Envigado, 29 de Septiembre de 2009

SUPERINDUSTRIA Y COMERCIO
Radicacion No. 09 218588
Fecha 29 SET. 2009 Folios 31
Hora : 4:31

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
No. 09-218346- -00002-0000
Fecha: 2009-09-29 16:31:00 Dep. 2020 NUECREACIONE
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 444 RESPUESTAREQUE Folios: 31

Señores
SUPERINTENDENCIA
Industria y Comercio
Cra 49 No 53-19 Piso 3

Asunto: Respuesta a los requerimientos de forma de la solicitud de Patente radicada No 09 218346

En respuesta a su comunicación del 13 de agosto de 2009, se adjunta la solicitud de patente "Transformador de Energía Reactiva en Energía Activa" la cual fue corregida con los requisitos de forma solicitados

A continuación se cita la información suministrada:

Petitorio (2 Hojas)
Anexo para reducción de tasas (1 Hoja)
Documento "SOLICITUD DE PATENTE DE INVENCIÓN" (27 Hojas)

Finalmente cabe anotar que en esta ocasión, no se entrega la fotocopia de la consignación por valor de $135.000= dado que esta se suministró con la solicitud inicial

Cordialmente

Jairo Mauricio Urrea R
Jairo Mauricio Urrea Ramírez
CC 71741813

Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

*Espacio reservado para el adhesivo de radicación*

**ANEXO PARA REDUCCION DE TASAS**

SOLICITUDES DE PATENTES PRESENTADAS POR PERSONAS QUE CAREZCAN DE MEDIOS ECONOMICOS

[X] **PERSONA NATURAL** [ ] **MIPYMES**

Beneficiario: Jairo Mauricio Urrea Ramírez

Dirección: Calle 39B Sur No 28 – 115 Apto 815 Envigado Antioquia

Teléfono: 3334768

E-mail: jmurrea2003@yahoo.com

**PERSONA NATURAL**

Manifiesto bajo la gravedad del juramento, que carezco de medios económicos y, por tanto, pido que se aplique la reducción de tasas a que se refiere el artículo 2 de la resolución número 36155 del 28 de Diciembre de 2006.

**FIRMA BENEFICIARIO**: Jairo Mauricio Urrea Ramírez Jairo Mauricio Urrea R

**MIPYME**

Manifiesto bajo la gravedad de juramento que la empresa que represento carece de los medios económicos y, por tanto, pido que se aplique la reducción de tasas a que se refiere el artículo 2 de la resolución número 36155 del 28 de Diciembre de 2006.

**FIRMA REPRESENTANTE LEGAL**: _____

**Anexos**

- [ ] Copia de estados financieros del año inmediatamente anterior firmados por contador publico; o,
- [ ] Otro documento donde conste que se cumple con los parámetros establecidos en el artículo 2 de a ley 590 del 2000 para las micro, pequeñas y medianas empresas.

**PETITORIO**

Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

Espacio reservado para el adhesivo de radicación

## FORMULARIO ÚNICO DE SOLICITUD DE PATENTE

**1 SOLICITUD DE:**

☑ Patente de Invención ☐ Patente de Modelo de Utilidad

**2 SOLICITANTE**

Nombre: Jairo Mauricio Urrea Ramírez
Dirección: Calle 39B Sur No 28 - 115 Apto 815
Domicilio: Colombia - Antioquia - Envigado
Lugar de Constitución: Envigado - Antioquia
Teléfono: 3334768 Fax:
E- mail: jmurrea2003@yahoo.com

**IDENTIFICACION**
☑ C.C. ☐ NIT
☐ C.E. ☐ Otro
Cúal
Número : 71741813

**3 REPRESENTANTE O APODERADO**

Nombre:
Dirección:
Teléfono: Fax:
E- mail:

**IDENTIFICACIÓN**
☐ C.C. ☐ NIT
☐ C.E. ☐ Otro
Cúal
Número TP

**4 INVENTOR (ES) (72)**

Nombre: Jairo Mauricio Urrea Ramirez
Dirección: Calle 39B Sur No 28 - 115 Apto 815 Envigado Antioquia
Nacionalidad o Domicilio: Colombiano

**5 Título (54) : Transformador de Energía Reactiva en Energía Activa**

**6 Nùmero de reivindicaciones: 10**

**7 Clasificación Internacional (51)**

**8 Prioridad**
☐ SI ☐ NO

| (33)País de Origen | (32) Fecha | (31) Número de Solicitud |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

**9 Para publicar a partir de la fecha de la presente solicitud a los:**
☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 18 meses ☑ Otro Cuál 1 mes

**10 Comprobante de pago No.** 12465840-2 **Fecha** 01/06/2009

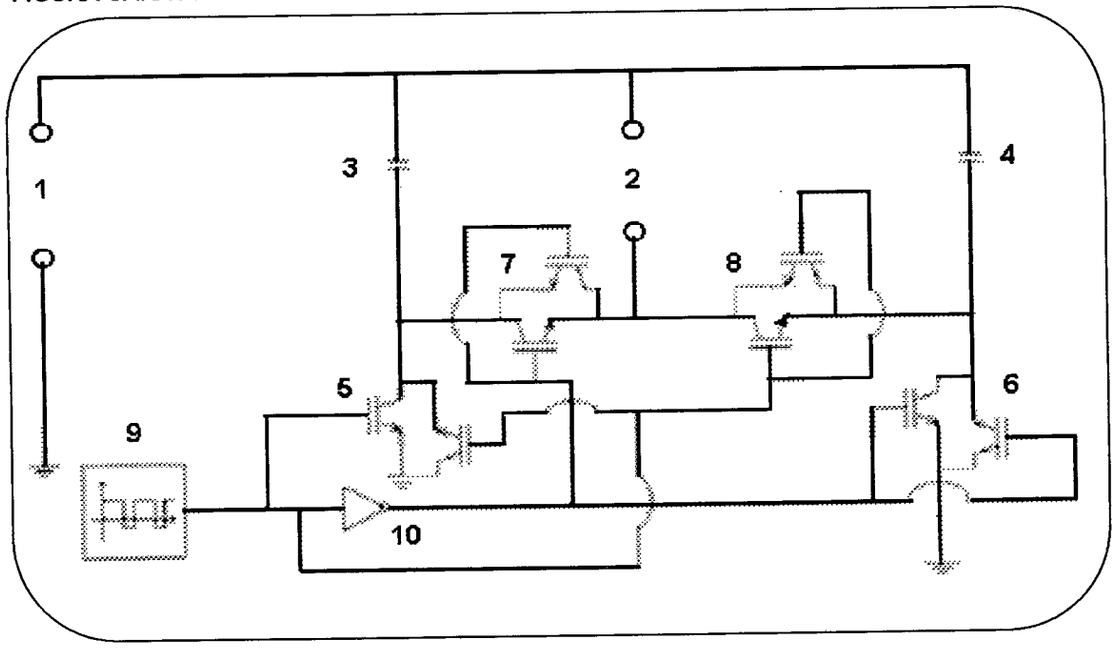
Instrucciones para el diligenciamiento del presente formulario, ver reverso de esta página

PI02-F01(2008-12-30)

## 11 Anexos

- [x] Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud.
- [ ] Comprobante de pago de la tasa por concepto de excedente de palabras en la publicación.
- [ ] Comprobante de pago por reivindicación de prioridad.
- [ ] Documento que acredita la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica.
- [ ] Poderes, si fuere el caso.
- [ ] Certificado de la fecha de presentación de la solicitud prioridad expedida por la autoridad correspondiente y una copia certificada de la primera solicitud, si se reivindica prioridad
- [ ] Traducción simple de la primera solicitud, si se reivindica prioridad.
- [ ] Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante.
- [x] Resumen
- [x] Descripción de la invención.
- [x] Una o más reivindicaciones.
- [x] Dibujos y/o planos necesarios.
- [ ] De ser el caso, copia del contrato de acceso.
- [ ] De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas.
- [ ] De ser el caso, certificado de depósito del material biológico
- [ ] Arte final 12x12 cm.
- [ ] De ser el caso, información sobre otras solicitudes de patente o títulos obtenidos en el extranjero por el mismo titular o su causante, relacionadas parcial o totalmente con la invención de esta solicitud.

## 12 FIGURA CARACTERÍSTICA:




## 13 Solicito la concesión de la patente,

NOMBRE: Jairo Mauricio Urrea Ramirez

FIRMA: Jairo Mauricio Urrea R

C.C. 71741813 TP

Instrucciones para la presentación de los anexos, ver reverso de esta página.

SOLICITUD DE PATENTE DE INVENCIÓN

# TRANSFORMADOR DE ENERGÍA REACTIVA EN ENERGÍA ACTIVA

## INVENTOR:

Jairo Mauricio Urrea Ramírez

ENVIGADO

Septiembre 29, 2009

# CONTENIDO


*1 RESUMEN ..... 3*

*2 DESCRIPCION ..... 3*

2.1 SECTOR TECNOLÓGICO ..... 3

2.2 CAMPO TÉCNICO ..... 4

2.3 ESTADO DE LA TÉCNICA CONOCIDO ..... 4

2.3.1 COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA EN CORRIENTE ALTERNA: ..... 4

2.3.2 COMPORTAMIENTO DEL CONDENSADOR EN CORRIENTE ALTERNA: ..... 5

2.4 PREANÁLISIS A LA DESCRIPCION DE LA INVENCION ..... 6

2.4.1 CASO EJEMPLO DE CIRCUITO RESISTIVO PURO R = 60.5 OHMS ..... 7

2.4.2 CASO EJEMPLO DE CIRCUITO CAPACITIVO PURO C = 43.84 uF ..... 7

2.4.3 CASO EJEMPLO DE CIRCUITO CAPACITIVO PURO C = 4 uF ..... 8

2.5 DESCRIPCION DE LA FIGURA ..... 9

2.6 DESCRIPCION DE LA INVENCION ..... 9

*3 REIVINDICACIONES ..... 14*

*4 LISTADO DE TABLAS ..... 16*

*5 LISTADO DE FIGURAS ..... 17*

5.1.1 TRANSFORMADOR DE ENERGÍA REACTIVA EN ENERGÍA ACTIVA ..... 17

5.1.2 LISTADO DE CIRCUITOS ..... 17

5.1.3 LISTADO DE SIMULACIONES ..... 22

5.1.4 LISTADO DE GRAFICAS ..... 26

# 1 RESUMEN

La invención presentada consiste en el diseño de un dispositivo que permite transformar la energía reactiva en energía activa la cual es la que tradicionalmente se conoce como la única que tiene la facultad de realizar un trabajo y por tanto la que en la actualidad facturan en mayor cantidad las empresas prestadoras de los servicios públicos de energía eléctrica

# 2 DESCRIPCION

El "Transformador de energía reactiva en energía activa", es un dispositivo eléctrico y electrónico capaz de trasformar la potencia reactiva en potencia activa de tal manera que ésta, pueda ser empleada para producir trabajo.

Además dicha potencia reactiva tiene la ventaja de poder ser utilizada para mejorar el factor de potencia resultante en el punto de conexión y si esta es consumida como se plantea en la invención se contribuirá a la reducción de las pérdidas eléctricas resultantes en el transporte de la energía entre la generación y los puntos de demanda.

Estas pérdidas hoy en día deben ser pagadas por los usuarios de la energía eléctrica y en este sentido el producto contribuirá disminuir este rubro en la tarifa de energía.

La invención es genérica, es decir, se puede construir fácilmente para diversos niveles de tensión, es adaptable de acuerdo a los requerimientos de la carga que se desee abastecer, así como a la frecuencia industrial de la red

## 2.1 SECTOR TECNOLÓGICO

Los sectores a los que pertenece la invención son a los de la Ingeniería eléctrica, electrónica y al energético, dado que con este producto se plantea un nuevo paradigma para consumir y transformar la energía, optimizando a su vez su uso.

Adicionalmente se presentan nuevas variaciones en la manera como son concebidos actualmente los sistemas eléctricos de potencia a nivel mundial, tanto a nivel de generación, transmisión, distribución y en la forma como es consumida la energía en los puntos de carga.

La invención está relacionada con el nuevo paradigma de Utilización Eficiente de la Energía Eléctrica en el mundo y esta lineado con el interés del planeta de generar nuevas políticas de ahorro energético.

El invento tiene un alto beneficio para la humanidad, toda vez que la instalación de múltiples dispositivos de este tipo, tanto a nivel residencial, industrial, comercial o dicho de otra manera en baja, media, alta o extra alta tensión contribuirán en el futuro a disminuir el efecto invernadero y el calentamiento global del planeta

Dicho calentamiento se ha vuelto prioridad para la humanidad y en este sentido todo lo que atañe a su control es de vital importancia para todos los que habitantes de la tierra.

Una manera de contribuir a que este problema se aminore es disminuir el impacto sobre el ambiente. Es bien conocido, que la construcción de grandes centrales afectan significativamente el ecosistema y producen un alto impacto desfavorable sobre el ambiente, por tanto, el invento es un llamado de atención a usar mas eficientemente los actuales recursos energéticos que se disponen en el planeta.

## 2.2 CAMPO TÉCNICO

La utilización de la energía eléctrica es una necesidad mundial. Ningún civilizado concebiría hoy en día vivir sin este preciado producto. Sin embargo, mantener el actual confort y calidad de vida implica grandes sacrificios económicos para los usuarios, los altos costos en que incurren actualmente los consumidores de energía eléctrica son un motivo suficiente para la búsqueda de diversas alternativas que le apunten a la reducción de los costos de este indispensable producto.

## 2.3 ESTADO DE LA TÉCNICA CONOCIDO

El paradigma actualmente reinante en el mundo habla que la energía activa es la única que puede producir trabajo ya que su valor promedio es mayor que cero, mientras que la energía reactiva no es capaz de producirlo dado que su promedio es igual a cero.

El invento presentado se construye con base en componentes electrónicos de tecnología de última generación, los cuales tienen una duración en promedio de más de veinte años, lo que garantiza la disponibilidad del servicio que presta el producto a un largo plazo.

Con el fin de facilitar la comprensión del invento se presentará el actual modelo existente, empleado algunos ejemplos que nos servirán para mostrar la innovación, a su vez, para mayor claridad y con el fin de facilitar su entendimiento iremos introduciendo algunos conceptos nuevos que se emplearán en la descripción de la invención

### 2.3.1 COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA EN CORRIENTE ALTERNA:

Para explicar este comportamiento se analizará el ***Circuito 1*** el cual está conformado por una resistencia que es alimentada mediante una fuente de tensión alterna:

El voltaje Va tiene un valor instantáneo dado por la siguiente ecuación

$$Va = Vo * sen(2 * \pi * f * t)$$

$$Z = R + j0$$

Luego podemos calcular el valor de la corriente i que circula por el circuito

$$i = \frac{Va}{Z} = \frac{Vo * sen(2 * \pi * f * t)}{R + j0} = \frac{Vo}{R} * sen(2 * \pi * f * t)$$

Donde:

$$Vrms = \frac{Vo}{\sqrt{2}}$$

$$Irms = \frac{Vo}{R * \sqrt{2}}$$

Para el caso de un circuito resistivo

$$|S|_{rms} = |P|_{rms} = \frac{Vo^2}{2 * R}$$

### 2.3.2 COMPORTAMIENTO DEL CONDENSADOR EN CORRIENTE ALTERNA:

El circuito empleado para el análisis del condensador en corriente alterna es ilustrado en el ***Circuito 2***

En tal circuito el condensador presenta una oposición al paso de la corriente alterna, tal oposición se denomina reactancia capacitiva.

La naturaleza de este tipo de oposición es de carácter electrostático, la carga almacenada en el condensador se opone a que éste siga cargándose y esta oposición será mayor cuanto más carga acumule el condensador.

En corriente alterna el condensador está continuamente cargándose y descargándose.

El circuito de la figura presenta una impedancia al paso de la corriente alterna dada por:

$$Z = 0 - jXc$$

Donde

Xc: Es la reactancia capacitiva y se calcula:

$$Xc = \frac{1}{2 * \pi * f * C}$$

A continuación se presenta la expresión que relaciona la tensión en extremos de un condensador, su capacidad eléctrica y el valor de la carga que almacena dicho condensador

$$V = \frac{q}{C}$$

Dado que la tensión en el condensador es Va, podemos decir que:

$$Va = Vo * sen(2 * \pi * f * t) = \frac{q}{C}$$

Derivando con respecto al tiempo la expresión anterior, tenemos que:

$$Vo * 2 * \pi * f * \cos(2 * \pi * f * t) = \frac{i}{C}$$

Reorganizando la expresión y considerando que cos $\alpha$ = sen ($\alpha$ + 90°), obtenemos:

$$i = \frac{Vo}{Xc} * sen(2 * \pi * f * t + 90^0)$$

Donde:

$$Vrms = \frac{Vo}{\sqrt{2}}$$

$$Irms = \frac{Vo}{Xc * \sqrt{2}}$$

Para el caso de un circuito capacitivo

$$|S|_{rms} = |Q|_{rms} = \frac{Vo^2}{2 * Xc}$$

## 2.4 PREANÁLISIS A LA DESCRIPCION DE LA INVENCION

Si pudiéramos transformar una potencia reactiva RMS igual a una potencia activa RMS debería cumplirse que las magnitudes de las potencias aparentes | S | en valores RMS fueran iguales

$$|S|_{rms} = |Q|_{rms} = \frac{Vo^2}{2 * Xc} = |P|_{rms} = \frac{Vo^2}{2 * R}$$

$$\frac{Vo^2}{2 * Xc} = \frac{Vo^2}{2 * R}$$

$$Xc = R$$

$$\frac{1}{2 * \pi * f * C} = R$$

$$C = \frac{1}{2 * \pi * f * R}$$

Con este valor de capacitancia tendríamos una equivalencia entre los Vatios y los Vars o entre la energía reactiva y la activa o dicho de otra forma obtendríamos un valor de magnitud de la Irms igual para los dos circuitos

### 2.4.1 CASO EJEMPLO DE CIRCUITO RESISTIVO PURO R = 60.5 OHMS

En el ***Circuito 3*** se presenta una fuente de tensión alterna monofásica a 60 Hz con una tensión de 110 Vrms que alimenta una carga netamente del tipo Resistivo de 60.5 Ohms

Empleando un programa de análisis eléctrico obtenemos la solución a tal circuito obteniéndose las gráficas de salida de Potencia Activa y Reactiva inyectadas por la fuente. (Ver ***Simulación 1***)

En las cuales el valor promedio de P = 200 Watts y el de Q = 0 Vars

Realizando un análisis simplificado se tiene que:

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{110^2}{60.5} = 200 \text{ Watts}$$

$$Q = V * I * sen(0) = 0 \text{ Vars}$$

En esta simulación la P y la Q de la fuente es la misma P y Q de la carga

Adicionalmente se observa en la ***Simulación 2*** la grafica de la tensión y la corriente observándose que éstas están en fase, por tanto, el ángulo entre ellas es 0 grados

Para facilitar la visualización de la gráfica se amplifica el valor de la corriente 50 veces.

Claramente se observa que el Vrms= 110 Voltios y Irms=1.8 Amp

$$I = \frac{P}{V * \cos(0)} = \frac{200}{110 * 1} = 1.8 Amp$$

### 2.4.2 CASO EJEMPLO DE CIRCUITO CAPACITIVO PURO C = 43.84 uF

En el ***Circuito 4*** se presenta una fuente de tensión alterna monofásica a 60 Hz con una tensión de 110 Vrms que alimenta una carga netamente del tipo capacitivo con un valor dado por la ecuación

$$C = \frac{1}{2 * \pi * f * R}$$

$$C = \frac{1}{2 * \pi * 60 * 60.5} = 43.84434 uF$$

Empleando un programa de análisis eléctrico obtenemos la solución a tal circuito obteniéndose las siguientes gráficas de salida de Potencia Activa y Reactiva inyectadas por la fuente. (Ver ***Simulación 3***)

En las cuales el valor promedio de Q = 200 Vars y el de P = 0 Watts

Realizando un análisis simplificado se tiene que:

$$P = V * I * \cos(90) = 0$$

$$Q = \frac{V^2}{\left(\frac{1}{2*\pi*60*C}\right)} * sen(90) = \frac{110^2}{\left(\frac{1}{2*\pi*60*43.8443e-6}\right)} * 1 = 200 \text{ Vars}$$

En esta simulación la P y la Q de la fuente es la misma P y Q de la carga.

Adicionalmente se observa en la ***Simulación 4*** que existe un desfase entre la tensión y la corriente adelantándose esta última 90 grados a la tensión

Para facilitar la visualización de la simulación se amplifica el valor de la corriente 50 veces.

Claramente se observa que el Vrms= 110 Voltios y Irms =1.8 Amp

$$I = \frac{Q}{V * sen(90)} = \frac{200}{110*1} = 1.8 Amp$$

Finalmente cabe anotar que la magnitud de la corriente y de la potencia aparente es igual a la del caso resistivo.

### 2.4.3 CASO EJEMPLO DE CIRCUITO CAPACITIVO PURO C = 4 uF

En el ***Circuito 5*** se presenta una fuente de tensión alterna monofásica a 110 Vrms que alimenta una carga netamente del tipo capacitivo de 4uf

Empleando un programa de análisis eléctrico obtenemos la solución a tal circuito la cual puede verse en la ***Simulación 5*** en la cual se presentan las gráficas de salida de Potencia Activa y Reactiva inyectadas por la fuente.

En esta el valor promedio de P = 0 Watts y el de Q = 18,2 Vars

En la simulación la P y la Q de la fuente es la misma P y Q de la carga.

Realizando un análisis simplificado se tiene que:

$$P = V * I * \cos(90) = 0$$

$$Q = \frac{V^2}{\left(\frac{1}{2*\pi*60*C}\right)} * sen(90) = \frac{110^2}{\left(\frac{1}{2*\pi*60*4e-6}\right)} * 1 = 18.24 \text{ Vars}$$

Adicionalmente se observa en la ***Simulación 6*** que existe un desfase entre la tensión y la corriente adelantándose esta última 90 grados a la tensión

Para facilitar la visualización de la gráfica se amplifica el valor de la corriente 700 veces.

En la figura claramente se observa que el Vrms= 110 Voltios y Irms=0.17 Amp, lo cual concuerda con el cálculo teórico

$$I = \frac{Q}{V * sen(90)} = \frac{18.24}{110 * 1} = 0.17$$

A partir de lo anterior se observa que a medida que la capacitancia disminuye también lo hacen la potencia reactiva y la corriente circulante, es decir la Q se redujo en la misma proporción que la capacitancia a saber:

$$\frac{4\mu f}{43.8443\mu F} = 0.09123$$

Visto de otra manera 200Vars * 0,09123= 18.24 Vars

## 2.5 DESCRIPCION DE LA FIGURA

En la ***Figura*** se presenta el diseño del "Transformador de Energía Reactiva en Energía Activa" el cual esta compuesto de las siguientes partes:

1 – Bornera de entrada de la Alimentación (Voltaje Alterno)

2 – Bornera de Salida (Conexión de la Carga)

3 – Condensador 1

4 – Condensador 2

5 – Swiche 1

6 – Swiche 3

7 – Swiche 4

8 – Swiche 2

9 – Generador de Pulsos

10 – Circuito de negación de pulsos

## 2.6 DESCRIPCION DE LA INVENCION

A continuación se describe el diseño del "Transformador de Energía Reactiva en Energía Activa"

Para facilitar su comprensión se elaborarán las simulaciones empleando una fuente de tensión alterna monofásica a 110 Vrms a 60 Hz que alimenta una carga netamente del tipo Resistiva de 60.5 Ohms equivalentes a 200 Watts (Consumo de Potencia Activa - Carga), para ello utilizaremos la Potencia reactiva que será transformada a partir de dos capacitancias de 4uf,

equivalentes a consumos de reactivos de cada una por valor de 18.24 Vars, tal como lo ilustramos en las anteriores explicaciones

La **Figura** diseño genérico y el ***Circuito 6*** caso práctico poseen cuatro grupos de Swiches los cuales están compuestos de dos dispositivos de conmutación con el fin de posibilitar la conmutación tanto en el ciclo positivo como en el negativo de la onda seno. (Para ello se pueden emplear Transistores Mosfet de potencia, IGBT´s, o cualquier otro elemento que permita el swicheo)

Los SW1 (Parte 5 de la Figura) y SW2 (Parte 8 de la Figura) conmutan simultáneamente a la posición cerrada vía un pulso a una frecuencia de 45kHz (Parte 9 de la Figura) con el fin de cargar el condensador C1 (Parte 3 de la Figura) y a la vez permitir la alimentación de la carga R = 60.5 Ohms (Parte 2 de la Figura) a través de la energía almacenada en el condensador C2 (Parte 4 de la Figura).

Cuando el pulso se hace cero cambia la posición de los swiches SW1 y SW2 abriendo tales transistores pero cerrando los swiches SW3 (Parte 6 de la Figura) y SW4 (Parte 7 de la Figura) los cuales conmutan complementariamente (Parte 10 de la Figura) y permiten la carga del condensador C2 y la alimentación de la carga R = 60.5 Ohms a través del condensador C1.

La anterior conmutación logra que la fuente (Parte 1 de la Figura) en ningún momento observe que esta alimentando una carga resistiva sino siempre una carga capacitiva de 4uF.

Empleando un programa de análisis eléctrico obtenemos la solución a tal circuito obteniéndose las gráficas presentadas en la ***Simulación 7*** que corresponden a la Potencia Activa y Reactiva inyectadas por la fuente.

En las cuales el valor promedio de P = 0 Watts y el de Q = 18,2 Vars

Seguidamente en la ***Simulación 8*** se presenta la Potencia activa y reactiva (P y Q) en la carga que es netamente resistiva y se comparan las magnitudes con la Potencia de la fuente.

En la grafica se muestran valores de potencia instantáneos.

Realizando un análisis simplificado se tiene que:

$$P = V * I * \cos(90) = 0$$

$$Q = \frac{V^2}{\left(\frac{1}{2*\pi*60*C}\right)} * sen(90) = \frac{110^2}{\left(\frac{1}{2*\pi*60*4e-6}\right)} * 1 = 18.24 \text{ Vars}$$

A partir de la simulación se observa también que la P de la carga es 200 Vatios mientras que la Q = 0

Además en la ***Simulación 9*** se presenta la forma de onda de las tensiones tanto a la entrada (Fuente) como a la salida (Carga Resistiva) la cual es muy similar tanto en magnitud, valor y fase

A continuación ilustramos en la ***Simulación 10*** un acercamiento a la grafica de la tensión observándose el efecto de la conmutación a alta frecuencia la cual hace que la tensión de salida siga de manera casi perfecta la tensión de entrada, solo con pequeños rizados que corresponden a los intercambios de energía entre los condensadores y la resistencia es decir la transformación entre la energía reactiva en energía activa.

Seguidamente mostramos en la ***Simulación 11*** la forma de onda de la corriente de la fuente amplificada 10 veces versus la corriente en la carga sin amplificar

A partir de la anterior figura fácilmente se pude deducir que la corriente rms en la fuente es de 0.17 y la de la carga es de 1.8 Amp y estas se encuentran desfasadas 90 grados ya que la fuente siempre observa un carga capacitiva mientras que la carga es resistiva

Para validar la anterior afirmación mostraremos en la ***Simulación 12*** el desfase existente entre el voltaje de la fuente y su respectiva corriente, Para facilitar la visualización de la gráfica se amplifica el valor de la corriente 700 veces. Observándose que existe un desfase entre la tensión y la corriente adelantándose esta última 90 grados a la tensión, comportamiento típico de un circuito netamente capacitivo de acuerdo a lo explicado anteriormente.

Claramente se observa que el Vrms=110 y Irms=0.17

$$I = \frac{Q}{V * sen(90)} = \frac{18.24}{110 * 1} = 0.17$$

El diseño anterior de ser necesario se puede complementar colocando resistencias de un alto valor en paralelo con las capacitancias con el fin de hacer circular una corriente pequeña que permita la polarización de los dispositivos de conmutación (Se pueden emplear transistores MOSFET de potencia tipo N para la conmutación de la parte positiva de la onda sinusoidal y tipo P para la negativa, cabe anotar que algunos de estos elementos poseen un diodo interno el cual debe anularse colocando un diodo externo en serie polarizado de manera contraria, a los que internamente poseen los MOSFET o en su defecto para tensiones mayores se pueden reemplazar los transistores por IGBT´s)

Adicionalmente cabe anotar que los pulsos ilustrados en el gráfico deben llegar a cada dispositivo de conmutación de manera independiente y aislados unos de otros de tal forma que se elimine cualquier problema de retroalimentación de tensiones indeseadas y cortos debido a problemas de tierras en el circuito de control.

En este documento no hablaremos del diseño del circuito de control aunque se tiene el diseño elaborado, lo anterior debido a que este puede construirse de diversas maneras y porque este no es el real "Know How" fundamental de la invención.

En la ***Tabla 1*** se presenta un cuadro resumen con el resultado de diversas simulaciones que muestran la dependencia del valor de la capacitancia y por ende del consumo de reactiva con respecto a la frecuencia de conmutación de los swiches, observándose que a medida que aumentamos la velocidad de swicheo se reduce el valor de la capacitancia requerida y por ende la

potencia reactiva consumida. (El caso simulado es para una carga resistiva de 60.5 Ohms a 110 Voltios, es decir 200 Vatios de potencia activa)

Cuando insertamos una capacitancia de 43.84 uf obtenemos una energía reactiva de 200Vars que se pueden transformar idénticamente en 200 Vatios esto es logrado a una frecuencia de conmutación de 5kHz, denominaremos a este valor "frecuencia base de transferencia de energías" (Esta frecuencia depende de la tensión de salida que se desea obtener, en nuestro caso, emplearemos como criterio, un valor de tensión rms del 98% del voltaje de entrada al circuito, es decir una regulación del 2%), la cual nos indica que cualquier frecuencia inferior a esta ocasionaría un desperdicio de energía reactiva ya que el coeficiente de transformación sería inferior a 1 pero si por el contrario aumentamos la frecuencia, observamos que es requerida menos energía reactiva para transformar esta en los mismos 200 vatios.

A partir del concepto anterior podemos definir un factor de ganancia en la transformación dado por $\frac{Psalida}{Qentrada}$ o lo que es lo mismo $\frac{Cbase}{Caplicado}$

Seguidamente se presentan en la ***Gráfica 1*** y la ***Gráfica 2*** las curvas de f vs C y f vs Q respectivamente las cuales poseen la misma forma dado que existe una relación directa entre la C y la Q dada por:

$$Q = 2 * \pi * f * C * V^2$$

A manera de ejemplo para una Qsalida = 18.24 el factor seria $\frac{200}{18.24} = 10.96$ o lo que es lo mismo para una C de 4uF el factor sería $\frac{43.84}{4} = 10.96$ obteniéndose un valor igual en ambos casos equivalentes a una frecuencia de 45kHz

Si quisiéramos saber que frecuencia y que capacitancia se requiere para solo emplear 46 vars. Es decir, consumiendo solo el 23% de la reactiva con respecto a la trasformación 1:1: podemos efectuar el siguiente cálculo:

$$F = \left(\frac{Psalida}{Qentrada}\right) * Fbase = 21kHz$$

Análogamente

$$C = \frac{1}{\left(\frac{Psalida}{Qentrada}\right)} * Cbase = 10\mu F$$

Si quisiéramos conocer la variación de la frecuencia de conmutación con respecto a la carga (Potencia Activa) solo requeriríamos conocer las frecuencias base (Fbase), la Capacitancia base (Cbase) o la Potencia reactiva base (Qbase)

En la ***Tabla 2*** se presenta la relación entre las Frecuencias base, Capacitancia base para diversos valores de cargas (Potencia Activa Salida = Potencia Reactiva Entrada)

A partir de la cual se observa que para todos los casos la transformación 1:1 de potencia activa reactiva se da para una frecuencia base de 5000 Hz

En la ***Gráfica 3*** se presenta la relación existente entre la P (W) y la C(uF) observándose que esta es lineal y que la pendiente es obtenida de la relación $C = \frac{P}{2*\pi*f*V^2}$ , siendo V una constante en este caso.

Con base en lo anterior, si deseáramos alimentar una carga de 1000 Vatios a 110 Voltios y quisiésemos que el consumo de reactiva fuera de solo 50 Vars y no los 1000 vars de la conversión 1:1 realizada a la frecuencia base. Podríamos calcular el valor de la capacitancia así:

$$C = \frac{Q}{V^2*2*\pi*f} = \frac{50}{110^2*2*\pi*60} = 11\mu F$$

Adicionalmente la frecuencia de oscilación estaría dada por

$$F = \frac{1000}{50}*5000 = 100kHz$$

Análogamente se realizaron simulaciones para ver el efecto en la Frecuencia base cuando variamos la tensión de alimentación, observándose que con la misma frecuencia Base de 5KHz se logra una transformación 1:1.

En la ***Tabla 3*** se presenta el resumen de las simulaciones y en a ***Gráfica 4*** se muestra la relación existente entre el Voltaje y la Capacitancía la cual presenta un curva dada por la relación $C = \frac{P}{2*\pi*f*V^2}$ , siendo P = Q y constante en este caso.

En dicha gráfica se observa que a medida que aumenta el voltaje disminuye la capacitancia requerida detallándose una relación directa con el aumento en la resistencia equivalente para una transformación 1:1

Finalmente en el ***Circuito 7*** presentamos un diseño alternativo 1, y en el ***Circuito 8***: un diseño alternativo 2, lo que implica que existe una diversidad de variantes que pueden realizarse a la invención y por tanto parte de la protección que se solicita, es la protección del fundamento conceptual y teórico expresado en el documento.

Si quisiéramos optimizar los dos diseños anteriores disminuyendo el consumo de reactiva, estos se podrían realizar, alimentando dos cargas iguales y efectuando algunas pequeñas variaciones a los diseños tal como se muestran en el ***Circuito 9*** y en el ***Circuito 10***, los cuales hacen referencia a las alternativas 3 y 4 respectivamente

# 3 REIVINDICACIONES

1 - Circuito para transformar la energía reactiva (Puede ser capacitiva o inductiva) en energía activa y/o para optimizar el consumo de energía, se caracteriza por intercambiar tal energía empleando la alta frecuencia de conmutación de los elementos reactivos y la carga (Esta ultima puede ser resistiva o cualquier tipo de impedancia), de tal forma que la fuente nunca observe la carga sino a los elementos reactivos (inductores o capacitares).
El circuito se puede construir de múltiples maneras tal como lo presentamos para el caso capacitivo, (Cinco formas diferentes), pero, el principio de funcionamiento en su fundamento es el mismo y lo que se protege con la solicitud es el diseño conceptual, el cual es explicado en la descripción de la invención y sus extrapolaciones para el caso inductivo o mixto.

2 - El dispositivo según la reivindicación 1 se caracteriza por poderse construir para diferentes topes de consumo de energía: 200W, 300W, 1000W, 2000W y así sucesivamente de acuerdo con las necesidades de la carga, lo anterior para cargas resistivas, pero el circuito funciona para cualquier tipo de impedancia y en este caso se hablaría de topes de potencia en Voltiamperios (Potencia Aparente).

El diseño permite calcular los componentes de acuerdo a la frecuencia de transformación de energía requerida, las capacitancias o inductancias en general a los Vars que se desean sean consumidas.

3 – El circuito según las reivindicación 1 y 2 se caracteriza por poderse construir para diversos niveles de tensión de consumo, 110V, 220V, 440V 13.2kV, 110kV, es decir cualquier nivel de voltaje ya sea baja, media, alta o extra alta tensión. En esos casos se debe seleccionar adecuadamente el dispositivo de conmutación tal como se explica en la descripción

4 – El circuito según las reivindicación 1, 2 y 3 es caracterizado por poderse construir tanto para sistemas monofásicos, bifásicos, trifásicos en general cualquier sistema polifásico

5 - El circuito según las reivindicación 1, 2, 3 y 4 se caracteriza porque se puede construir para cualquier frecuencia industrial de la red, ya sea de 50Hz, 60Hz o cualquier otra frecuencia del sistema.

6 - El circuito según la reivindicación 1 se caracteriza por permitir convertir en energía "útil" la energía reactiva que generan las líneas de transmisión, la que fluye a través de los transformadores de potencia, la compensada a través de cualquier equipo de compensación a saber: reactancias, capacitancias, SVC entre otros

7 - El circuito se caracteriza porque puede emplearse para convertir en energía útil los armónicos de una red, los cuales actualmente son filtrados por equipos reactivos y tal energía no es empleada para producir trabajo.

Existen varias maneras de realizar lo anterior, por lo cual presentaremos algunas de ellas.

- ✓ El filtro armónico o parte de este (Parte reactiva), es el que se conmuta y a la salida del "transformador de energía reactiva en

activa" es decir, en la carga, rectificamos la forma de onda y la convertimos en DC, posteriormente empleando el circuito de un inversor la convertimos en alterna a 60Hz o la frecuencia de consumo de la red.

- ✓ El filtro armónico o parte de este, es el que se conmuta y a la salida del "transformador de energía reactiva en activa" conectamos un motor a la frecuencia armónica y esta sería la motriz de un generador, también se podría obtener de tal circuito la DC para alimentar la excitación del generador el cual inyectaría nuevamente tal potencia a la frecuencia industrial de la red

8 - El circuito se caracteriza porque se puede utilizar para economizar el consumo de energía en un sistema DC ya sea, pasándola a través de inversores y tal fuente alterna consumirla pero solo en forma de reactivos que se transforman en Energía útil.

Tal uso podría emplearse en uso domiciliario, automóviles eléctricos, en fin en cualquier sistema que requiera consumo de energía eléctrica.

9 - El circuito se caracteriza porque se puede utilizar para economizar el consumo de energía en un sistema DC realizando la conmutación a alta frecuencia para transferir la energía de condensadores o inductores a la carga, en este caso no se hablaría de energía reactiva debido a que en DC no habría desfase entre la tensión y la corriente pero se podría hablar de uso eficiente de la energía.

10 - El circuito se caracteriza porque se puede emplear para disminuir el consumo de energía, conmutando a alta frecuencia un condensador en paralelo a la carga de tal forma que la fuente ve por un instante la carga y a su vez energiza el condensador, posteriormente se desconecta el circuito de la fuente (A alta frecuencia) y la energía almacenada en el condensador se transfiere a la carga de tal forma que esta en ningún momento queda desatendida, tal circuito tendría un inconveniente y sería que la fuente observaría huecos en la onda de corriente, es decir cuando esta conectada solo inyecta corriente, lo cual produciría armónicos en la red.
Para solucionar este inconveniente se pondría en paralelo otro circuito exactamente igual para alimentar otra carga del mismo valor pero conmutando complementariamente a la inicial, con ello se desaparecerían los armónicos de corriente que se inyectan a la red.

## 4 LISTADO DE TABLAS

**Tabla 1**

| Frecuencia (kHz) | Capacitancia (uF) | Q (Vars) |
|---|---|---|
| 5 | 43,84 | 200 |
| 7 | 28 | 128 |
| 10 | 15 | 68 |
| 20 | 10 | 46 |
| 45 | 4 | 18 |

**Tabla 2**

| Frecuencia (kHz) | Capacitancia (uF) | P Watts | R |
|---|---|---|---|
| 5 | 43,84 | 200 | 60,50 |
| 5 | 109,61 | 500 | 24,20 |
| 5 | 175,38 | 800 | 15,13 |
| 5 | 219,22 | 1000 | 12,10 |
| 5 | 263,07 | 1200 | 10,08 |

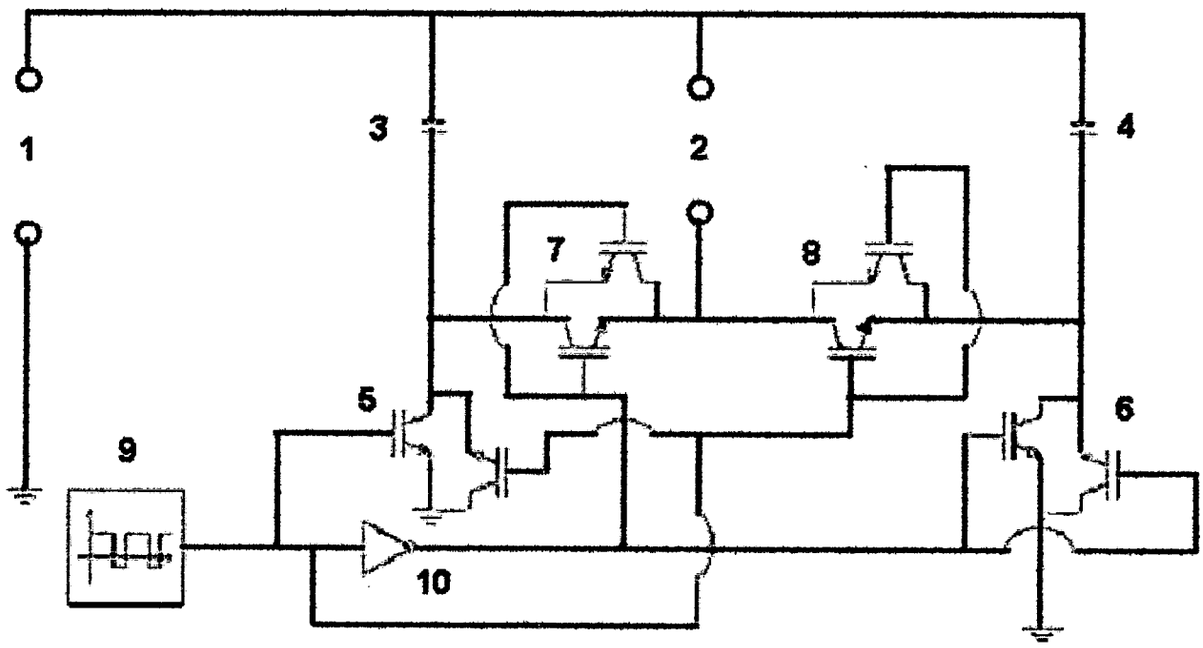
**Tabla 3**

| Voltaje (V) | Frecuencia (kHz) | Capacitancia (uF) | P Watts | R |
|---|---|---|---|---|
| 110 | 5 | 43,84 | 200 | 60,50 |
| 220 | 5 | 10,96 | 200 | 242,00 |
| 440 | 5 | 2,74 | 200 | 968,00 |
| 1000 | 5 | 0,53 | 200 | 5000,00 |

# 5 *LISTADO DE FIGURAS*

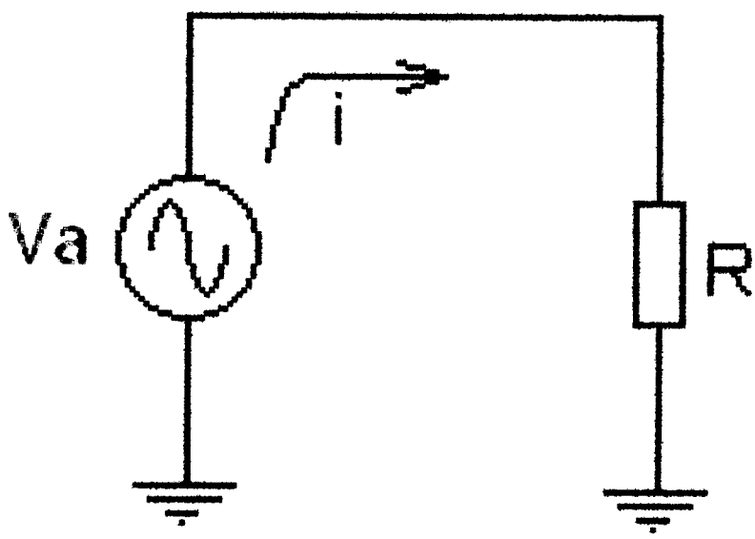
## 5.1.1 TRANSFORMADOR DE ENERGÍA REACTIVA EN ENERGÍA ACTIVA

**Figura: Diseño Circuito**

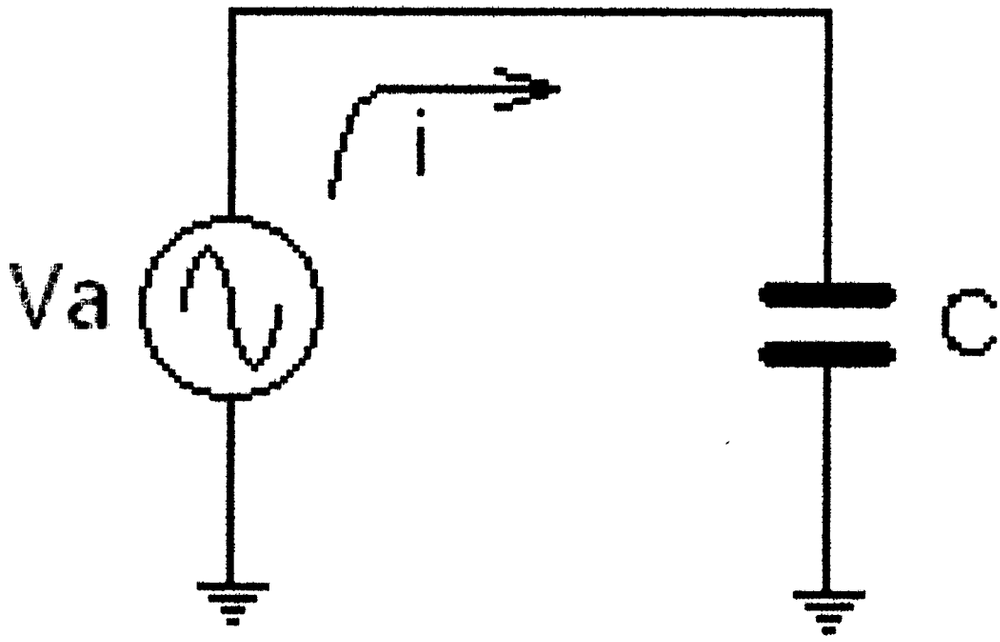



## 5.1.2 LISTADO DE CIRCUITOS

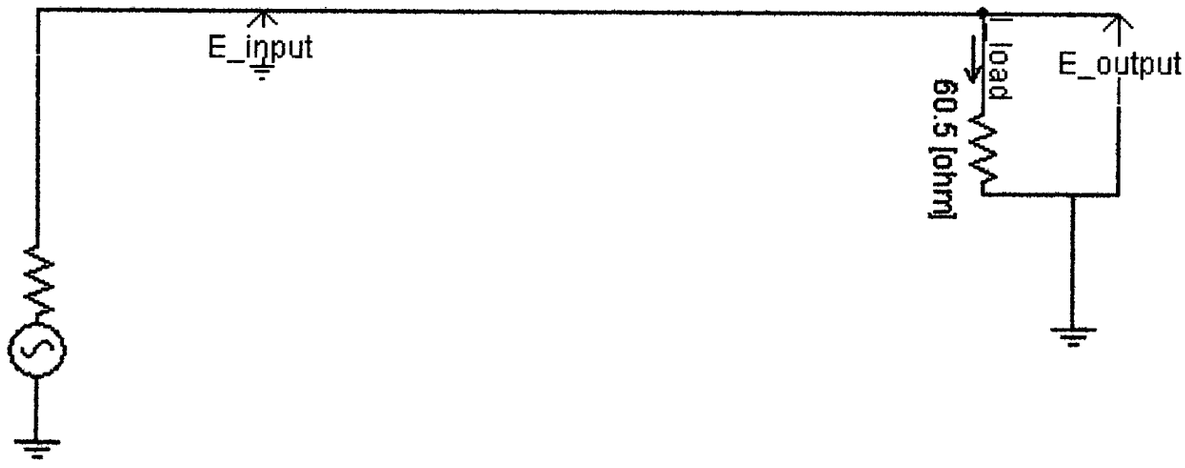
**Circuito 1: Circuito Resistivo**



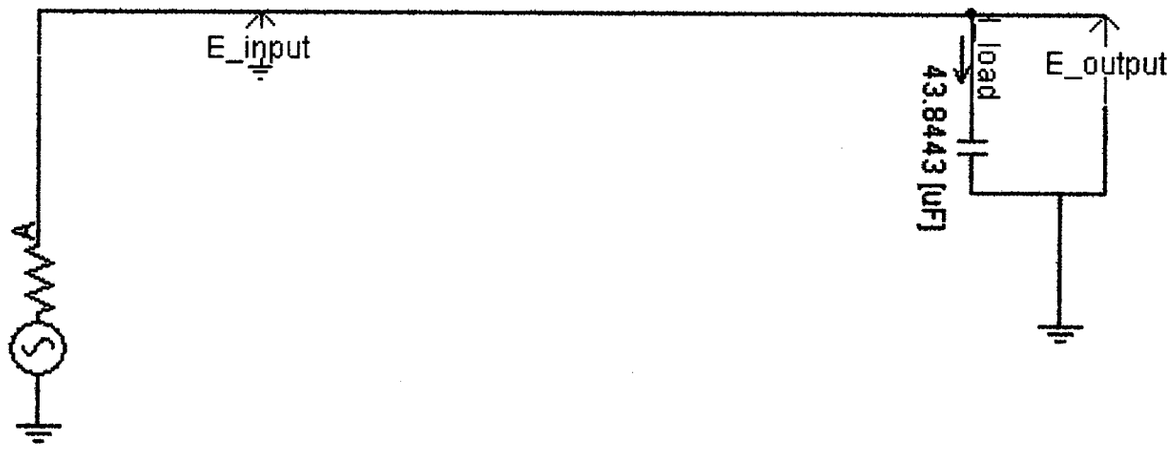
**Circuito 2: Circuito Capacitivo**



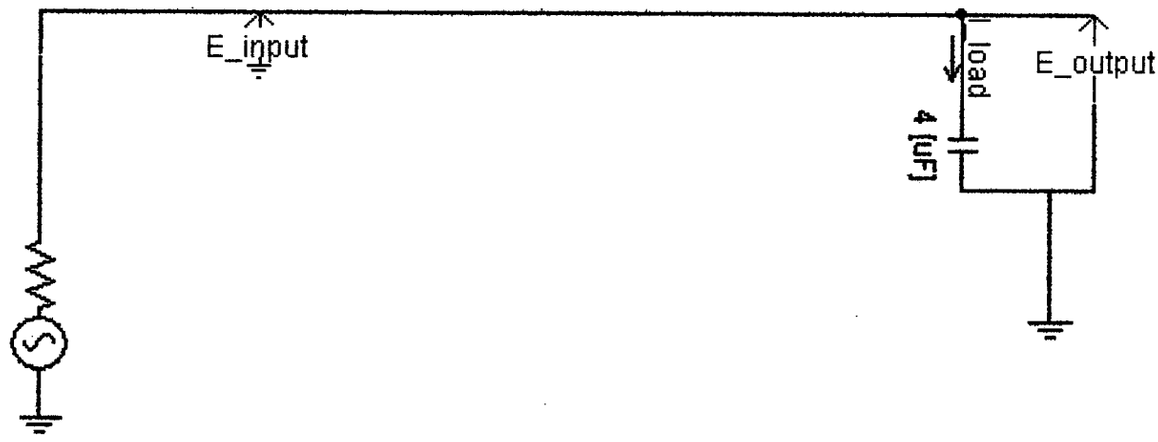

**Circuito 3: Circuito Resistivo R = 60.5 Ohms**



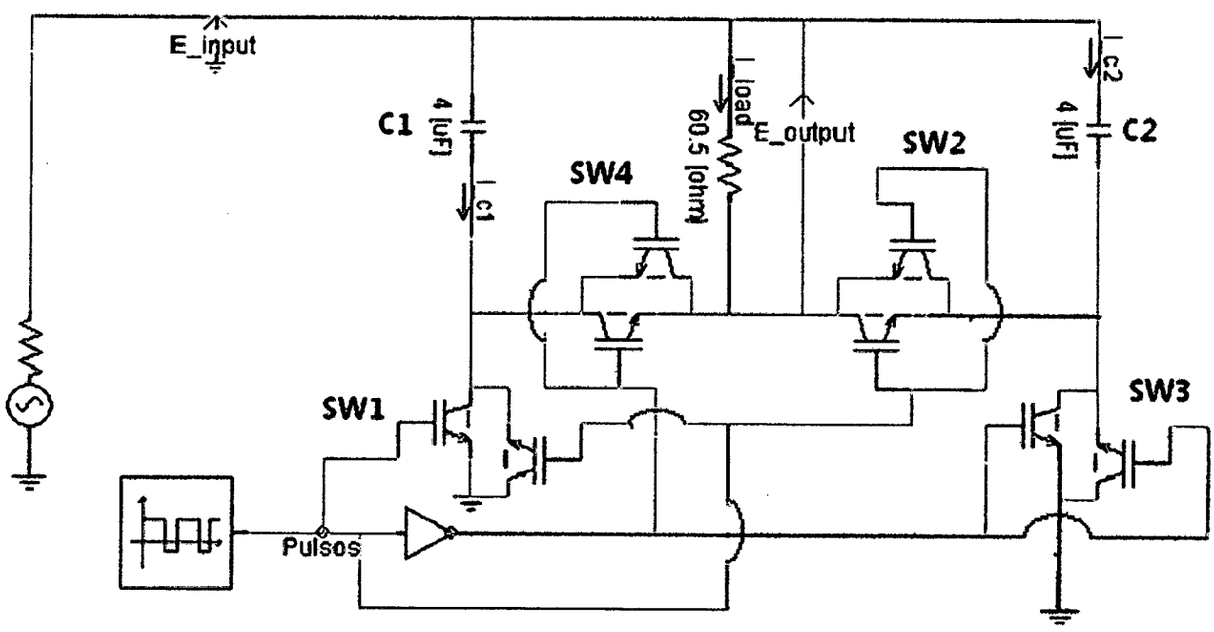
**Circuito 4: Circuito Capacitivo C = 43.84 uF**



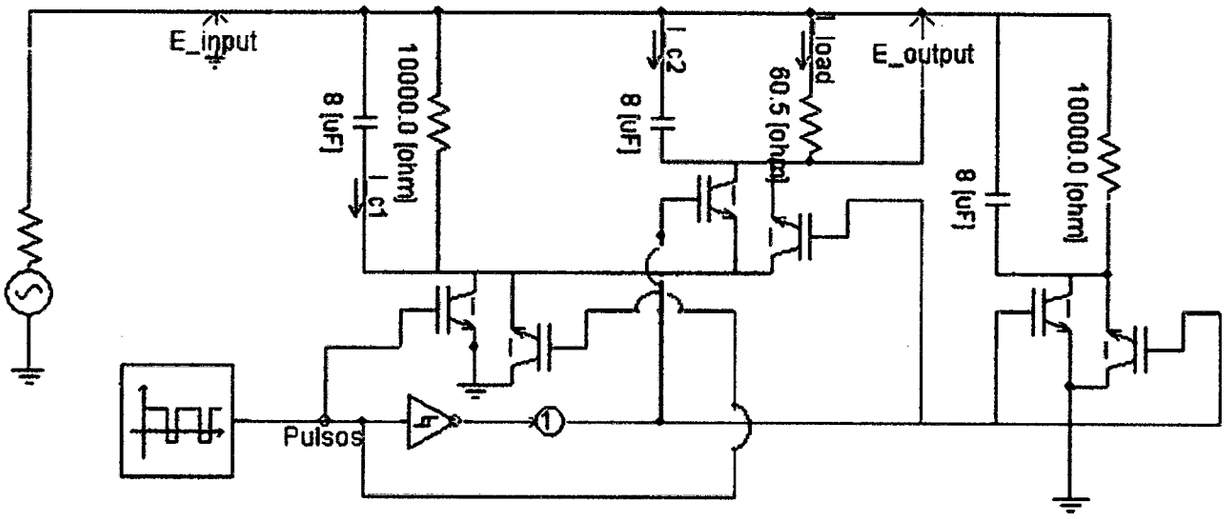

**Circuito 5: Circuito Capacitivo C = 4 uF**



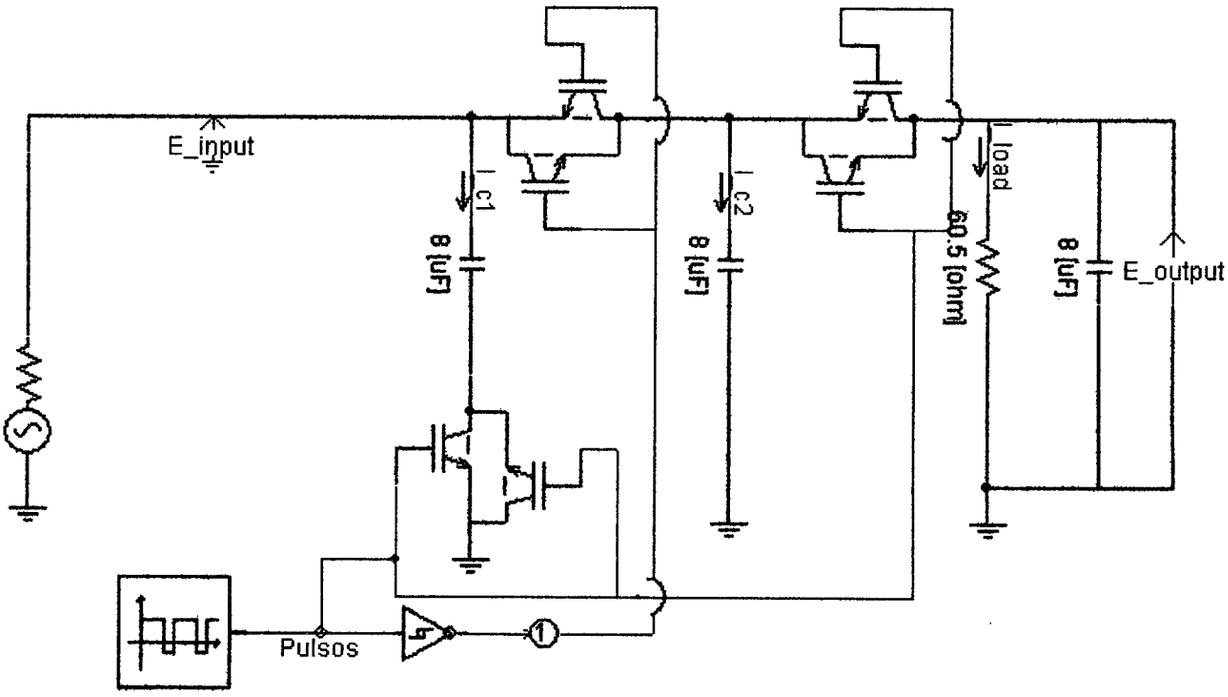

**Circuito 6: Transformador de Energía Reactiva en Energía Activa**



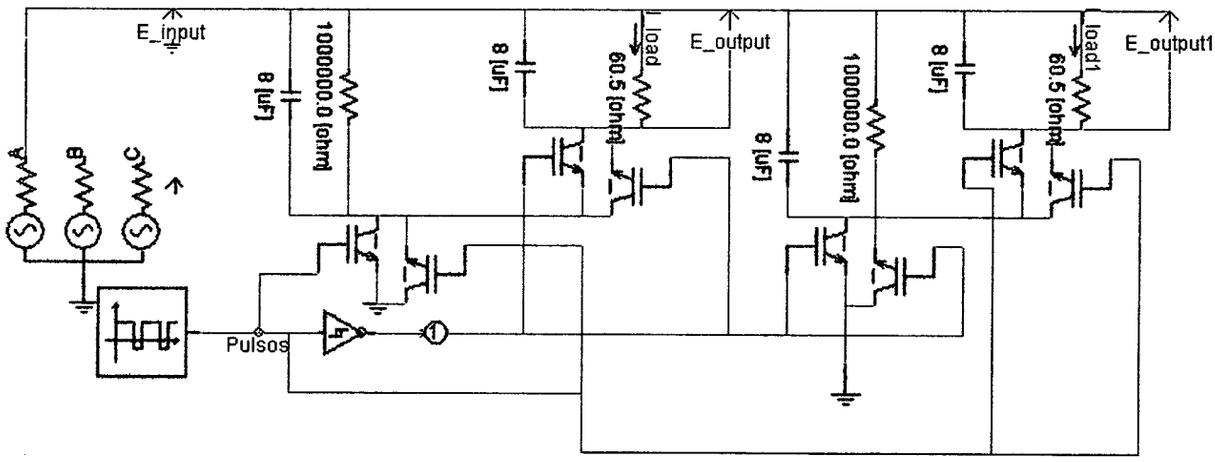
## Circuito 7: Transformador de Energía Reactiva en Energía Activa (Alternativo 1)



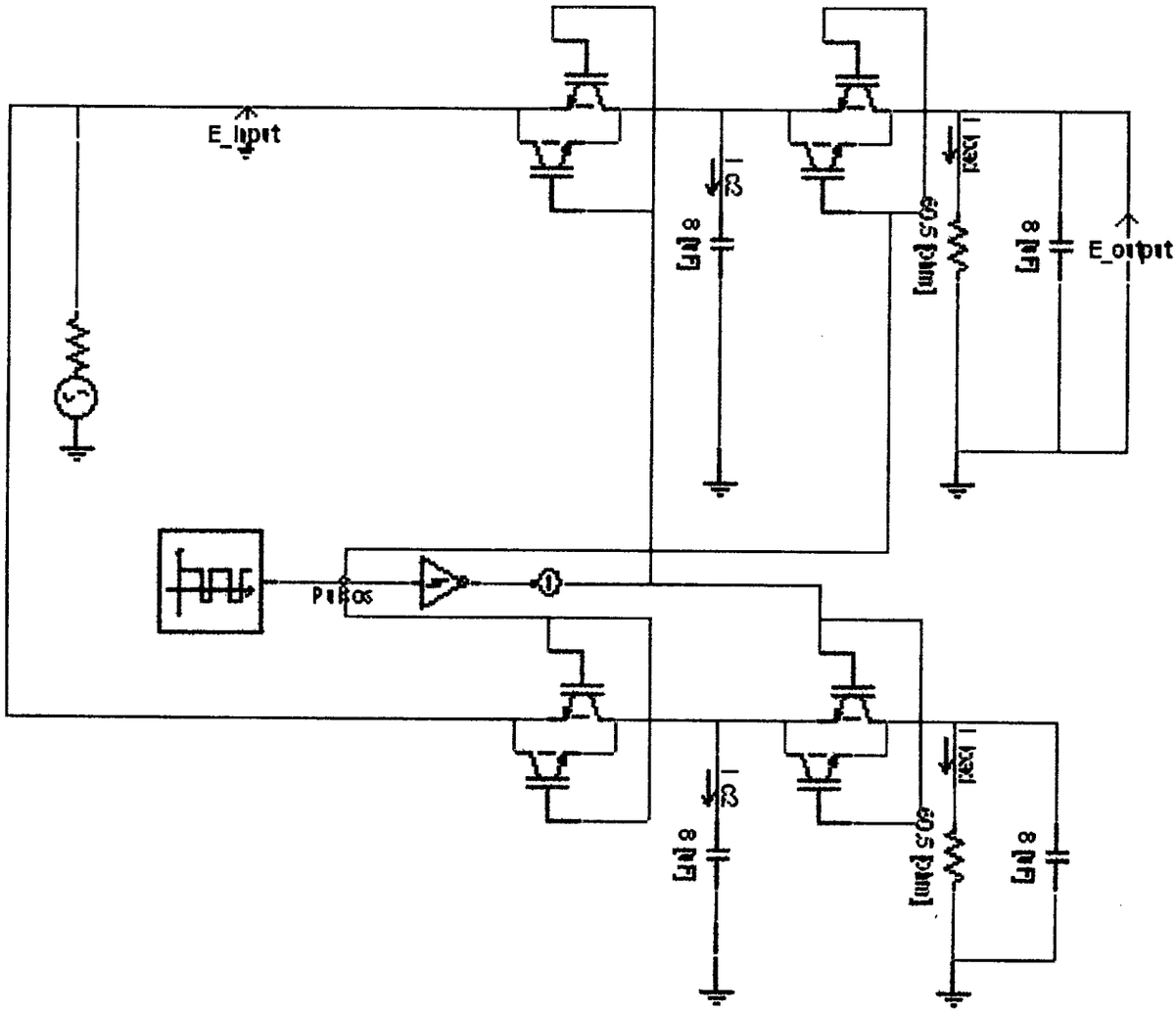

## Circuito 8: Transformador de Energía Reactiva en Energía Activa (Alternativo 2)



## Circuito 9: Transformador de Energía Reactiva en Energía Activa (Alternativo 3)

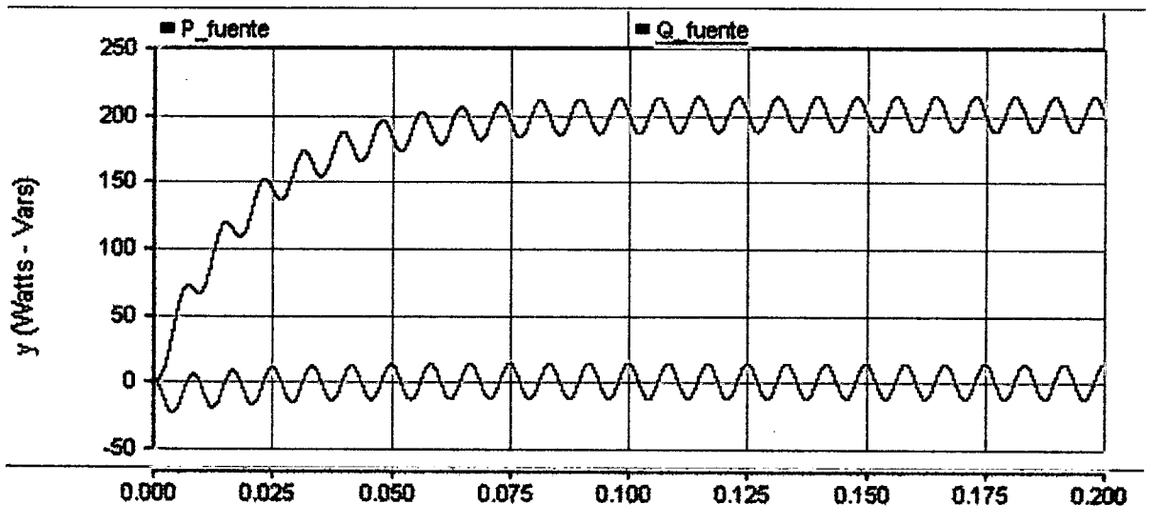



## Circuito 10: Transformador de Energía Reactiva en Energía Activa (Alternativo 4)

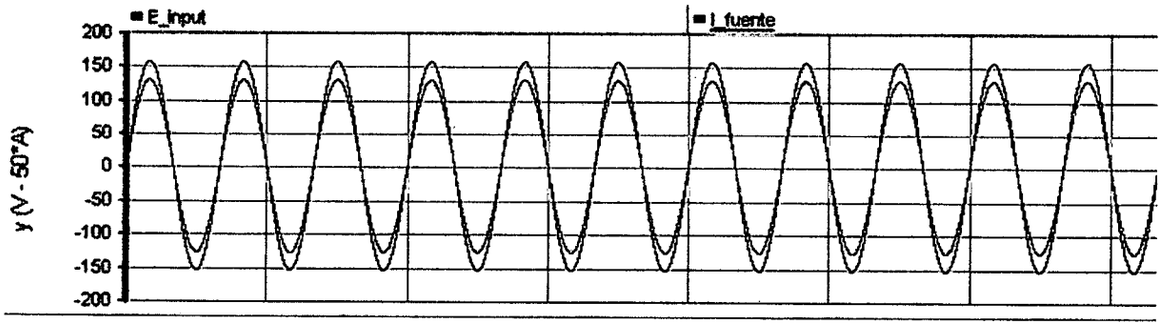


## 5.1.3 LISTADO DE SIMULACIONES

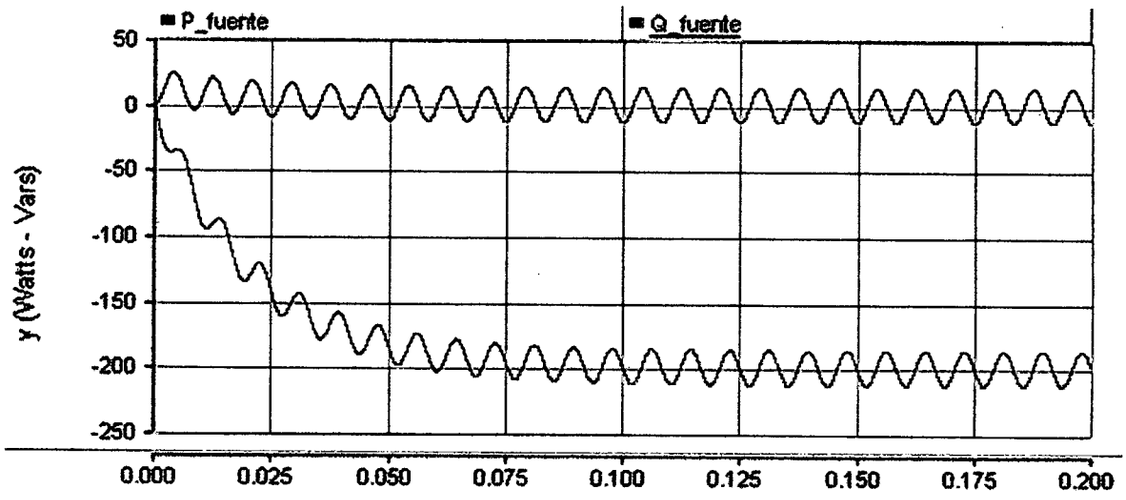
**Simulación 1: Circuito Resistivo R = 60.5 Ohms (Potencia Activa y Reactiva inyectadas por la fuente)**



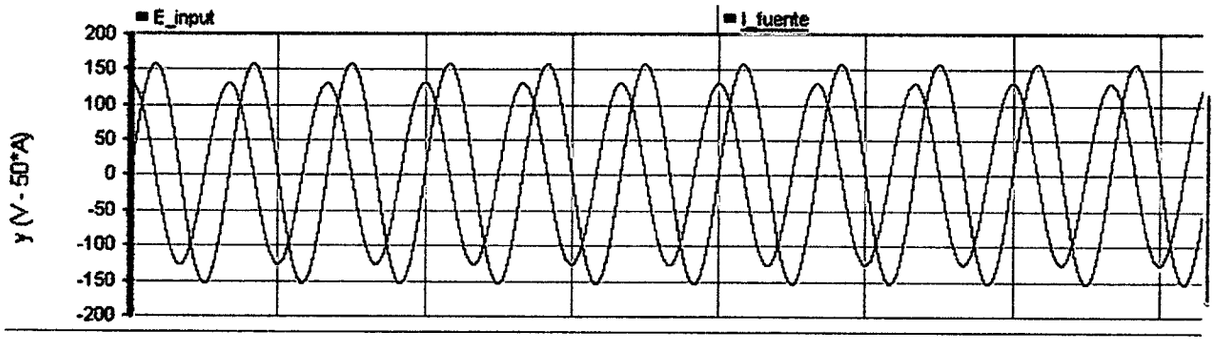

**Simulación 2: Circuito Resistivo R = 60.5 Ohms (Tensión y Corriente)**



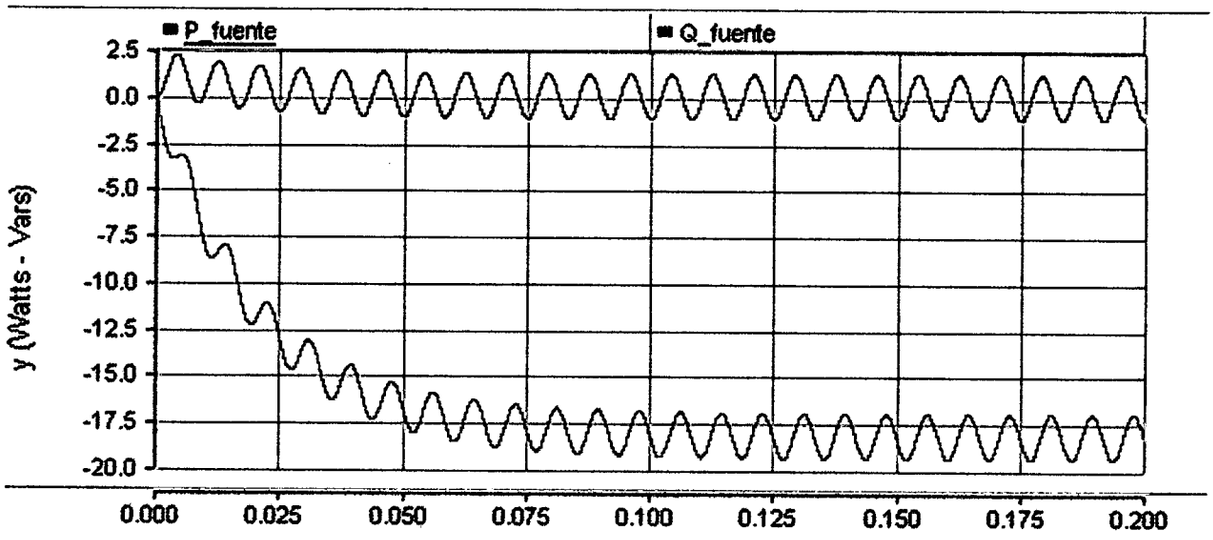

**Simulación 3: Circuito Capacitivo C = 43.84 uF (Potencia Activa y Reactiva inyectadas por la fuente)**



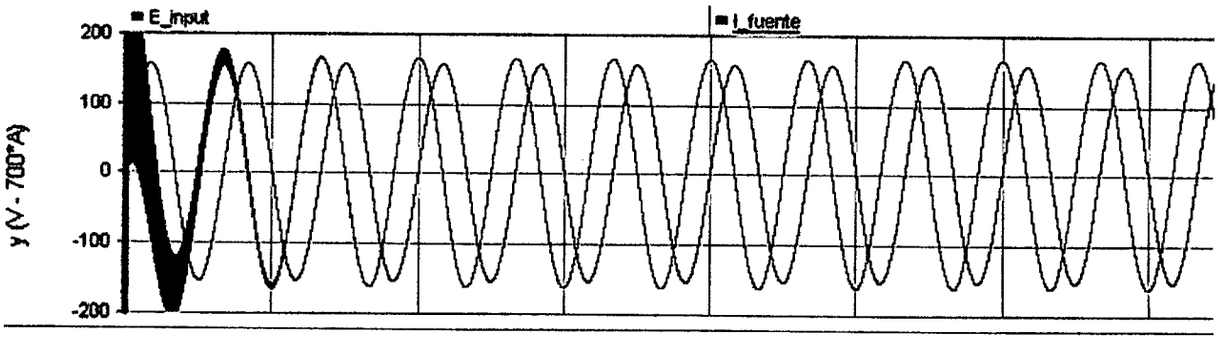
## Simulación 4: Circuito Capacitivo C = 43.84 uF (Tensión y Corriente)



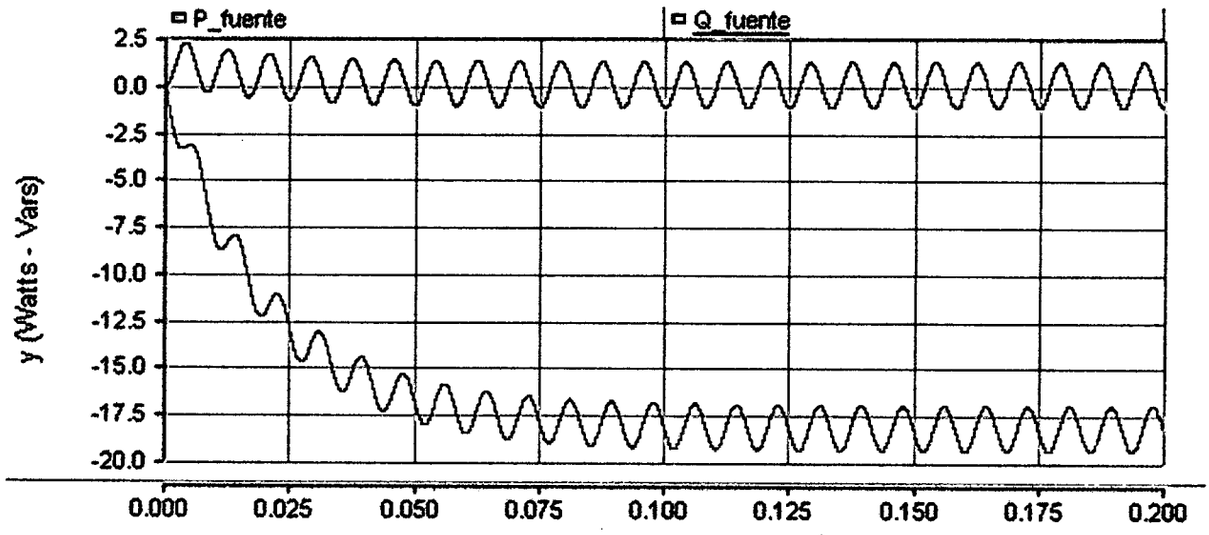

## Simulación 5: Circuito Capacitivo C = 4 uF (Potencia Activa y Reactiva inyectadas por la fuente)



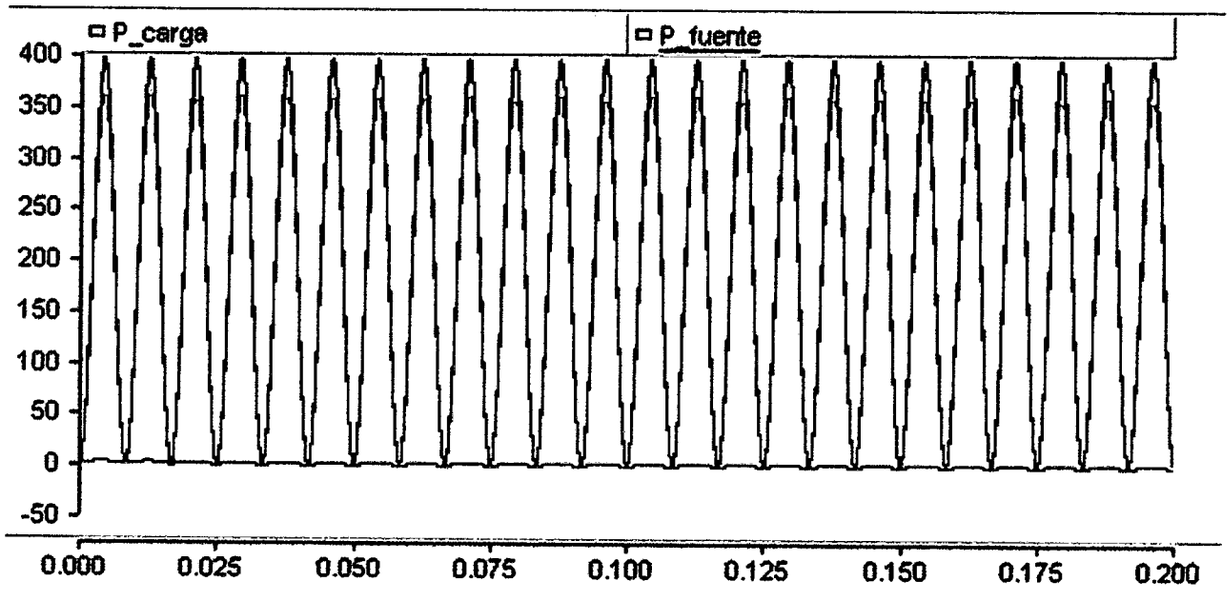

## Simulación 6: Circuito Capacitivo C = 4 uF (Tensión y Corriente)



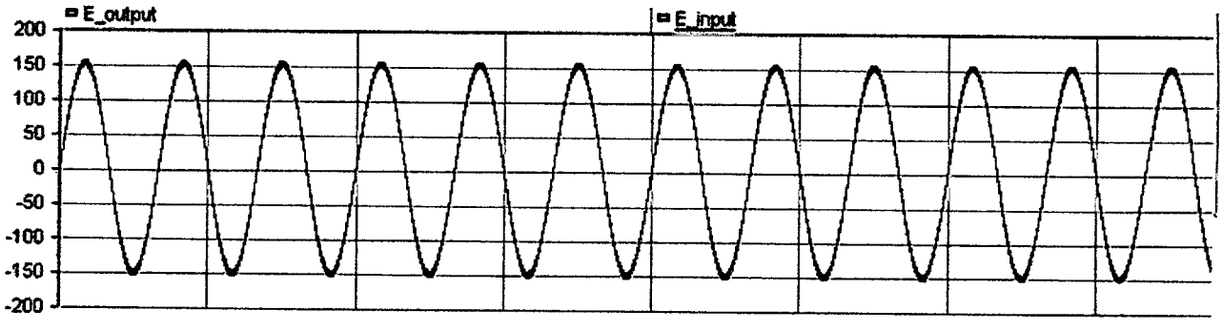
**Simulación 7: Transformador de Energía Reactiva en Energía Activa (Potencia Activa y Reactiva inyectadas por la fuente)**



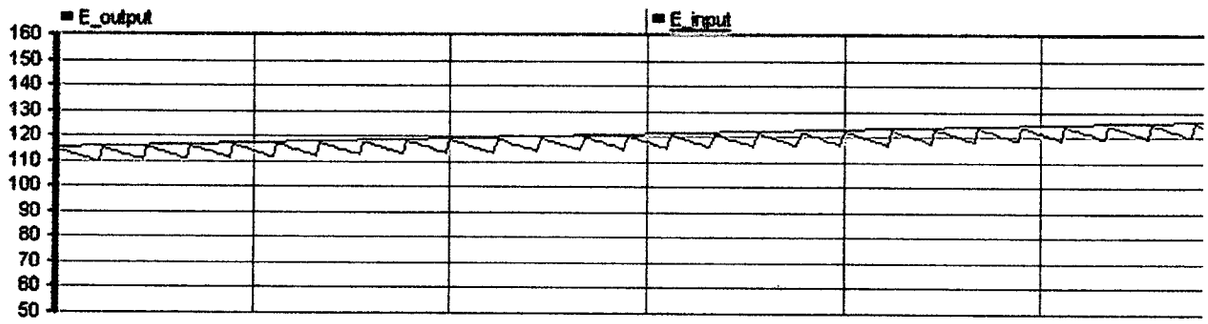

**Simulación 8: Transformador de Energía Reactiva en Energía Activa (Potencia Activa y Reactiva de la carga y Potencia Activa en la Fuente)**



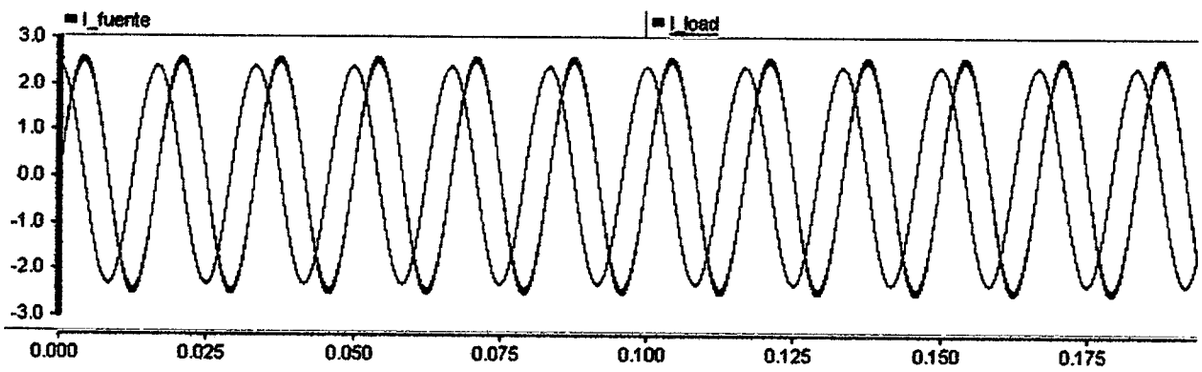

**Simulación 9: Transformador de Energía Reactiva en Energía Activa (Tensión de Entrada y Tensión de Salida)**



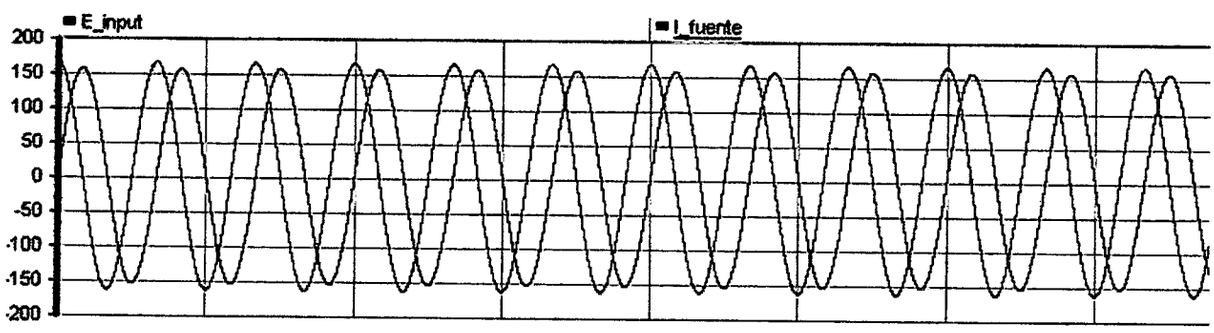
## Simulación 10: Transformador de Energía Reactiva en Energía Activa (Acercamiento de la Tensión de Entrada y Tensión de Salida)




## Simulación 11: Transformador de Energía Reactiva en Energía Activa (Corriente de la fuente y Corriente de la Carga)

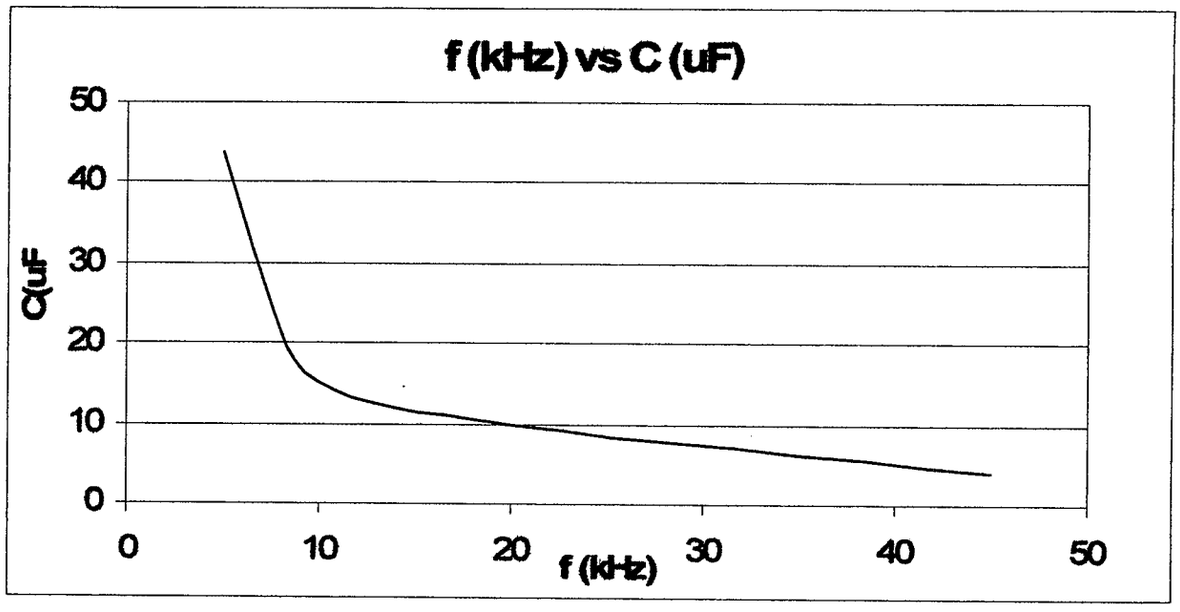



## Simulación 12: Transformador de Energía Reactiva en Energía Activa (Tensión y Corriente en la fuente)

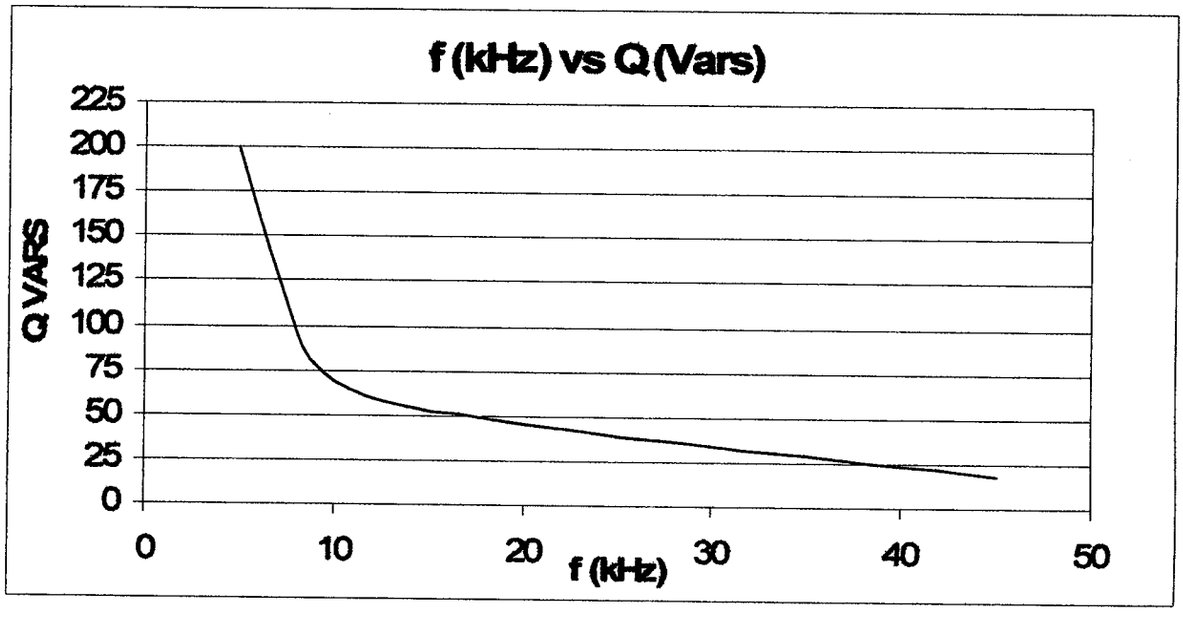


## 5.1.4 LISTADO DE GRAFICAS

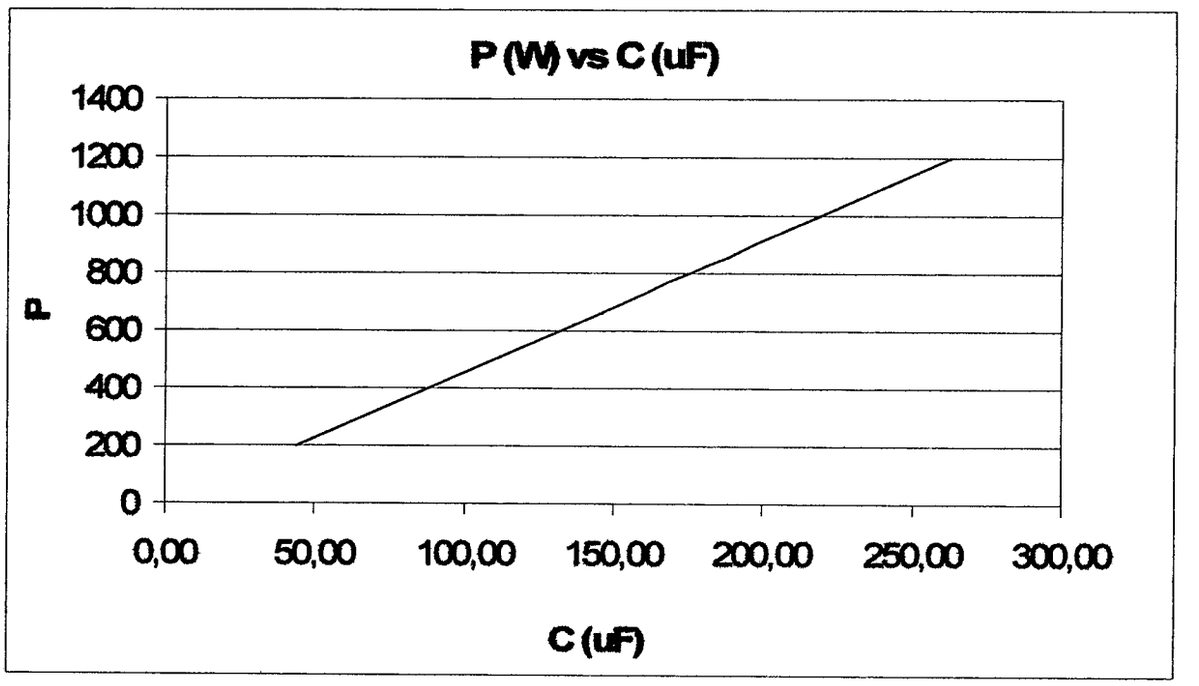
**Gráfica 1: f vs C**



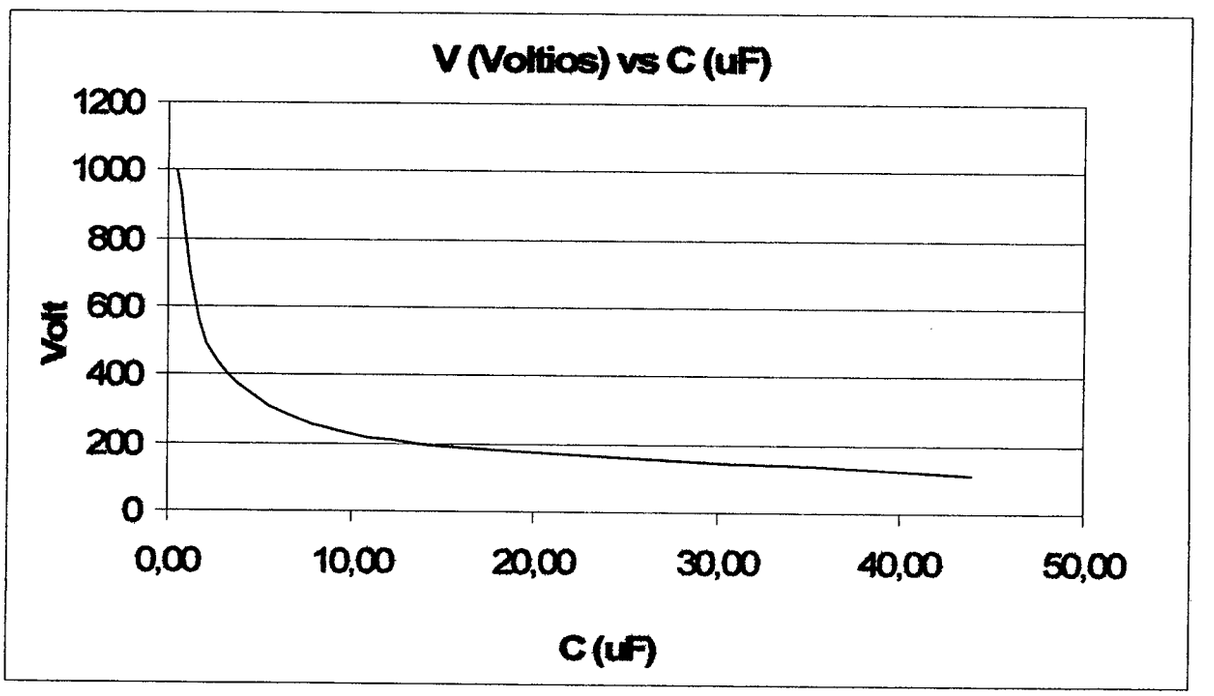

**Gráfica 2: f vs Q**



Gráfica 3: P vs C




Gráfica 4: V vs C



Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

Folio 0

2020
Bogotá D.C.,

Doctor(a)
URREA RAMIREZ JAIRO MAURICIO

| | | |
|---|---|---|
| REFERENCIA | Radicación No. | 09 218346 |
| | Trámite | 2 |
| | Evento | 1 |
| | Actuación | 416 |
| | Oficio No. | 9521 |
| | Folios | 1 |

Teniendo en cuenta que la solicitud de privilegio de patente que se tramita bajo el expediente indicado en la referencia, reúne los requisitos de forma establecidos en los artículos 26 y 27 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, y en las demás disposiciones vigentes sobre la materia, se envía el extracto de la solicitud a la Oficina de Comunicaciones para efecto de su publicación en la Gaceta de Propiedad Industrial, conforme lo establece el artículo 40 de la misma Decisión.

Siendo manifestación expresa del interesado de efectuar la publicación "inmediato", está se realizará en la próxima gaceta de Propiedad Industrial.

Cúmplase
Dado en Bogotá DC, 03 DIC. 2009

ALIX CARMENZA CESPEDES DE VERGEL
Directora de Nuevas Creaciones (c)

adpa11



Sede Centro: Carrera 13 No. 27-00 pisos 2, 5, 7 y 10 PBX: 5870000
Sede CAN: Av. Carrera 50 No. 26 - 55 int.2. Tel 5880070
Call Center 6513240. Línea 01800-910165
Web: www.sic.gov.co e-mail: info@sic.gov.co
Bogotá D.C. Colombia