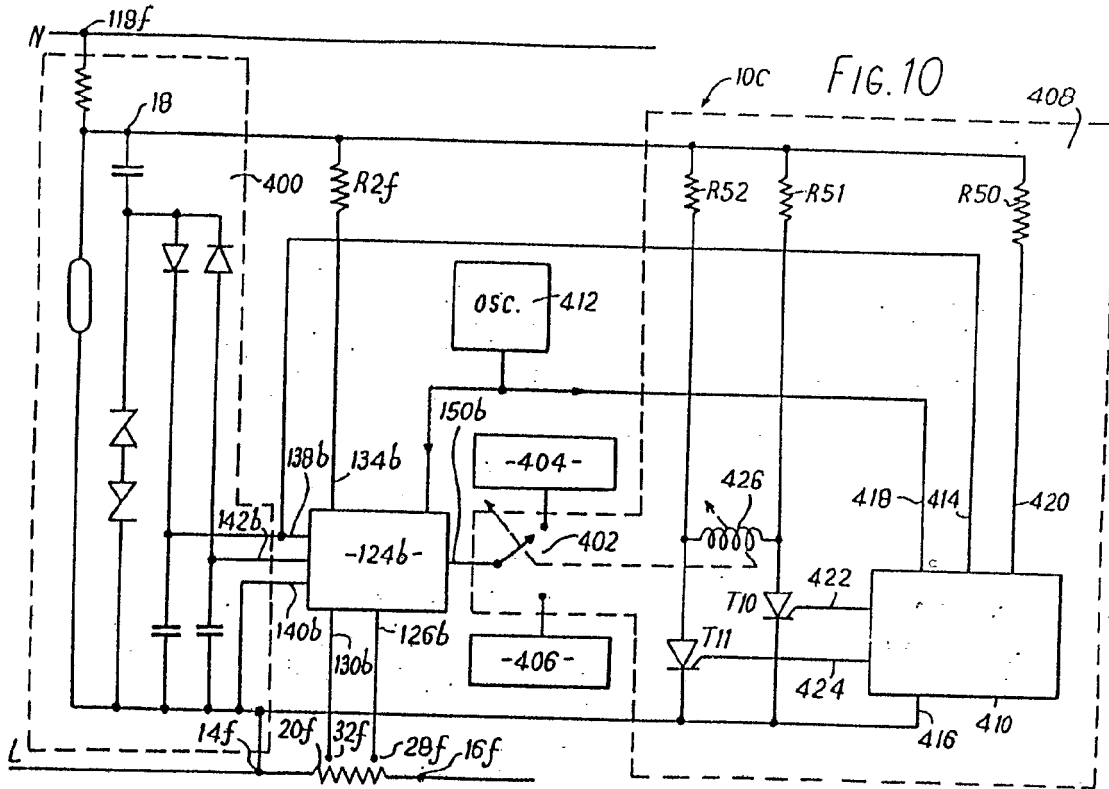
Alberto de Elzaburu
Por Poder



Alcorno de Distribuição
Por Poder



Alberto de Eizaburu
Por Poder,
Atte



Alberto de Eizaburu
Por Poder,
de