(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
Oficina internacional

(43) Fecha de publicación internacional
20 de Abril de 2006 (20.04.2006)

PCT

(10) Número de Publicación Internacional
WO 2006/041276 A2

(51) Clasificación Internacional de Patentes: Sin clasificar

(21) Número de la solicitud internacional:
PCT/MX2005/000088

(22) Fecha de presentación internacional:
30 de Septiembre de 2005 (30.09.2005)

(25) Idioma de presentación: español

(26) Idioma de publicación: español

(30) Datos relativos a la prioridad:
PA/a/2004/010077
12 de Octubre de 2004 (12.10.2004) MX

(71) Solicitante *(para todos los Estados designados salvo US)*: **IUSA S.A. DE C.V.** [MX/MX]; KM 109, Carretera Panamericana, México-Querétano, CEP-50700 Pasteje, Jocotitlan (MX).

(72) Inventor; e

(75) Inventor/Solicitante *(para US solamente)*: **NERI-BADILLO, Eduardo Agustín** [MX/MX]; KM 109, Carretera Panamericana, México-Querétano, CEP-50700 Pasteje, Jocotitlan (MX).

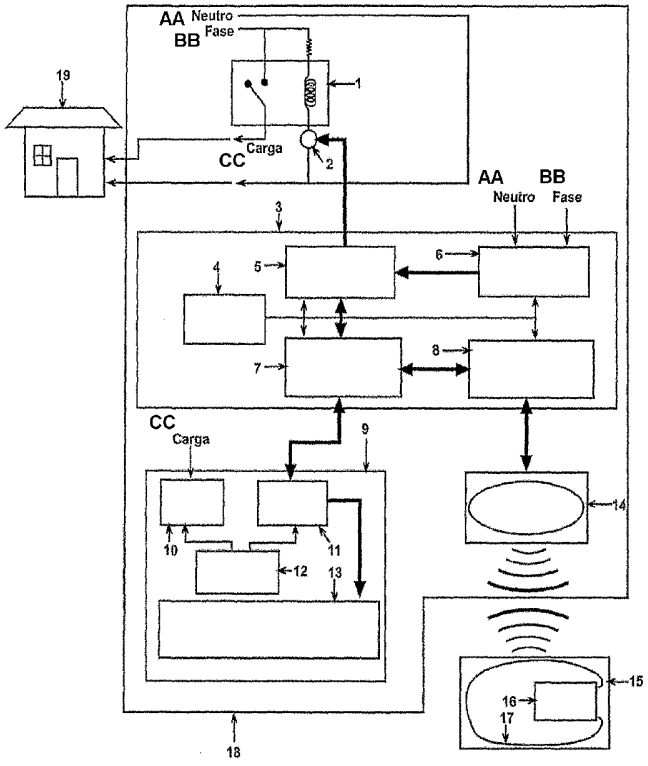
(74) Mandatario: **GUTIERREZ-MARTINEZ, Sergio Eduardo**; Río Tiber 87, Piso 3, Col. Cuáuhtemoc, CEP-06500 México, D.F. (MX).

(81) Estados designados *(a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID,

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: PREPAYMENT SYSTEM FOR ELECTRIC POWER METERS USING A CONTACTLESS SMART CARD WITH AN AUTOMATIC SUPPLY CUT-OFF DEVICE

(54) Título: SISTEMA DE PREPAGO PARA MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR TARJETA INTELIGENTE SIN CONTACTO CON DISPOSITIVO AUTOMÁTICO DE CORTE DE SUMINISTRO



AA UNCHARGED
BB PHASE
CC CHARGE

(57) Abstract: The invention relates to the use of a meter comprising only one piece which is completely covered and which does not come into contact with the exterior, including a prepayment system and a more efficient method of controlling the supply of electric power and obtaining relevant information from the meter using contactless smart cards.

(57) Resumen: La presente invención se refiere al uso de un medidor completamente integrado de una s ola pieza, cubierto totalmente y s in contacto con el exterior, que incorpora un sistema de prepago y un método más eficiente para controlar el suministro de energía eléctrica y obtener información relevante del medidor mediante tarjetas inteligentes sin contacto.

WO 2006/041276 A2

IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Estados designados *(a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europea (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Declaración según la Regla 4.17:

— *sobre el derecho del solicitante para solicitar y que le sea concedida una patente (Regla 4.17(ii))*

Publicada:

— *sin informe de búsqueda internacional, será publicada nuevamente cuando se reciba dicho informe*

Para códigos de dos letras y otras abreviaturas, véase la sección "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" que aparece al principio de cada número regular de la Gaceta del PCT.

SISTEMA DE PREPAGO PARA MEDIDORES DE ENERGIA ELECTRICA POR TARJETA INTELIGENTE SIN CONTACTO CON DISPOSITIVO AUTOMATICO DE CORTE DE SUMINISTRO

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un sistema de prepago para medidores de energía eléctrica, y más particularmente a un sistema y método más eficiente para controlar el suministro de energía eléctrica y obtener información relevante del medidor mediante el uso de tarjetas inteligentes sin contacto.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Las compañías suministradoras de energía eléctrica han realizado tradicionalmente la lectura y elaboración de facturas para cobrar los servicios de suministro después de que han sido utilizados estos servicios por el cliente consumidor. Recientemente, se han propuesto en el estado de la técnica sistemas de prepago para el suministro de servicios públicos por ejemplo luz, agua o gas, como una forma de superar algunos de los inconvenientes de los sistemas de cobranza tradicionales.

Una clase de sistemas de prepago fue diseñada de tal forma que la compra del suministro de electricidad (agua o gas) se hace directamente en una estación central y la información con respecto de la cantidad comprada luego es comunicada al sitio del cliente donde se consume el suministro. En el sitio (local, establecimiento, hogar, etc.) del cliente se instala un dispositivo de medición que recibe la información de la comunicación del prepago y acredita la cantidad comprada en la estación central. Típicamente, el dispositivo de medición de electricidad se

instala en el exterior del negocio u hogar y una terminal que lee la información de prepago se coloca con el medidor o se conecta por medio de un cable o vía los cables de suministro eléctrico al medidor, el cual en cambio se localiza en el interior. Una desventaja con esta clase de sistemas de prepago es que son difíciles de instalar y caros. Otro problema con este sistema típico de prepago es que no proporciona ninguna comunicación de regreso acerca de la información del consumo, como se utiliza el crédito, donde o que medidor está utilizando el crédito, e información sobre ilícitos y manipulación del medidor.

Otra clase de sistemas de prepago conocido también se basa en la compra del suministro de electricidad directamente en una estación central o estaciones previamente determinadas, siendo la información de la cantidad de suministro comprada almacenada en una tarjeta magnética o en tarjetas inteligentes de contacto. Este sistema de prepago particular requiere el uso de un medidor electrónico que comprende un dispositivo lector de la tarjeta o llave magnética y una serie de dispositivos de control adicionales para controlar el suministro de la energía eléctrica.

Ejemplos del tipo de sistema de prepago anteriormente mencionado se divulgan en la patente de los Estados Unidos de América No. 4,240,030 titulada "Intelligent Electric Utility meter" concedida a Jess R. Baterman y colaboradores el 16 de diciembre de 1960, la cual describe un medidor inteligente que usa una tarjeta magnética insertable para regular el suministro de energía. La patente de los Estados Unidos de América No. 4,629,874 titulada "Prepayment metering system" concedida el 16 de diciembre de 1980, describe un sistema que emplea una tarjeta inteligente y elementos adicionales para determinar el crédito para regular el suministro de energía. La patente de los Estados Unidos de América No. 4,731,575 "Prepayment metering system using encoded purchase cards" concedida el 15 de marzo de 1988 a Joseph W. Sloan, divulga un sistema que utiliza tarjetas de cinta magnética codificada para

transferir la información de compra desde la oficina de cobranza hasta el consumidor. La patente de los Estados Unidos de América No. 4,795,892 "Pre-paid commodity system" concedida el 3 de enero de 1989, cedida a CIC Systems, Inc., consiste en un sistema que emplea un prepago activado por tarjeta para la venta del suministro de electricidad, agua, gas, etc. La patente de los Estados Unidos de América No. 4,803,632 titulada "Intelligent utility meter system" concedida a Utility Systems Corp., el 7 de febrero de 1989, describe un medidor tipo procesador de datos externo que tiene una pantalla que utiliza un equipo lector para acceder y recuperar información, y un dispositivo lector de pago por tarjeta incluido en la pantalla localizado en el interior del inmueble. La patente de los Estados Unidos de América No. 4,908,769 titulada "Commodity metering systems" concedida a Schlumberger Electronics (UK) Ltd., el 13 de marzo de 1990, divulga un sistema de medición por prepago que comprende una llave electrónica y un receptáculo para recibir la llave electrónica. La patente de los Estados Unidos de América No. 5,146,047 titulada "Prepayment metering system using encoded purchase cards from múltiple locations" concedida a CIC Systems, Inc., el 8 de septiembre de 1992, se relaciona con un sistema de prepago para suministrar servicios públicos utilizando tarjetas de cinta magnética. La patente de los Estados Unidos de América No. 5,668,538 titulada "Modular electricity meter arrangement having remotely controllable switch" concedida a Siemens Measurements Ltd., el 16 de septiembre de 1997, describe una disposición de medidor que comprende un módulo de prepago que tiene aberturas para insertar tarjetas inteligentes, tarjetas de memoria, etc. La patente de los Estados Unidos de América No. 6,529,883 titulada "Prepayment energy metering system with two-way smart card communications" concedida a David M. Yee y colaboradores el 4 de marzo de 2003, describe un sistema de prepago de medición de energía que emplea una tarjeta inteligente para proporcionar la comunicación de datos de dos vías para el envío de información del cliente al proveedor del servicio.

Sin embargo, una desventaja con este tipo de medidores de prepago con lector de tarjeta magnética o tarjeta inteligente de contacto radica en que el lector al estar expuesto para recibir las tarjetas de prepago se hace vulnerable a daños (intencionales o no intencionales) por parte del usuario o en ambientes salinos y de alta humedad relativa. Otro problema surge cuando el lector de tarjetas está conectado por medio de un cable al medidor, ya que dicho cable también es susceptible a sufrir daños. Asimismo, cuando el lector está incorporado al medidor, el medidor tiene que someterse a cambios físicos importantes aumentando su volumen y haciéndolo vulnerable a daños por exponer parte del mismo al medio ambiente, independientemente de tornarlos incompatibles con conectores ya existentes en el mercado como los conectores tipo S o A.

Todavía otra clase de sistemas de prepago para controlar el suministro de energía eléctrica son aquellos que incorporan medios de corte de suministro cuando se ha agotado el crédito. Un ejemplo de dicho sistema se divulga en la patente de los Estados Unidos de América No. 5,959,549 titulada "Communal metering system" concedida a Andreas J. Synesiou y colaboradores, el 28 de septiembre de 1999, la cual describe un sistema de medición que suministra electricidad previamente pagada a una pluralidad de clientes, en donde el suministro y corte de energía se efectúa de manera remota. Una desventaja con esta clase de sistemas de prepago para control del suministro de energía eléctrica es que requieren de equipos para la transmisión y recepción de información (por ejemplo, MODEM) hacia y desde la central, además de ser caros. Otro problema con este sistema es que no proporciona ninguna información sobre ilícitos y manipulación del medidor.

Teniendo en cuenta los defectos de la técnica anterior, es un objeto de la presente invención proporcionar un sistema de prepago para controlar de manera eficiente el suministro de energía eléctrica en medidores electrónicos instalados en el inmueble del cliente.

Es otro objeto de la presente invención proporcionar un sistema de prepago de medición de energía que utilice un medidor herméticamente cerrado y una tarjeta inteligente sin contacto.

Todavía otro objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de prepago de medición de energía que incorpore un dispositivo automático de corte de suministro de energía.

Aún otro objeto de la presente invención es proveer un sistema de prepago de medición de energía que mediante el uso de tarjeta inteligente sin contacto proporcione al proveedor del suministro información del consumo, como se utiliza el crédito, donde o que medidor está utilizando el crédito, e información sobre ilícitos y manipulación del medidor.

Es un objeto más de la presente invención proporcionar un método de prepago para el suministro de energía eléctrica por medio de un sistema de tarjeta – lector sin contacto.

BREVE DESCRIPCION DE LA INVENCION

La presente invención se refiere al uso de un medidor completamente integrado de una sola pieza, cubierto totalmente y sin contacto con el exterior, que incorpora un sistema de prepago y un método más eficiente para controlar el suministro de energía eléctrica y obtener información relevante del medidor mediante tarjetas inteligentes sin contacto.

El sistema de prepago de la presente invención comprende una tarjeta de control de prepago sin contacto y corte de suministro de energía que se encarga de detectar y validar una tarjeta de prepago así como controlar el sistema de prepago y el suministro de energía al medidor. En una modalidad preferida, la tarjeta de control de prepago sin contacto y corte de suministro de energía incluye un elemento lector –

escritor de tarjetas inteligentes sin contacto, un microcontrolador, un detector de cruce por cero del voltaje CA de suministro, un controlador del elemento de corte de suministro y una fuente de alimentación de dicha tarjeta de control. El sistema de prepago de la presente invención no busca todo el tiempo a una tarjeta de prepago sin contacto, ya que desperdiciaría mucha energía para una operación que realiza sólo pocas veces, así que la búsqueda de la tarjeta de prepago sólo se da unos cuantos segundos cada minuto.

El método de prepago de energía eléctrica utilizando una tarjeta inteligente sin contacto y un medidor electrónico de energía eléctrica con lector – escritor interno de tarjetas inteligentes sin contacto, comprende los pasos de intercambiar información entre el medidor y la tarjeta inteligente sin contacto por medio de radiofrecuencia; autentificar la tarjeta inteligente de prepago y el lector – escritor interno de tarjetas inteligentes sin contacto, en forma mutua, por medio de dos o más firmas digitales y el número de serie del medidor; descargar y almacenar el crédito de la tarjeta inteligente de prepago en la memoria del medidor electrónico; y grabar la información generada sobre el estado del medidor en la tarjeta inteligente sin contacto de prepago.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

Los aspectos que se consideran característicos de la presente invención se establecerán con particularidad en las reivindicaciones anexas. Sin embargo, la invención misma, tanto por su organización como por su método de operación, conjuntamente con otros objetos y ventajas de la misma, se comprenderán mejor en la siguiente descripción de ciertas modalidades, cuando se lea en relación con los dibujos que se acompañan, en los cuales números de referencia similares identifican elementos idénticos, en donde:

La Figura 1 es un diagrama simplificado que ilustra el sistema de prepago de medición de energía de acuerdo con una modalidad preferida de la presente invención.

La Figura 2 es un diagrama funcional en bloques simplificado de un sistema de prepago incorporado en un medidor electrónico de acuerdo con una modalidad preferida de la presente invención.

Las Figuras 3 y 3A son diagramas de flujo útiles para explicar la operación del sistema de prepago de medición de energía de las Figuras 1 y 2.

DESCRIPCION DETALLADA DE LA INVENCION

El término "Tarjeta sin contacto" como se utiliza en la presente, se refiere al intercambio de una señal entre una tarjeta y un módulo lector - escritor sin el uso de elementos galvánicos (por ejemplo, la ausencia de un contacto ohmico del módulo lector-escritor hacia el circuito integrado insertado dentro de la tarjeta), donde la potencia que hace funcionar al circuito integrado insertado en la tarjeta es tomada de la señal generada por el módulo lector-escritor, la comunicación y potencia hacia dichos circuitos integrados se da por medio de acoplamiento inductivo. Una tarjeta sin contacto por lo tanto puede estar separada desde una distancia no constante de algunos milímetros hasta varios centímetros del módulo lector escritor y aún así haber transmisión de datos entre ellos.

El término "Tarjeta Inteligente" se refiere a una tarjeta de tamaño similar a una tarjeta de crédito plástica, con un circuito integrado (microprocesador, memoria o circuito dedicado), con un lector que tiene el poder de procesamiento de servir para varias aplicaciones, con una gran seguridad.

Los términos "Firma digital" o "Llave digital" significan una secuencia de datos, con los que se puede descifrar una señal codificada con esta misma secuencia

de datos.

El término "Ilícitos" como se emplea en la presente invención se refiere a toda actividad realizada que tenga como fin alterar el registro de consumo de energía eléctrica consumida por el usuario en el medidor.

El término "Desconexiones" se le dice al hecho de desenergizar el medidor de energía eléctrica sin cortar el suministro de energía eléctrica al usuario de tal modo que el medidor no pueda registrar el consumo de energía del usuario durante el tiempo que esté desenergizado el medidor. El término "Inversiones" significa el cambiar la posición mecánica del medidor en socket de conexión, con el fin de que descuente o cuente menos energía de la consumida realmente. El término "Derivaciones" se utiliza en la presente para dar a entender el puente de mínima resistencia eléctrica colocado de manera externa al medidor, realizado con el fin de que no toda la corriente usada por el usuario pase por los sensores del medidor y por lo tanto sense menos corriente de la verdaderamente consumida por el usuario, estos puentes son conocidos vulgarmente como "diablitos".

El término "Anticolisión" es un arbitreo entre tarjetas en la que dependiendo del número de serie de las tarjetas se selecciona sólo una, está especificado en la ISO 14443-3A y ISO14443-4A

La presente invención proporciona un sistema y método de prepago para la medición de energía eléctrica con comunicación de datos sin contacto, en donde el medidor electrónico está completamente integrado de una sola pieza, cubierto totalmente y sin contacto con el exterior. De acuerdo con la modalidad preferida, el sistema y método de prepago de medición de energía reduce los costos de instalación proporcionando un medidor electrónico integral que permite la comunicación de datos tanto al medidor del usuario como al proveedor del suministro de la energía eléctrica sin utilizar las líneas de energía existentes o equipos de transmisión de comunicaciones vía MODEM adicionales. Además, y de acuerdo con

las modalidades preferidas de la invención presente, la comunicación de datos sin contacto se proporciona a través de un módulo de prepago de tarjeta inteligente – lector-escritor sin contacto integrado en el medidor electrónico, en donde la tarjeta inteligente transfiere directamente al medidor datos del monto comprado y también recibe y almacena información sobre variables del funcionamiento del medidor así como ilícitos que son transferidos en la base de datos del proveedor del suministro de energía cuando se recarga la tarjeta inteligente sin contacto. El sistema de prepago de energía permite el pago del servicio de suministro antes del consumo a través del uso de una tarjeta inteligente sin contacto. La tarjeta inteligente sin contacto se carga con fondos en una terminal de punto de venta o directamente en la central del proveedor de suministro de energía.

En la presente invención, el cliente recibe la electricidad proveniente de la estación generadora sobre las líneas de transmisión directamente en su medidor y no es necesario conectar el medidor a ninguna terminal de comunicación o equipo externo que sirva de enlace (por ejemplo, enlace infrarrojo, conexión directa por cable, un enlace de RF o comunicación por medio de la línea de CA) para controlar el suministro de electricidad.

La Figura 1 ilustra un diagrama simplificado de un sistema de prepago para medición de energía de acuerdo con una modalidad preferida de la presente invención. Como se muestra en la Figura 1, sistema de prepago para medición de energía incluye de preferencia terminales de punto de venta 20 que pueden ubicarse en la estación central y/o en oficinas de cobranza del proveedor. Las terminales de punto de venta 20 están equipadas con un módulo lector – escritor de tarjetas inteligentes 23, el cual puede ser de tipo convencional para tarjetas sin contacto o puede ser uno de desarrollo específico. La terminal de punto de venta 20 cuenta con una interfaz de comunicación 27 para interconectarse a través de un servidor 21 con un sistema de cobranza que mantiene informado sobre las cuentas de los clientes y la

información almacenada en la base de datos 22 del proveedor. El método de comunicación empleado en la interfaz 27 puede ser, por ejemplo, a través de un MODEM utilizando la red de Internet o una intranet, o bien un enlace dedicado. La base de datos 22 almacenará además de la cantidad de Kwh prepagados comprados por el usuario, los Kwh medidos durante la vida del medidor, así como los ilícitos realizados por el usuario para su análisis y toma de medidas por la compañía suministradora de energía eléctrica.

Con el objeto de proporcionar una comunicación segura así como validar la transmisión – recepción de datos entre la terminal de punto de venta 20 y el servidor 21, el sistema de prepago para medición de energía incluirá un par de módulos de seguridad 24 y 25 que, como se observa en la Figura 1, que se instalan tanto en el servidor como en los puntos de venta. Preferiblemente, los módulos de seguridad 24 y 25 proporcionan funciones de encriptado y desencriptado para la transmisión de datos entre el servidor 21 y la terminal de punto de venta 20, por ejemplo mediante el uso de llaves digitales en donde los datos sólo podrán ser desencriptados con el uso de dichas llaves digitales, por lo que cuando se transmiten datos desde la terminal de punto de venta hacia servidor y viceversa, aún cuando la transmisión de datos sea interceptada éstos no pueden ser descifrados si no se tienen las llaves de desencriptado. Los datos transmitidos entre la terminal de punto de venta 20 y la tarjeta inteligente de prepago 15 son encriptados por el modulo de seguridad 24 mediante el uso de llaves digitales escritas en las tarjetas inteligentes 15. El módulo de seguridad 24 proporciona además la seguridad de datos para las transacciones que realice la tarjeta inteligente sin contacto 15 y módulo escritor-lector de tarjeta inteligente 23. De preferencia, la tarjeta inteligente sin contacto 15 y el medidor electrónico 18 comprenden además módulos de encriptado / desencriptado instalados en su microcontrolador respectivo y/o circuito/s integrado/s (CI) de uso especifico para sistemas de prepago para efectuar dicha función de intercambio de información

encriptada. En una modalidad particularmente preferida, el módulo de encriptado del medidor electrónico se ubica en el microcontrolador de una tarjeta de control de prepago sin contacto y corte de suministro de energía o puede estar en el Lector de tarjetas inteligentes sin contacto.

Al momento de contratar o renovar el servicio de suministro de energía eléctrica, la compañía suministradora instalará un medidor electrónico con el sistema de prepago de la presente invención en el domicilio del usuario 19 y le entregará una tarjeta inteligente sin contacto de prepago 15 reutilizable previamente cargada con cierta cantidad de Kwh prepagados en un punto de venta 20. En una modalidad preferida, la tarjeta inteligente sin contacto de prepago 15 se personaliza con información que se almacena en la memoria del microcontrolador, dicha información siendo el número de medidor, número de contrato, última fecha de carga de la tarjeta, llaves de seguridad (por ejemplo, firmas digitales tal como aquellas especificadas en el sistema de encriptado Mifare© [en donde, en su modalidad preferida, una llave A que sirve para descargar cierta cantidad de Kwh prepagados y una B que puede cargar y descargar cierta cantidad de Kwh prepagados en un sector de la tarjeta], o un sistema de encriptado triple DES, etc.), datos de cantidad de Kwh prepagados, cantidad de Kwh prepagados, a transferir al medidor por descarga. En una modalidad particularmente preferida, la memoria del microcontrolador de la tarjeta de prepago sin contacto es capaz de recibir y almacenar información generada por el medidor electrónico respecto de la energía consumida por el usuario durante la vida del medidor e Ilícitos cometidos al medidor.

Para iniciar el suministro de energía el usuario aproximará la tarjeta inteligente sin contacto de prepago 15 al lector – escritor sin contacto del medidor electrónico 18, dicho lector – escritor del medidor electrónico validará la tarjeta de prepago 15 y descargará la cantidad de Kwh prepagados, comprados total o parcialmente. La determinación de la descarga total o parcial de la cantidad de Kwh

prepagados, comprado de la tarjeta 15 al medidor 18 dependerá del valor grabado en la tarjeta respecto de la cantidad de Kwh prepagados, a transferir al medidor *por descarga* o cuando el crédito sea menor a este valor de *descarga.* En la presente invención el término *"cantidad de Kwh prepagados, a transferir por descarga"* es una cantidad predeterminada definida por el usuario o por la compañía suministradora del servicio, este número digamos que fuera cincuenta, cuando se acerque la tarjeta al medidor de prepago las descargas serán de 50 en 50 Kwh, excepto cuando la cantidad de Kwh prepagados, restante en la tarjeta sea menor a 50, en este caso se descargará la totalidad de la cantidad de Kwh prepagados, de la tarjeta en el medidor. Simultáneamente o después de descargar la cantidad de Kwh prepagados, el lector - escritor sin contacto del medidor cargará en la tarjeta toda información generada por el medidor electrónico respecto de la energía consumida por el usuario durante la vida del medidor e Ilícitos cometidos al medidor. El medidor electrónico 18 desplegará continuamente en su pantalla la información sobre la cantidad restante del suministro de energía eléctrica prepagado para que el usuario acuda oportunamente a una terminal de punto de venta 20 para recargar con fondos la tarjeta inteligente sin contacto 15. La terminal de punto de venta 20 acepta, lee y escribe datos hacia y desde una tarjeta inteligente de prepago 15 específica para el sistema de prepago de medición de electricidad como es ordenado por el programa del proveedor. Como se mencionó, la tarjeta se recarga en una terminal de punto de venta 20, pero también se descargan los datos recolectados por la tarjeta sobre el medidor electrónico para su envío a la base de datos 22 para que sean revisados por la compañía suministradora de la Energía Eléctrica. La terminal de punto de venta 20 acepta cantidades tanto en pesos (o cualquier otra moneda dependiendo del país) como en kilowatts/hora y comunica está transacción de regreso al servidor 21 del proveedor de servicio para su almacenamiento en la base de datos 22. Sin embargo, dicha información al grabarse en la tarjeta inteligente de prepago 15 para que el usuario la descargue la cantidad de

Kwh prepagados en el medidor 18 está en la forma de Kwh. Por lo tanto, la pantalla del medidor desplegará dicha información prepagada en la forma de Kwh.

La Figura 2 ilustra un diagrama funcional simplificado en bloques de un medidor electrónico que incorpora el sistema de prepago sin contacto para controlar el suministro de energía eléctrica y obtener información relevante del mismo, apropiado para usarse de acuerdo con una modalidad preferida de la presente invención. El medidor electrónico 18 de energía con prepago incluye una tarjeta de medición de energía eléctrica 9, una tarjeta de control de prepago sin contacto y corte de suministro de energía 3, un dispositivo de corte de suministro de energía 1, y una antena 14.

La tarjeta de medición de energía eléctrica 9 comprende un módulo de medición de energía 10 que registra la energía eléctrica consumida por el usuario; un microcontrolador 11 para controlar el funcionamiento del módulo de medición de energía 10 y que tiene una memoria Flash donde se almacena la información prepagada de energía eléctrica descargada de la tarjeta de control de prepago sin contacto 3, así como información generada en el módulo de medición 10 respecto de la energía consumida por el usuario durante la vida del medidor e Ilícitos cometidos al medidor (por ejemplo, como desconexiones, inversiones, presencia de derivaciones, etc.); una pantalla de cristal líquido 13 controlada por el microcontrolador 11 la cual despliega entre otras variables la información de energía disponible por el usuario previamente pagada, cuando se puede descargar la cantidad de Kwh prepagados de una tarjeta sin contacto 15, e información especial indica al usuario colocar la tarjeta en la cercanía del medidor para iniciar la descarga de la cantidad de Kwh prepagados; y una fuente de alimentación independiente 12 para el módulo de medición 10 y el microcontrolador 11 de la tarjeta de medición de energía 9. La fuente de energía funciona cuando hay suministro de energía eléctrica, funciona a lo más un segundo cuando hay una falla de suministro, tiempo suficiente para respaldar la información de cualquier transacción de energía.

La tarjeta de control de prepago sin contacto y corte de suministro de energía 3 es el módulo principal encargado de detectar y validar una tarjeta de prepago 1 5 así como controlar el sistema de prepago y el suministro de energía al medidor. En una modalidad preferida, la tarjeta de control de prepago sin contacto y corte de suministro de energía 3 comprende: un elemento lector – escritor de tarjetas inteligentes sin contacto 8 que tiene además un generador de radiofrecuencia, un microcontrolador 7, un detector de cruce por cero de voltaje CA de suministro 6, un controlador del elemento de corte de suministro 5 y una fuente de alimentación 4 de dicha tarjeta de control 3. La tarjeta de control de prepago sin contacto y corte de suministro de energía 3 no busca todo el tiempo a una tarjeta de prepago sin contacto 15, ya que desperdiciaría mucha energía para una operación que realiza sólo pocas veces, así que la búsqueda de la tarjeta de prepago 15 sólo se da unos cuantos segundos cada minuto.

El elemento lector – escritor de tarjetas sin contacto 8 del sistema de prepago sin contacto de la presente invención proporciona, en un primer modo, la información de la tarjeta inteligente de prepago 15 a un microcontrolador 11 del medidor electrónico 18 por medio del microcontrolador 7. En un segundo modo, el elemento lector – escritor de tarjetas sin contacto 8 proporciona la información del microcontrolador 11 del medidor 18 a la tarjeta inteligente 15 a través de dicho microcontrolador 7. La comunicación de información entre la tarjeta inteligente sin contacto 15 y el medidor electrónico 18 se efectúa a través de una antena de circuito impreso y una insertada en el la tarjeta de prepago sin contacto (del medidor y de la tarjeta de prepago 14 y 17, respectivamente, las cuales son sensibles a la banda de radiofrecuencia en la que se transmite. Preferiblemente, el elemento lector – escritor de tarjetas 8 es un circuito integrado que detecta la presencia de una tarjeta de prepago sin contacto, interpreta los comandos de la tarjeta de prepago sin contacto, y genera y envía una señal de potencia de radiofrecuencia. Dicha antena 14 capta

también los cambios de la señal de potencia de radiofrecuencia enviada, siendo el protocolo de transmisión de datos por radiofrecuencia el especificado en el estándar ISO 14443-3A, e incluso el especificado por el estándar ISO 14443-4A o cualquier otro protocolo de transmisión de datos por radiofrecuencia adecuado para tal fin.

El elemento lector – escritor de tarjeta sin contacto 8 genera y envía una señal de potencia de radiofrecuencia a través de la antena 14 del medidor 18. El cambio de la señal de potencia de radiofrecuencia percibido por la antena 14 es ocasionado por la presencia de una tarjeta inteligente sin contacto de prepago 15. Al detectar el elemento lector – escritor de tarjeta sin contacto 8 la presencia de una tarjeta de prepago 15, lee y transfiere el monto prepagado de la tarjeta de prepago sin contacto 15 al microcontrolador 7 previa verificación y validación de la tarjeta 15 por medio de un módulo de encriptado / desencriptado de dicho lector – escritor de tarjetas sin contacto 8. Es decir, el módulo de encriptado / desencriptado del lector – escritor de tarjetas sin contacto 8 verifica y valida por medio de las firmas digitales la información grabada en la memoria del microcontrolador o CI de uso específico para tarjetas de prepago 16 de la tarjeta 15 tal como, por ejemplo, el número de medidor, número de contrato, última fecha de carga de la tarjeta, llaves de seguridad, datos de la cantidad de Kwh prepagados, cantidad de Kwh prepagados a transferir al medidor por descarga, etc. Si está información no es verificada y validada, el lector no descargará el monto o información de prepago de la tarjeta 15 en el medidor electrónico 18.

Una vez verificada y validada la tarjeta de prepago sin contacto 15, los datos del monto prepagado de suministro de energía eléctrica son descargados de la tarjeta inteligente sin contacto 15 a la tarjeta de medición de energía eléctrica 9, a través de la tarjeta de control de prepago 3, en donde la tarjeta de medición de energía eléctrica 9 se encarga de reducir el monto de energía según el usuario la va consumiendo. Por lo general, la información del monto o cantidad de Kwh prepagados

se almacena en la memoria Flash del microcontrolador 11 de la tarjeta de medición de energía eléctrica 9 y dicho microcontrolador 11 se encarga de controlar la reducción del monto prepagado de suministro de energía eléctrica conforme el usuario consume un Kwh con base en la información de consumo enviada por dicho módulo de medición de energía.

De manera alterna, la información relevante sobre los datos históricos del medidor que se grabarán en la tarjeta inteligente de prepago sin contacto 15 se almacenan también en la memoria Flash del microcontrolador 11 de la tarjeta de medición 9. Por lo tanto, el intercambio de información entre el medidor electrónico 18 y la tarjeta inteligente 15 es realizado particularmente por el microcontrolador 7 de la tarjeta de control de prepago 3 y el microcontrolador 11 de la tarjeta de medición a través de una interfase serial. En otras palabras, el microcontrolador 11 es el elemento que almacena la información en su memoria Flash, mientras que el microcontrolador 7 cuando detecta la presencia de una tarjeta 15 lee los datos almacenados en la memoria Flash del microcontrolador 11 por medio de una interfase serial y también lee los datos de la tarjeta de prepago 15 por medio del lector-escritor de tarjetas de prepago 8, y sirve de intermediario para transferir la información de un sistema a otro.

En una modalidad alterna de la presente invención, el sistema de prepago para medidores de energía eléctrica por tarjeta inteligente sin contacto incluye un dispositivo automático de corte de suministro de la energía eléctrica al usuario 19. Con referencia particular a la Figura 2, en ella se muestra que la tarjeta de control de prepago incluye además un detector de cruce por cero de energía eléctrica 6 y un controlador del dispositivo de corte de suministro 5 que controla a un dispositivo de corte / restablecimiento de suministro de energía 1. En una modalidad preferida de la presente invención, el microcontrolador 7 de la tarjeta de control de prepago 3 sabe cuanta energía eléctrica le queda por consumir al usuario porque lee esta información de la tarjeta de medición de energía eléctrica 9. Por lo tanto, el microcontrolador 7

controlará el suministro o corte de energía eléctrica al usuario 19.

Típicamente, el corte de la energía eléctrica del usuario 19 se dará cuando el monto disponible de energía almacenado en la tarjeta de medición de energía eléctrica 9 del medidor 18, que es leído por el microcontrolador 7, sea igual a cero. El suministro de energía eléctrica se reestablecerá cuando el monto disponible de energía almacenado en la tarjeta de medición de energía eléctrica 9 del medidor 18, que es leído por el microcontrolador 7, sea mayor que cero. En todo momento, el microcontrolador 7 de la tarjeta de prepago 3 leerá el monto disponible de energía eléctrica del usuario en la tarjeta de medición de energía 9.

El corte y/o restablecimiento del suministro de energía se provee por medio de un controlador de dispositivo de corte de suministro y alarma de falla de energía 5, en donde el dispositivo de corte/restableciemiento de suministro 1 puede ser en una modalidad preferida un relevador. El suministro de energía puede cortarse por medio del controlador de relevador y alarma de falla de energía 5, este controlador 5 tiene como función tanto abrir como cerrar el relevador 1 cuando el microcontrolador 7 se lo requiera a través de una señal de corte o abertura, el controlador 5 abre o cierra mediante un dispositivo de estado sólido 2 el relevador. También, el controlador de relevador y alarma de falla de energía 5 también avisa al microcontrolador 7 si se ha presentado una falla de energía, éste se entera de la fallas de energía eléctrica por medio de un detector de cruce por cero 6, para que tome las previsiones necesarias y no se pierda información durante una falla del suministro eléctrico. Todos estos están alimentados por la fuente de alimentación 4.

Cuando el microcontrolador 7 lee un monto disponible de energía almacenado en la tarjeta de medición de energía eléctrica igual a cero, dicho microcontrolador 7 enviará una señal de corte al control de relevador y falla de energía 5. El control de relevador y falla de energía 5 comprende un microcontrolador (no mostrado) que tiene tres puertos de entrada y dos de salida. Un puerto de entrada del

microcontrolador sirve para indicarle que debe cerrar el relevador de corte o suministro de energía 1. Otro puerto de entrada del microcontrolador sirve para indicarle que debe abrir el relevador de corte o suministro de energía 1, mientras que el último puerto de entrada del microcontrolador le indica el cruce por cero de la línea de CA (es decir, por la tierra del circuito o cero voltios), la señal que indica el cruce por cero también le indica la polaridad hacia a donde a cruzado el suministro de CA. En otras palabras, este último puerto de entrada indica el momento donde la fase se ha vuelto positiva con respecto al neutro (que es la tierra del la tarjeta de módulo de prepago 3) y viceversa (la fase se ha vuelto negativa con respecto al neutro). Esta función se da por el detector de cruce por cero de energía eléctrica 6 (este es un circuito detector de nivel con histéresis realizado con Amplificadores Operacionales y un divisor de voltaje), el cruce por cero sirve para dos propósitos, uno cuando el microcontrolador del control de relevador y falla de energía 5 (no mostrado) detecta que no hay cruces por cero se infiere que el suministro de energía eléctrica se ha visto suspendido y eso generará una falta de suministro de energía eléctrica en la tarjeta de control de prepago sin contacto y corte de suministro de energía 3, en ese momento manda por una de sus salidas una señal para indicarle al microcontrolador 7 que debe guardar la información pertinente para su buen funcionamiento y para no perder datos en las transacciones que pudiera estar realizando. El segundo propósito tiene como función el abrir y cerrar el relevador 1, este relevador para cerrarse debe de recibir un señal de corriente directa (CD) entre sus terminales de activación, y para abrirse debe de recibir una señal en CD también pero en sentido inverso al señal que lo cierra, así que para activarlo al detectar el cruce por cero y polaridad del suministro eléctrico de CA, uno puede abrir el relevador activando un dispositivo de estado sólido 22 cuando la polaridad de la fase sea negativa con respecto al neutro y cerrarlo activando el dispositivo de estado sólido 2 cuando la fase es positiva con respecto al neutro. Por el contrario, cuando el microcontrolador 7 lee un monto disponible de energía mayor a

cero, dicho microcontrolador 7 enviará una señal de suministro al microcontrolador del control de relevador y falla de energía, la cual activa el dispositivo de estado sólido 2 del detector de cruce por cero de energía 6 durante un ciclo de línea positivo. Se debe entender que el controlador de dispositivo de corte de suministro y alarma de falla de energía 5 puede ser incorporado en una pequeña tarjeta o como una función adicional del microcontrolador 7 de la tarjeta de control de prepago sin contacto y corte de suministro de energía 3.

Como se mencionó anteriormente, la tarjeta inteligente 15 será reusable y específica para cada medidor, es decir no podrá ser utilizada más que en un medidor. La tarjeta inteligente incluye un microcontrolador o circuito de uso especifico en tarjetas de prepago sin contacto 16 y una antena 17. La información personalizada de la tarjeta se graba en la memoria interna del microcontrolador 16. Preferiblemente, la tarjeta inteligente puede ser del tamaño de una tarjeta de crédito convencional y seguir el estándar ISO 14443-1, 14443-2, 14443-3, 14443-4, aunque esto no es obligatorio. Asimismo, el uso de tarjetas inteligentes de prepago sin contacto en un sistema de prepago de suministro de energía eléctrica para medidores de electricidad de la presente invención tiene tres funciones principales: 1) descargar la cantidad de Kwh prepagados a agregar al medidor electrónico de energía; 2) recibir los datos de energía consumida durante la vida del medidor, Ilícitos cometidos al medidor, tales como desconexiones, inversiones y presencia de derivaciones, sin la necesidad de contratar un lecturista o incorporar sistemas sofisticados y costosos; y 3) evitar descomposturas y desgaste mecánico del medidor.

En operación, el sistema de prepago de energía eléctrica por tarjeta inteligente sin contacto de la presente invención es cargado al medidor a través de la tarjeta de control de prepago sin contacto y corte de suministro de energía que lleva a cabo las operaciones de detectar y validar una tarjeta de prepago, así como controlar el sistema de prepago y suministro de energía al medidor de acuerdo con el diagrama

de flujo de las Figuras 3 y 3A. De manera particular , el microcontrolador 7 de la tarjeta de control de prepago sin contacto y corte de suministro de energía 3 controla el sistema de prepago de la presente invención, así como las comunicaciones en lo referente al prepago entre el medidor 18, la tarjeta de prepago 15 y la tarjeta de medición de energía 9, y tiene un funcionamiento independiente al resto de los microcontroladores del sistema.

Antes de iniciar las funciones de control y comunicaciones, el microcontrolador 7 inicializa los puertos seriales de comunicación con los que se comunicará con el microcontrolador 11 y configura al lector – escritor de tarjetas inteligentes sin contacto 8 para que funcione de acuerdo con, por ejemplo, el estándar ISO 14443-4A. Una vez inicializado los puertos y configurado el lector – escritor, el microcontrolador 7 lee los datos almacenados en la tarjeta de medición de energía eléctrica 9, como son # de serie cliente, Kwh almacenados durante la vida del medidor, # desconexiones, #inversiones, derivaciones y energía acumulada durante la presencia de derivaciones (el número de serie del medidor sólo se leerá en esta parte del programa porque éste nunca cambia). Después de leer los datos, se inicializa un temporizador interno del microcontrolador 7 para que generé una interrupción cada 70 milisegundos para que dicho microcontrolador 7 efectúe una tarea específica. El microcontrolador 7 luego se pone en estado inactivo, es decir deja de hacer cualquier cosa y se pone a "dormir" para ahorrar el máximo de energía, es de vital importancia ahorrar energía para estar dentro de norma y no causar pérdidas monetarias innecesarias a la compañía suministradora de energía eléctrica. El microcontrolador 7 sólo puede salir del estado inactivo por la interrupción del temporizador o por la interrupción de la falla de suministro de energía. Por lo tanto, el microcontrolador 7 de la tarjeta control de prepago sin contacto y corte de suministro de energía 3 se queda en espera de una interrupción, el microcontrolador estará en este estado la mayor parte del tiempo.

De esta manera, si el temporizador genera una señal de interrupción (bloque 90) el microcontrolador 7 deja el estado inactivo y lee el saldo del medidor, los Kwh acumulados, el número de desconexiones, interrupciones, derivaciones e inversiones (bloque 100). En caso contrario, el microcontrolador 7 regresa al estado inactivo para ahorrar el máximo de energía en espera de una señal de interrupción (bloque 80).

Una vez que el microcontrolador 7 realiza la función de leer los datos almacenados en la tarjeta de medición de energía 9 (bloque 100), éste verifica y cambia el estado del relevador 1 con respecto al saldo prepagado del usuario. El microcontrolador 7 con base en la información obtenida en el bloque 100 verifica que el saldo prepagado de suministro sea mayor que 0 (bloque 110), si el saldo no es mayor a 0 entonces verifica si el relevador 1 está abierto (bloque 120). Si el resultado de verificar el estado del relevador 1 del bloque 120 es negativo, entonces el microcontrolador 7 envía una señal al controlador del dispositivo de corte de suministro y alarma de falla de energía 5 quién ejecuta la función de abrir el relevador 1 (bloque 130) para cortar el suministro de energía eléctrica al medidor 18. Luego de abrir el relevador 1 en el bloque 130, el microcontrolador 7 lee la información desplegada en la pantalla del medidor 18 (bloque 160) . Sin embargo, si el resultado que se determina en el bloque 120 es satisfactorio, es decir el relevador 1 está abierto, entonces el microcontrolador 7 lee la información desplegada en la pantalla del medidor 18 (bloque 160).

Por el contrario, si el saldo leído en el bloque 110 es mayor a cero entonces el microcontrolador 7 verifica si el relevador 1 está cerrado (bloque 140). Si el resultado de verificar el estado del relevador 1 del bloque 140 es negativo, entonces el microcontrolador 7 envía una señal al controlador del dispositivo de corte de suministro y alarma de falla de energía 5 quién ejecutará la función de cerrar el relevador 1 (bloque 150) para permitir el suministro de energía eléctrica al medidor 18.

Luego de cerrar el relevador 1 en el bloque 150, el microcontrolador 7 lee la información desplegada en la pantalla del medidor 18 (bloque 160). Sin embargo, si el resultado que se determina en el bloque 140 es afirmativo, es decir el relevador 1 está cerrado, entonces el microcontrolador 7 lee la información desplegada en la pantalla del medidor 18 (bloque 160).

Posterior a la verificación del estado en que se encuentra el relevador 1 como se describió en los bloques 110 a 160, el microcontrolador 7 verifica por medio del microcontrolador 11 del módulo de medición de energía 10 que pantalla se encuentra desplegada en el medidor (bloque 170). Si la pantalla desplegada en el bloque 170 es la de "Prepago", luego el microcontrolador 7 verifica si está encendido el generador de radio frecuencia (bloque 180) del elemento lector – escritor de tarjetas inteligentes sin contacto 8 para iniciar la búsqueda de una tarjeta de prepago. Si la determinación en el bloque 180 es negativa, se genera una señal para encender la radio frecuencia (bloque 190) y luego el microcontrolador 7 regresa al estado inactivo para ahorrar el máximo de energía en espera de una señal de interrupción (bloque 80) y reinicia la rutina descrita en los bloques 90 a 180. En caso afirmativo en el bloque 180, es decir está encendida la radio frecuencia, entonces se comenzará a emitir la señal de radio frecuencia a través de la antena 14 para detectar la presencia de una tarjeta inteligente sin contacto 15 en su cercanía (bloque 220).

Cuando la pantalla desplegada en el bloque 170 corresponde a la de "Kwh, inversiones, desconexiones, derivaciones", el microcontrolador 7 revisa si está apagada la emisión de radio frecuencia (bloque 200), en el caso que estuviera apagada la emisión de radio frecuencia el microcontrolador 7 regresa al estado inactivo para ahorrar el máximo de energía en espera de una señal de interrupción (bloque 80) y reinicia la rutina descrita en los bloques 90 a 180. Si el resultado de verificar el estado de la emisión de radio frecuencia es negativo, es decir está encendida la emisión de radio frecuencia, entonces el microcontrolador 7 apaga o

desactiva las emisiones de radio frecuencia (bloque 210) y luego el microcontrolador 7 regresa al estado inactivo para ahorrar el máximo de energía en espera de una señal de interrupción (bloque 80) y reinicia la rutina descrita en los bloques 90 a 180.

El microcontrolador 7 después de llevar a cabo las funciones de leer los datos almacenados en la tarjeta de medición de energía 9, verificar y cambiar el estado del relevador 1, y checar que pantalla se encuentra desplegada en el medidor para activar / desactivar la emisión de radio frecuencia, procederá a detectar la presencia de una tarjeta inteligente de prepago sin contacto 15 y realizar la transacción de descarga del prepago.

Como se mencionó anteriormente cuando el microcontrolador confirma que está encendida la radio frecuencia, el microcontrolador emitirá una señal de radio frecuencia a través de la antena 14 ejecutando una función de llamado de búsqueda de tarjetas 15 (bloque 220) de acuerdo con el estándar ISO 14443-3A. Después de que se lleva a cabo la función de llamado de búsqueda de tarjetas del bloque 220, el microcontrolador 7 verifica si hay una tarjeta inteligente 15 dentro del campo de detección (bloque 230). Si existe una tarjeta inteligente dentro del campo de detección en el bloque 230, se efectúa una anticolisión (bloque 240) para determinar si hay más de una tarjeta inteligente en el campo de detección (en caso de que haya más de una tarjeta inteligente 15, una será desactivada según la norma ISO 14443-3A). Si no existe una tarjeta inteligente 15 dentro del campo de detección en dicho bloque 230, el microcontrolador 7 regresa al estado inactivo para ahorrar el máximo de energía en espera de una señal de interrupción (bloque 80) y reinicia la rutina descrita en los bloques 90 a 180.

Una vez que se detecta una tarjeta dentro del campo, el sistema selecciona la tarjeta (bloque 250) de acuerdo con el protocolo de transmisión de datos por radiofrecuencia (por ejemplo, el especificado en el estándar ISO 14443-3A, e incluso el especificado por el estándar ISO 14443-4A). Después de seleccionar la

tarjeta en el bloque 250, el microcontrolador 7 autentifica la tarjeta con la firma digital de descarga de la cantidad de Kwh prepagados y con el número de serie del medidor (bloque 260). El microcontrolador verifica luego si la tarjeta inteligente corresponde al medidor (bloque 270), si la tarjeta no corresponde a este medidor el microcontrolador 7 regresa al estado inactivo para ahorrar el máximo de energía en espera de una señal de interrupción (bloque 80) y reinicia la rutina descrita en los bloques 90 a 180.. Sin embargo, si la tarjeta corresponde a este medidor entonces leerá el saldo de la tarjeta (bloque 280). En este punto, el microcontrolador 7 verifica si la tarjeta inteligente de prepago tiene saldo (bloque 290), si la determinación en el bloque 290 es negativa el microcontrolador 7 regresa al estado inactivo para ahorrar el máximo de energía en espera de una señal de interrupción (bloque 80) y reinicia la rutina descrita en los bloques 90 a 180. Si el resultado de verificar el bloque 290 se determina que es afirmativo, entonces el microcontrolador permitirá la descarga de saldo de la tarjeta inteligente 15 en la memoria Flash del microcontrolador 11 de la tarjeta de medición de energía 9 por medio de la tarjeta de control de prepago sin contacto (bloque 300). Puede darse el caso que no se descargue todo el saldo prepago en una sola descarga, ya que el saldo a descargar depende de la cantidad grabada en la tarjeta en la variable "Cantidad de Kwh prepagados a transferir por descarga". En seguida de descargar el saldo en el bloque 300, el sistema lee el saldo restante en el medidor (bloque 310) y suma el saldo descargado de la tarjeta 15 al saldo restante en el medidor (bloque 320). El nuevo valor del saldo prepagado que resulta en la operación realizada en el bloque 320 se envía a la memoria Flash del medidor de energía (bloque 330) por medio del microcontrolador 11. Después de recibir el nuevo valor del saldo o al mismo tiempo, el microcontrolador 11 envía a la tarjeta inteligente 15 (bloque 340) la información generada en el módulo de medición 10 respecto de la energía consumida por el usuario durante la vida del medidor e Ilícitos cometidos al medidor (por ejemplo, como desconexiones, inversiones, presencia de derivaciones,

etc.). Después de enviar la información a la tarjeta inteligente 15, el microcontrolador 7 regresa al estado inactivo para ahorrar el máximo de energía en espera de una señal de interrupción (bloque 80) para reiniciar la rutina descrita en los bloques 90 a 180.

Aunque se han ilustrado y descrito formas de realización particulares de la presente invención, será obvio para quienes tienen conocimientos en la materia que podrán hacerse diversos otros cambios y modificaciones sin apartarse del espíritu y los alcances de la invención. Por lo tanto, se pretende proteger en las reivindicaciones anexas cualquier cambio y modificaciones que estén dentro del alcance de esta invención.

REIVINDICACIONES

1. Método de prepago de energía eléctrica utilizando una tarjeta inteligente sin contacto y un medidor electrónico de energía eléctrica con lector – escritor interno de tarjetas inteligentes sin contacto, caracterizado porque comprende los pasos de:

intercambiar información entre el medidor y la tarjeta inteligente sin contacto por medio de radiofrecuencia;

autentificar la tarjeta inteligente de prepago y el lector – escritor interno de tarjetas inteligentes sin contacto, en forma mutua, por medio de dos o más firmas digitales y el número de serie del medidor;

descargar y almacenar la cantidad de Kwh prepagados de la tarjeta inteligente de prepago en la memoria del medidor electrónico; y

grabar la información generada sobre el estado del medidor en la tarjeta inteligente sin contacto de prepago.

2. El método de prepago de energía eléctrica de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque el paso de intercambiar información entre el medidor y la tarjeta inteligente sin contacto incluye además los pasos de:

emitir una señal de radiofrecuencia desde el medidor por medio de una tarjeta de control de prepago sin contacto;

detectar la presencia de una tarjeta inteligente sin contacto de prepago dentro del campo de detección del medidor de energía eléctrica;

determinar si hay más de una tarjeta inteligente sin contacto de prepago en el campo de detección del medidor de energía eléctrica; y

seleccionar la tarjeta inteligente sin contacto de prepago de acuerdo con un protocolo de transmisión de datos por radiofrecuencia previamente determinado.

3. El método de prepago de energía eléctrica de conformidad con

la reivindicación 1, caracterizado además porque el paso de autentificar la tarjeta inteligente de prepago y el lector – escritor interno de tarjetas inteligentes sin contacto comprende además los pasos de:

verificar si la tarjeta inteligente sin contacto de prepago corresponde al medidor de energía eléctrica; y

determinar si tarjeta inteligente sin contacto de prepago tiene saldo mayor a cero de la cantidad de Kwh prepagados.

4. El método de prepago de energía eléctrica de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque el paso de descargar la cantidad de Kwh prepagados de la tarjeta inteligente de prepago al medidor electrónico puede ser parcial o total.

5. El método de prepago de energía eléctrica de conformidad con la reivindicación 4, caracterizado además porque la descarga parcial o total de la cantidad de Kwh prepagados depende de la cantidad predeterminada grabada en la tarjeta inteligente sin contacto de prepago.

6. El método de prepago de energía eléctrica de conformidad con las reivindicaciones 1 y 4, caracterizado además porque el paso de descargar la cantidad de Kwh prepagados de la tarjeta inteligente de prepago al medidor electrónico incluye además los pasos de:

leer el saldo restante en el medidor;

sumar el saldo total o parcial descargado de la tarjeta inteligente al saldo restante en el medidor; y

almacenar el nuevo valor del saldo prepagado en el medidor.

7. El método de prepago de energía eléctrica de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque la información que se graba en la tarjeta inteligente sin contacto de prepago consiste en la energía consumida por el usuario durante la vida del medidor, datos recabados por el medidor (por ejemplo

podrían ser factor de potencia, calidad de la línea, etc) e Ilícitos cometidos al medidor tales como desconexiones, inversiones, presencia de derivaciones, y similares.

8. El método de prepago de energía eléctrica de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado además porque el lector – escritor interno de tarjetas inteligentes sin contacto del medidor electrónico es activado según la información desplegada en la pantalla para ahorrar energía a la compañía de distribución de energía eléctrica.

9. Método para controlar automáticamente el suministro de energía eléctrica en un medidor electrónico de prepago sin contacto utilizando un dispositivo automático de corte de suministro, caracterizado porque comprende los pasos de:

leer el saldo prepagado en la memoria del medidor electrónico;

verificar si el saldo prepagado es mayor a 0; y

verificar el estado del dispositivo automático de corte de suministro para determinar si está abierto o cerrado; y

generar una señal para abrir o cerrar el dispositivo automático de corte de suministro energía eléctrica con base en el saldo prepagado leído;

en donde cuando el saldo es mayor a 0 se genera una señal para cerrar el dispositivo automático de corte de suministro a fin de permitir el suministro de energía eléctrica al medidor, y cuando el saldo no es mayor a 0 se genera una señal para abrir el dispositivo automático de corte de suministro a fin de cortar el suministro de energía eléctrica al usuario.

10. El método para controlar automáticamente el suministro de energía eléctrica en un medidor electrónico de prepago sin contacto, de conformidad con la reivindicación 9, caracterizado además porque dicho dispositivo automático de corte de suministro es un relevador.

11. Un método para obtener información del uso de un medidor electrónico de prepago con lector – escritor interno de tarjetas inteligentes sin

contacto, caracterizado porque:

almacenar la información generada sobre el estado del medidor en la memoria de dicho medidor;

transmitir dicha información almacenada en el medidor a una tarjeta inteligente de prepago sin contacto; y

descargar la información grabada en dicha tarjeta inteligente sin contacto cada vez que el usuario recarga con Kwh prepagados dicha tarjeta reusable, en una base de datos a través de un punto de venta para su posterior análisis por la compañía suministradora de energía eléctrica.

12. El método para obtener información del uso de un medidor electrónico de prepago con lector – escritor interno de tarjetas inteligentes sin contacto, de conformidad con la reivindicación , caracterizado además porque la información obtenida consiste en la energía consumida por el usuario durante la vida del medidor, el saldo del medidor, e llícitos cometidos al medidor tales como el número de desconexiones, interrupciones, derivaciones, energía acumulada durante el uso de derivaciones e inversiones.

13. Método de prepago y control de suministro de energía eléctrica para medidores electrónicos que tienen un lector – escritor interno de tarjetas inteligentes sin contacto y un dispositivo automático de corte de suministro utilizando una tarjeta inteligente sin contacto, caracterizado porque comprende los pasos de:

leer el saldo en la memoria del medidor electrónico;

verificar si el saldo es mayor a 0;

verificar el estado del dispositivo automático de corte de suministro para determinar si está abierto o cerrado; y

generar una señal para abrir o cerrar el dispositivo automático de corte de suministro con base en el saldo prepagado leído, en donde cuando el saldo es mayor a 0 se genera una señal para cerrar el dispositivo automático de corte de

suministro a fin de permitir el suministro de energía eléctrica al medidor, y cuando el saldo no es mayor a 0 se genera una señal para abrir el dispositivo automático de corte de suministro a fin de cortar el suministro de energía eléctrica al usuario;

detectar la presencia de una tarjeta inteligente sin contacto de prepago;

intercambiar información entre el medidor y la tarjeta inteligente sin contacto por medio de radiofrecuencia;

autentificar la tarjeta inteligente de prepago y el lector – escritor interno de tarjetas inteligentes sin contacto, en forma mutua, por medio de dos o más firmas digitales y el número de serie del medidor;

descargar y almacenar la cantidad de Kwh prepagados de la tarjeta inteligente de prepago en la memoria del medidor electrónico; y

grabar la información generada sobre el estado del medidor en la tarjeta inteligente sin contacto de prepago.

14. El método de prepago y control de suministro de energía eléctrica para medidores electrónicos de conformidad con la reivindicación 13, caracterizado además porque el paso de intercambiar información entre el medidor y la tarjeta inteligente sin contacto incluye además los pasos de:

emitir una señal de radiofrecuencia desde el medidor por medio de una tarjeta de control de prepago sin contacto;

detectar la presencia de una tarjeta inteligente sin contacto de prepago dentro del campo de detección del medidor de energía eléctrica;

determinar si hay más de una tarjeta inteligente sin contacto de prepago en el campo de detección del medidor de energía eléctrica; y

seleccionar la tarjeta inteligente sin contacto de prepago de acuerdo con un protocolo de transmisión de datos por radiofrecuencia previamente determinado.

15. El método de prepago y control de suministro de energía eléctrica para medidores electrónicos de conformidad con la reivindicación 13,

caracterizado además porque el paso de autentificar la tarjeta inteligente de prepago y el lector – escritor interno de tarjetas inteligentes sin contacto comprende además los pasos de:

verificar si la tarjeta inteligente sin contacto de prepago corresponde al medidor de energía eléctrica; y

determinar si tarjeta inteligente sin contacto de prepago tiene saldo.

16. El método de prepago y control de suministro de energía eléctrica para medidores electrónicos de conformidad con la reivindicación 13, caracterizado además porque el paso de descargar la cantidad de Kwh prepagados de la tarjeta inteligente de prepago al medidor electrónico puede ser parcial o total.

17. El método de prepago y control de suministro de energía eléctrica para medidores electrónicos de conformidad con la reivindicación 16, caracterizado además porque la descarga parcial o total de la cantidad de Kwh prepagados depende de la cantidad predeterminada grabada en la tarjeta inteligente sin contacto de prepago.

18. El método de prepago y control de suministro de energía eléctrica para medidores electrónicos de conformidad con las reivindicaciones 13 y 16, caracterizado además porque el paso de descargar la cantidad de Kwh prepagados de la tarjeta inteligente de prepago al medidor electrónico incluye además los pasos de:

leer el saldo restante en el medidor;

sumar el saldo total o parcial descargado de la tarjeta inteligente al saldo restante en el medidor; y

almacenar el nuevo valor del saldo prepagado en el medidor.

19. El método de prepago y control de suministro de energía eléctrica para medidores electrónicos de conformidad con la reivindicación 13, caracterizado además porque la información que se graba en la tarjeta inteligente sin contacto de prepago consiste en la energía consumida por el usuario durante la vida

del medidor e ilícitos cometidos al medidor tales como desconexiones, inversiones, presencia de derivaciones, energía acumulada durante el uso de derivaciones y similares.

20. El método de prepago y control de suministro de energía eléctrica para medidores electrónicos de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 13 a 19, caracterizado además porque el lector – escritor interno de tarjetas inteligentes sin contacto del medidor electrónico es activado según la información desplegada en la pantalla para ahorrar energía a la compañía de distribución de energía eléctrica.

21. Un sistema de prepago y control de suministro de energía eléctrica utilizando una tarjeta inteligente sin contacto para un medidor electrónico del tipo que comprende una tarjeta de medición de energía eléctrica que incluye un módulo de medición para registrar la energía eléctrica consumida por el usuario; un microcontrolador para controlar el funcionamiento del módulo de medición de energía, el cual tiene una memoria *flash* para almacenar información generada en el módulo de medición respecto de la energía consumida por el usuario durante la vida del medidor e ilícitos cometidos al medidor; una pantalla de cristal líquido para desplegar información sobre el estado del medidor; y una fuente de alimentación independiente para dicho módulo de medición de energía y dicho microcontrolador,

caracterizado el sistema de prepago y control de suministro de energía eléctrica porque comprende:

a) una tarjeta de control de prepago sin contacto y corte de suministro de energía, en donde dicha tarjeta de control incluye además:

i) un elemento lector – escritor de tarjetas inteligentes sin contacto para detectar la presencia de una tarjeta inteligente de prepago sin contacto, interpretar los comandos de la tarjeta inteligente de prepago sin contacto, y generar y enviar una señal de potencia de

radiofrecuencia;

ii) un microcontrolador para intercambiar información entre el lector-escritor de tarjetas de prepago y el microcontrolador del módulo de medición de energía del medidor, en donde dicho microcontrolador lee el monto disponible de energía eléctrica del usuario en la tarjeta de medición de energía;

iii) un detector de cruce por cero de energía eléctrica que envía una señal al microcontrolador cuando se presenta una falla de energía para evitar que se pierda información durante una falla del suministro eléctrico;

iv) un controlador del dispositivo de corte de suministro para abrir y cerrar dicho dispositivo de corte cuando el microcontrolador se lo requiera a través de una señal de corte o abertura;

v) una fuente de alimentación de dicha tarjeta de control de prepago, en donde la fuente de energía funciona cuando hay suministro de energía eléctrica, funciona a lo más un segundo cuando hay una falla de suministro, tiempo suficiente para respaldar la información de cualquier transacción de energía.

b) un dispositivo de corte de suministro de energía para ; y

c) un elemento de transmisión / recepción de señal.

22. El sistema de prepago y control de suministro de energía eléctrica utilizando una tarjeta inteligente sin contacto para un medidor electrónico, de conformidad con la reivindicación 21, caracterizado además porque el lector – escritor de tarjetas sin contacto incluye además un módulo de encriptado /desencriptado para verificar y validar la autenticidad de la tarjeta de prepago, codificar los datos transferidos y verificar la validez de la información grabada en la memoria del microcontrolador o circuito impreso de uso específico para tarjetas de prepago de

dicha tarjeta de prepago sin contacto antes de descargar

23. El sistema de prepago y control de suministro de energía eléctrica utilizando una tarjeta inteligente sin contacto para un medidor electrónico, de conformidad con la reivindicación 22, caracterizado además porque la información que verifica y valida el lector – escritor sin contacto puede ser el número de medidor, número de contrato, última fecha de carga de la tarjeta, llaves de seguridad, datos de la cantidad de Kwh prepagados y/o cantidad de Kwh prepagados a transferir al medidor por descarga.

24. El sistema de prepago y control de suministro de energía eléctrica utilizando una tarjeta inteligente sin contacto para un medidor electrónico, de conformidad con la reivindicación 21, caracterizado además porque los datos de la cantidad prepagada de energía eléctrica descargados de la tarjeta de control de prepago sin contacto son almacenados en la memoria flash del microcontrolador del módulo de medición.

25. El sistema de prepago y control de suministro de energía eléctrica utilizando una tarjeta inteligente sin contacto para un medidor electrónico, de conformidad con la reivindicación 21, caracterizado además porque la pantalla de cristal líquido del medidor despliega la información de energía disponible por el usuario previamente pagada, así como cuando se puede descargar la cantidad de Kwh prepagados de una tarjeta de prepago sin contacto e incluso información especial que indica al usuario colocar la tarjeta en la cercanía del medidor para iniciar la descarga de la cantidad de Kwh prepagados.

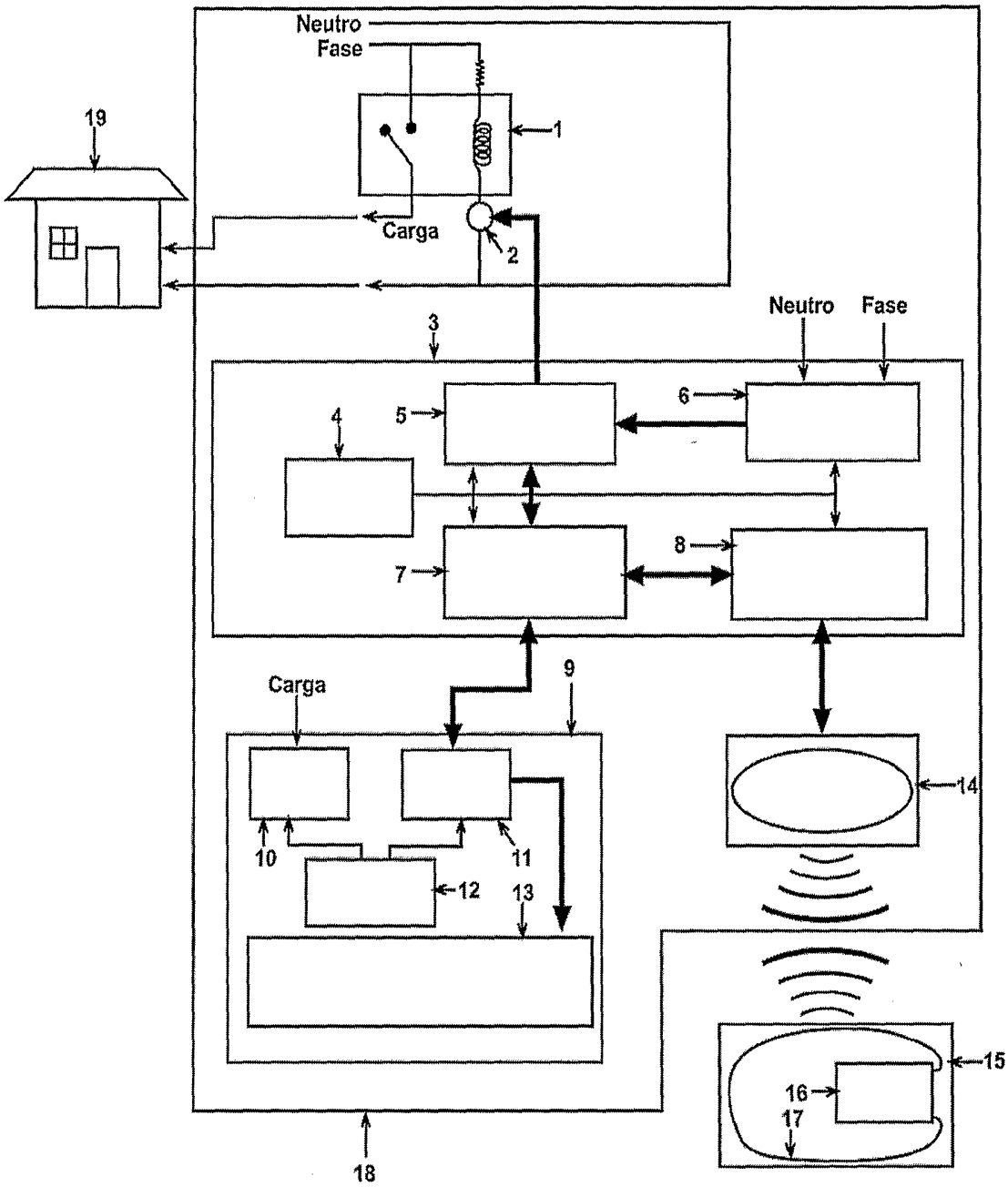

Neutro
Fase
19
1
Carga
2
3
Neutro
Fase
4
5
6
7
8
9
Carga
10
11
12
13
14
15
16
17
18

FIGURA 1

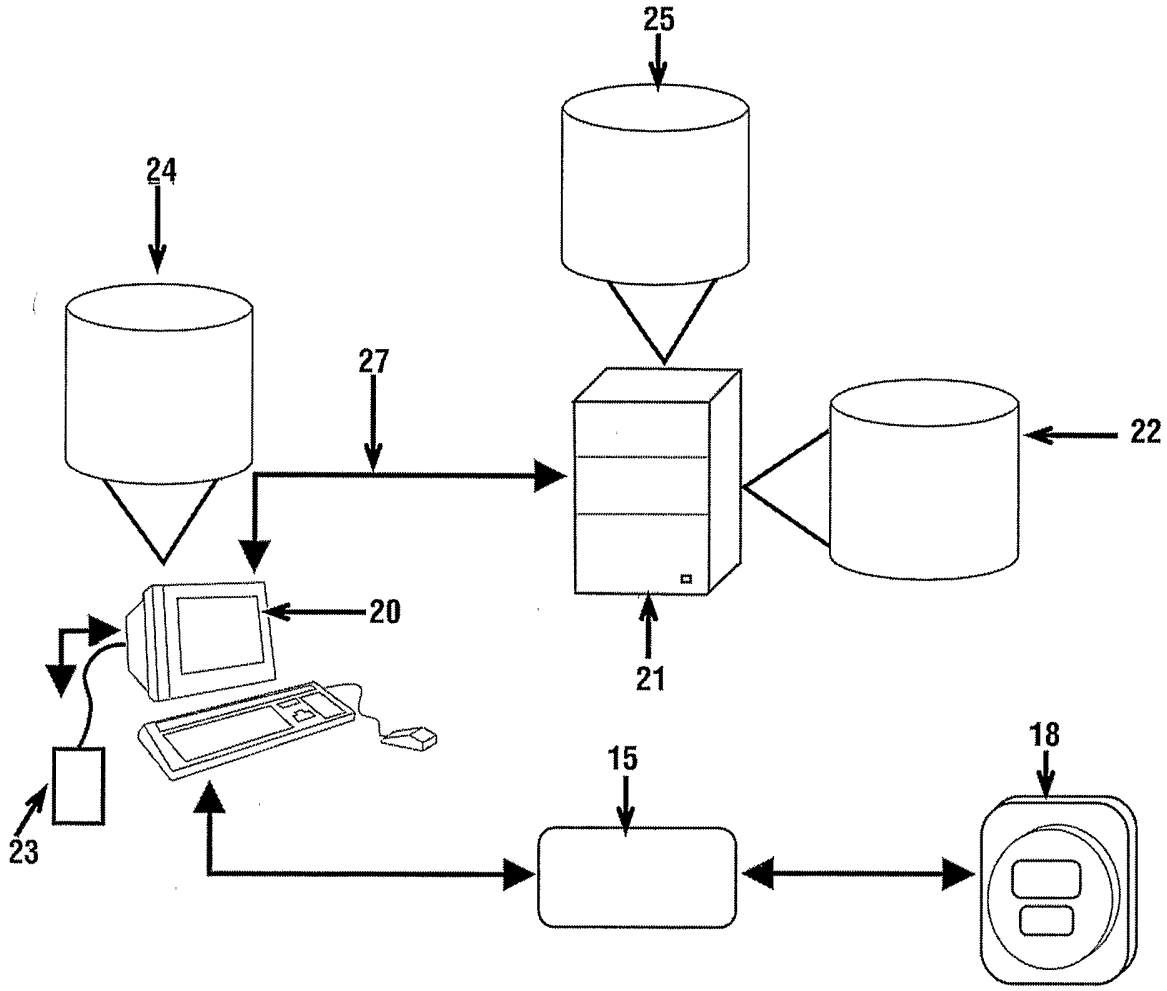


FIGURA 2

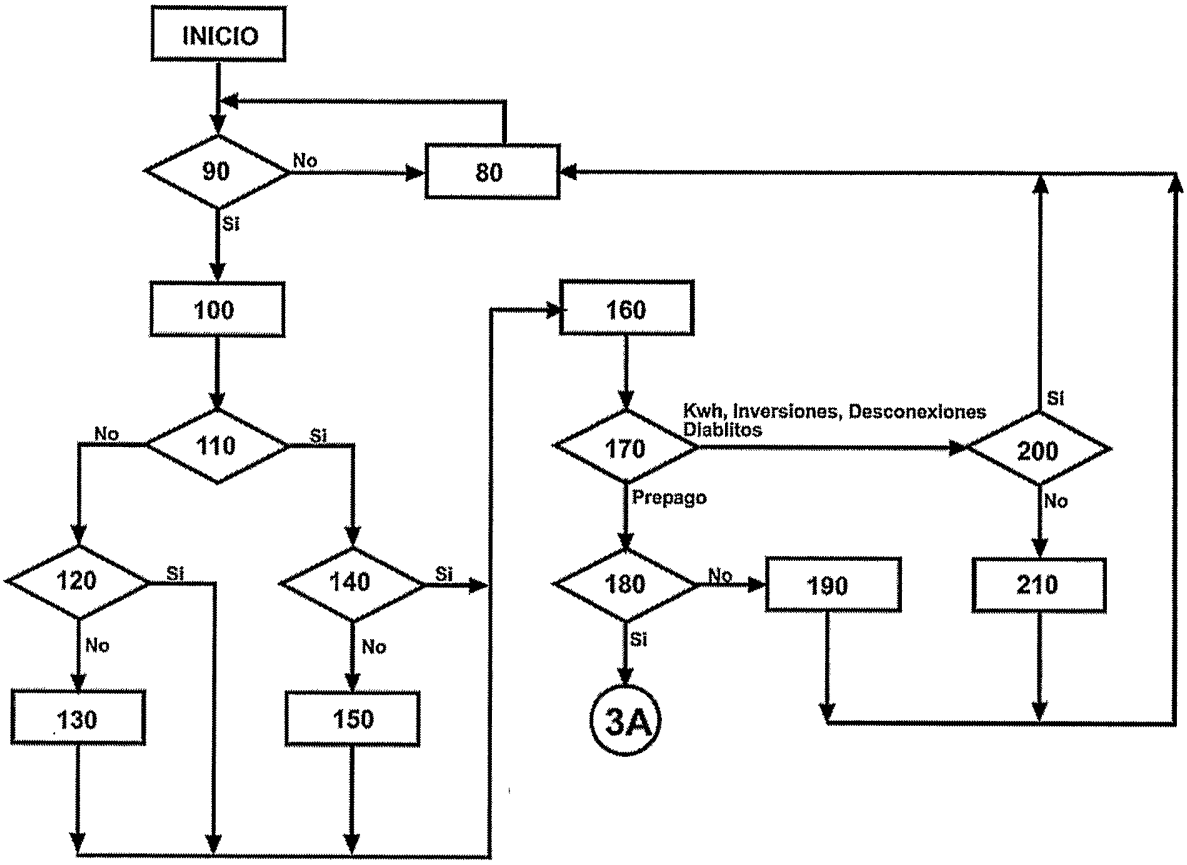

INICIO
90
No
80
Si
100
160
No
110
Si
Kwh, Inversiones, Desconexiones
Diablitos
170
Si
200
Prepago
No
120
Si
140
Si
180
No
190
210
No
No
Si
130
150
3A

FIGURA 3

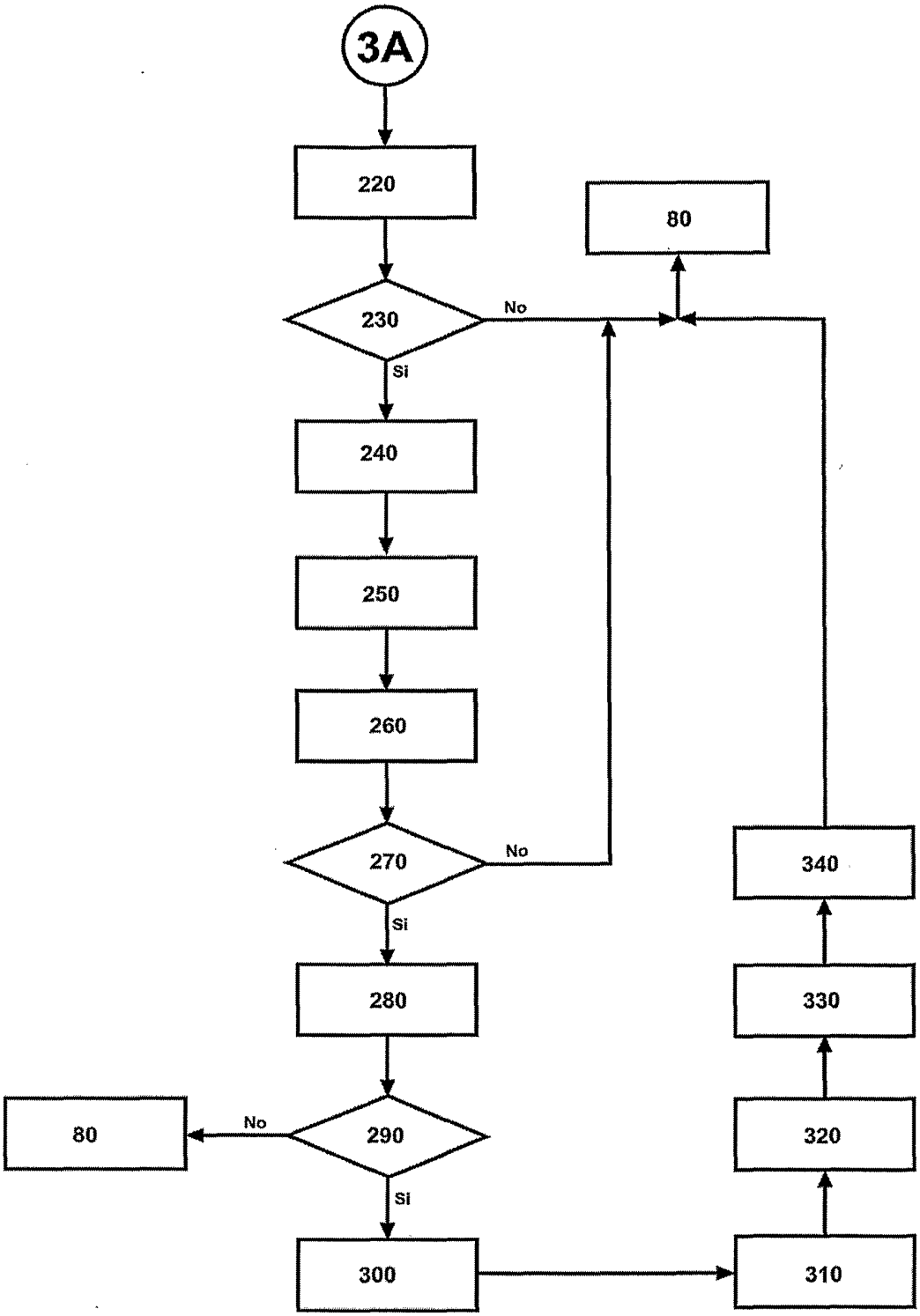

3A
220
80
230
No
Si
240
250
260
270
No
Si
280
340
330
80
No
290
320
Si
300
310

FIGURA 4