

(12) **FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: **2005.09.30**

(30) Prioridade(s): **2004.10.12 MX**
PA/A/2004/01007

(43) Data de publicação do pedido: **2006.04.20**

(45) Data e BPI da concessão: **2008.02.26**
49/2008

(73) Titular(es):

IUSA S.A. DE C.V.
KM 109, CARRETERA PANAMERICANA
MÉXICO-QUERÉTANO CEP-50700 PASTEJE,
JOCOTITLAN **MX**

(72) Inventor(es):

EDUARDO AGUSTÍN NERI-BADILLO **MX**

(74) Mandatário:

PEDRO DA SILVA ALVES MOREIRA
RUA DO PATROCÍNIO, N.º 94 1399-019 LISBOA **PT**

(54) Epígrafe: **SISTEMA DE PRÉ-PAGAMENTO PARA MEDIDORES DE ENERGIA UTILIZANDO CARTÕES INTELIGENTES SEM CONTACTO COM UM DISPOSITIVO AUTOMÁTICO DE CORTE DE FORNECIMENTO.**

(57) Resumo:

A INVENÇÃO REFERE-SE À UTILIZAÇÃO DE UM MEDIDOR COMPREENDENDO APENAS UMA ÚNICA PEÇA, COMPLETAMENTE COBERTA, E QUE NÃO ENTRA EM CONTACTO COM O EXTERIOR, INCLUINDO UM SISTEMA DE PRÉ-PAGAMENTO E UM MÉTODO MAIS EFICIENTE DE CONTROLO DO FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉCTRICA E DE OBTENÇÃO DE INFORMAÇÃO RELEVANTE DO MEDIDOR UTILIZANDO CARTÕES INTELIGENTES SEM CONTACTO.

DESCRIÇÃO

"SISTEMA DE PRÉ-PAGAMENTO PARA MEDIDORES DE ENERGIA UTILIZANDO CARTÕES *SMART* SEM CONTACTO COM UM DISPOSITIVO AUTOMÁTICO DE CORTE DE FORNECIMENTO"

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se a um sistema de pré-pagamento para medidores de energia eléctrica e, mais particularmente, a um sistema e método mais eficientes para controlo do fornecimento de energia eléctrica e de obtenção de informação pertinente do medidor por meio da utilização de cartões *smart* sem contacto.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

As companhias fornecedoras de energia têm utilizado a forma tradicional de leitura e elaboração de facturas para cobrar os serviços de fornecimento depois destes serviços terem sido utilizados pelo consumidor-cliente. Recentemente, foram propostos sistemas de pré-pagamento do estado da técnica para o fornecimento de serviços públicos, por exemplo: luz, água ou gás, como uma forma de resolver alguns dos inconvenientes dos sistemas de cobrança tradicionais.

Um tipo de sistema de pré-pagamento foi concebido de modo a que a compra do fornecimento de electricidade (água ou gás) fosse efectuada directamente numa estação central e a informação respeitante à quantidade adquirida fosse, depois, enviada para o

local de consumo do cliente. No ponto de consumo (local, estabelecimento, habitação, etc.) do cliente, instala-se um dispositivo de medição que recebe a informação da comunicação do pré-pagamento e que, também, confirma a quantidade adquirida enviando essa informação para a estação central. O dispositivo de medição de electricidade é, tipicamente, instalado no exterior do local de negócios ou habitação e um terminal que lê a informação de pré-pagamento é colocado em conjunto com o medidor ou é conectado, por meio de um cabo ou pelos cabos de fornecimento eléctrico, ao medidor que, por sua vez, está localizado no interior. Uma desvantagem relacionada com estes tipos de sistemas de pré-pagamento reside no facto destes serem difíceis de instalar e dispendiosos. Outro problema com este sistema de pré-pagamento típico reside no facto de não proporcionar uma comunicação bidireccional sobre a informação de consumo, a utilização do crédito, onde e qual dos medidores está a utilizar o crédito e sobre a informação relativa a violação do medidor.

Outro tipo de sistemas de pré-pagamento bem conhecidos também se baseia na compra do fornecimento de electricidade directamente num ponto de vendas previamente determinado, sendo a informação da quantidade de fornecimento adquirida memorizada num cartão magnético ou cartões *smart* de contacto. Este sistema particular de pré-pagamento requer a utilização de um medidor electrónico que inclui um dispositivo leitor de cartões ou uma chave magnética e uma série de dispositivos adicionais de controlo para gerir o fornecimento de energia eléctrica.

Exemplos do tipo de sistema de pré-pagamento supracitado são divulgados na patente dos Estados Unidos da América N° 4240030 intitulada "*Intelligent Electric Utility meter*"

concedida a Jess R. Baterman e colaboradores em 16 de Dezembro de 1960, que descreve um medidor inteligente que utiliza um cartão magnético passível de inserção para regular o fornecimento de energia. A patente dos Estados Unidos da América N° 4629874 intitulada "*Prepayment metering system*", concedida em 16 de Dezembro de 1980, descreve um sistema que utiliza um cartão *smart* e elementos adicionais para determinar o crédito que regula o fornecimento de energia. A patente dos Estados Unidos da América N° 4731575 intitulada "*Prepayment metering system using encoded purchase cards*", concedida em 15 de Março de 1988 a Joseph W. Sloan, divulga um sistema que utiliza cartões de fita magnética codificada para transferir a informação de compra do posto de pagamento para o consumidor. A patente U.S. N° 4795892 intitulada "*Pre-paid commodity system*", emitida em 3 de Janeiro de 1989, atribuída à CIC Systems, Inc., consiste num sistema que utiliza um pré-pagamento activado por um cartão de venda do fornecimento de electricidade, água, gás, etc. A patente U.S. N° 4803632 intitulada "*Intelligent utility system*", concedida à Utility Systems Corp., emitida em 7 de Fevereiro de 1989, descreve um tipo de medidor com processador de dados externo que possui um ecrã que utiliza equipamento de leitura para aceder e recolher informação, e um dispositivo de leitura de pagamento de cartões incluído no LCD situado no interior da propriedade. A patente U.S. N° 4908769 intitulada "*Commodity metering systems*", concedida à Schlumberger Electronics (UK) Ltd. em 13 de Março de 1990, divulga um sistema de medição com pré-pagamento que inclui uma chave electrónica e uma ranhura para receber esta chave electrónica. A patente U.S. N° 5146047 intitulada "*Prepayment metering system using encoded purchase cards from multiple locations*", concedida à CIC Systems, Inc., em 8 de Setembro de 1992, está relacionada com um sistema de pré-pagamento para fornecer serviços públicos

utilizando cartões de fita magnética. A patente U.S. N° 5668538 intitulada "*Modular electricity meter arrangement having remotely controllable switch*", concedida à Siemens Measurements Ltd., em 16 de Setembro de 1997, descreve uma configuração de medidor que inclui um módulo de pré-pagamento que possui uma ranhura para a inserção de cartões *smart*, cartões de memória, etc. A patente U.S. N° 6529883 intitulada "*Prepayment energy metering system with two-way smart card communications*", concedida a David M. Yee e colaboradores em 4 de Março de 2003, descreve um sistema de medição de energia com pré-pagamento que utiliza um cartão *smart* para proporcionar uma comunicação bidireccional de dados de modo a enviar informação do cliente para o fornecedor do serviço.

No entanto, uma desvantagem deste tipo de medidores com pré-pagamento com um leitor de cartão magnético ou cartão *smart* de contacto reside no facto do leitor, pelo facto de estar exposto para receber os cartões de pré-pagamento, ficar vulnerável a danos (intencionais ou não) causados pelo utilizador ou devidos a atmosferas salinas ou elevada humidade relativa. Surge outro problema quando o leitor de cartões está conectado por um cabo ao medidor, dado que este cabo também é susceptível de sofrer danos. Do mesmo modo, quando se incorpora o leitor no medidor, o medidor tem que ser sujeito a alterações físicas importantes, aumentando-se o seu volume e tornando-o vulnerável a danos, pelo facto de se expor parte do mesmo ao ambiente, independentemente do facto de se incompatibilizar com os conectores existentes no mercado, como os conectores do tipo S ou A.

Existe ainda outro tipo de sistemas de pré-pagamento para controlar o fornecimento de energia eléctrica, que são os que

incorporam modos de cortar o fornecimento quando o crédito tiver acabado. Um exemplo de um sistema deste tipo é divulgado na patente U.S. N° 5959549 intitulada "*Communal metering system*", concedida a Andreas J. Synesiou e colaboradores, em 28 de Setembro de 1999, que descreve um sistema de medição que fornece electricidade previamente paga a uma pluralidade de clientes, em que o fornecimento e o corte do mesmo é efectuado à distância. Uma desvantagem deste tipo de sistemas de pré-pagamento para controlar o fornecimento de energia eléctrica reside no facto de precisarem de equipamentos para transmissão e recepção de informação (por exemplo, MODEM) para a estação fornecedora de energia e proveniente desta, para além de serem dispendiosos. Outro problema com este sistema reside no facto de não proporcionar informação relativamente a violação do medidor.

Tendo em conta os defeitos da técnica anterior, um objectivo da presente invenção é proporcionar um sistema de pré-pagamento para controlar eficientemente o fornecimento de energia eléctrica em medidores electrónicos instalados no local de consumo do cliente.

Outro objectivo da presente invenção é proporcionar um sistema de medição de energia com pré-pagamento que utiliza um medidor fechado de modo estanque e um cartão *smart* sem contacto.

Ainda outro objectivo adicional da presente invenção é proporcionar um sistema de medição de energia com pré-pagamento que incorpora um dispositivo automático para cortar o fornecimento de energia.

Outro objectivo ainda da presente invenção é proporcionar um sistema de pré-pagamento de energia para medição que, por

meio da utilização de um cartão *smart* sem contacto, pode proporcionar informação ao fornecedor relativamente ao consumo, como é que o crédito está a ser utilizado, onde ou qual dos medidores está a utilizar o crédito, e informação relativa a ilícitos e violação causados ao medidor.

Um outro objectivo da presente invenção é proporcionar um método de pré-pagamento de fornecimento de energia eléctrica por meio de um sistema de leitura de cartões sem contacto.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se à utilização de um medidor completamente integrado numa única peça, totalmente coberto e sem contacto com o exterior, que incorpora um sistema de pré-pagamento e um método mais eficiente de controlo do fornecimento de energia eléctrica e de obtenção de informação excelente do medidor por meio de cartões *smart* sem contacto.

O sistema de pré-pagamento da presente invenção também inclui um cartão de controlo de pré-pagamento, sem contacto, com corte de fornecimento de energia que também tem como função detectar e validar um cartão de pré-pagamento, bem como controlar o sistema de pré-pagamento e o fornecimento de energia ao medidor. Numa modalidade preferida, o cartão de controlo de pré-pagamento, sem contacto, com corte de fornecimento de energia, inclui um elemento de leitura-escrita de cartões *smart* sem contacto, um microcontrolador, um detector de passagem por zero da tensão CA de alimentação, um controlador do elemento de corte de fornecimento e uma fonte de alimentação deste cartão de controlo. O sistema de pré-pagamento da presente invenção não

está sempre à procura de um cartão de pré-pagamento sem contacto, dado que gastaria demasiada energia numa operação que só é efectuada poucas vezes e, desse modo, a procura do cartão de pré-pagamento só ocorre durante poucos segundos de minuto a minuto.

O método de pré-pagamento de energia eléctrica utilizando um cartão *smart* sem contacto e um medidor electrónico de energia eléctrica com um dispositivo interno de leitura-escrita de cartões *smart* sem contacto, gere as etapas de troca de informação entre o medidor e os cartões *smart* sem contacto por radiofrequência; autentica, mutuamente, o cartão *smart* de pré-pagamento e o dispositivo interno de leitura-escrita de cartões *smart* sem contacto, por meio de duas ou mais assinaturas digitais e do número de série do medidor; descarrega e memoriza o crédito do cartão *smart* de pré-pagamento na memória do medidor electrónico; e memoriza a informação gerada relativamente ao estado do medidor no cartão *smart* de pré-pagamento sem contacto.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Os aspectos que são considerados como característicos da presente invenção serão tidos em conta, de um modo particular, nas reivindicações anexas. De qualquer modo, a invenção propriamente dita, devido à sua organização, bem como ao seu método operacional, em conjunto com outros objectivos e vantagens da mesma, será compreendida na descrição que se segue de determinadas modalidades, à medida que é lida em relação com os desenhos anexas, nos quais os números com referências idênticas identificam elementos idênticos, em que:

A Figura 1 é um diagrama simplificado que ilustra o sistema de medição de energia com pré-pagamento de acordo com uma modalidade preferida da presente invenção.

A Figura 2 é um diagrama funcional em blocos simplificados de um sistema de pré-pagamento incorporado num medidor electrónico de acordo com uma modalidade preferida da presente invenção.

As Figuras 3 e 3A são fluxogramas úteis para explicar o funcionamento do sistema de medição de energia com pré-pagamento das Figuras 1 e 2.

DESCRIÇÃO PORMENORIZADA DA INVENÇÃO

O termo "CARTÃO SEM CONTACTO", tal como é aqui utilizado, refere-se à troca de um comando entre o cartão e um módulo de leitura-escrita sem a utilização de elementos galvânicos (por exemplo, a ausência de um contacto óhmico do módulo de leitura-escrita com o circuito integrado inserido no interior do cartão), em que a energia que faz funcionar o circuito integrado no interior do cartão é retirada do comando gerado pelo módulo de leitura-escrita, sendo a comunicação e energia dirigidas para estes circuitos integrados dada pelo acoplamento indutivo. Por conseguinte, um cartão sem contacto pode estar afastado por uma distância não constante que vai de alguns milímetros a vários centímetros desde o módulo de leitura-escrita, mantendo-se ainda a transmissão de dados entre os mesmos.

O termo "Cartão *smart*" refere-se a um cartão cujo tamanho é idêntico ao de um cartão de crédito de plástico, com um circuito

integrado (microprocessador, memória ou circuito dedicado), com um leitor que tem um poder de processamento que pode ser utilizado em diversas aplicações, com grande segurança.

O termo "assinatura digital" ou "chave digital" significa uma sequência de dados, através da qual se pode decifrar um comando codificado com a mesma sequência de dados.

O termo "violação", tal como utilizado na presente invenção, refere-se a todas as actividades praticadas com o objectivo de alterar o registo do consumo de energia eléctrica consumida pelo utilizador do medidor.

O termo "Desconexões" significa a acção de desactivação do medidor de energia eléctrica sem cortar a energia eléctrica fornecida ao utilizador, de tal modo que o medidor não consegue registar o consumo de energia do utilizador durante o tempo de desactivação do medidor. O termo "Inversões" significa a alteração da posição mecânica do medidor no casquilho de conexão, com a finalidade de descontar ou contar menos energia do que a que foi realmente consumida. O termo "Derivações" é aqui utilizado com o objectivo de identificar a ponte de mínima resistência eléctrica colocada no exterior do medidor, que tem a finalidade de nem toda a corrente consumida pelo utilizador passar pelos sensores do medidor e, por conseguinte, levar a que estes detectem menos corrente do que a quantidade real consumida pelo utilizador, sendo estas pontes normalmente conhecidas por "pontes".

O termo "Anticolisão" é um modo de mediação entre cartões, em que se selecciona apenas um cartão consoante o seu número de

série, sendo isto especificado na norma ISO 14443-3A e ISO 14443-4A.

A presente invenção proporciona um sistema e método de pré-pagamento para medir a energia eléctrica, com comunicação de dados sem contacto, em que o medidor electrónico está totalmente integrado numa única peça, totalmente coberto, e sem qualquer contacto com o ambiente exterior. De acordo com a modalidade preferida, o sistema de pré-pagamento e método de medição de energia reduz o custo de instalação, proporcionando um medidor electrónico integral que permite a comunicação de dados, tanto para o medidor do utilizador como para a companhia de fornecimento de energia, sem utilizar as linhas de distribuição de energia existentes ou equipamentos de transmissão de comunicação através de MODEMS adicionais. Do mesmo modo e de acordo com modalidades preferidas da presente invenção, a comunicação de dados sem contacto é proporcionada através de um módulo de pré-pagamento de um dispositivo de leitura-escrita *smart* sem contacto integrado no medidor electrónico, em que o cartão *smart* transfere, directamente para o medidor, os dados da quantidade adquirida e também recebe e memoriza informações relativas às variáveis da operação do medidor, bem como à violação do medidor, que são transferidas para a base de dados da companhia fornecedora de energia quando o cartão *smart* sem contacto é recarregado. O sistema de pré-pagamento de energia permite o pagamento do serviço de fornecimento antes do consumo utilizando um cartão *smart* sem contacto. Este cartão *smart* sem contacto é recarregado num terminal de um ponto de vendas ou directamente na central eléctrica da companhia fornecedora de energia.

Na presente invenção, o cliente recebe a electricidade da central geradora através das linhas de distribuição de energia, directamente no medidor do proprietário e não é necessário conectar o medidor a qualquer terminal de comunicação ou a um equipamento externo que poderia funcionar como ligação (por exemplo, conexão por infravermelhos, conexão directa por cabo, conexão RF ou comunicação através de uma linha CA) para controlar o fornecimento de electricidade.

A Figura 1 ilustra um diagrama simplificado de um sistema de pré-pagamento para medição de energia, de acordo com a modalidade preferida da presente invenção. Conforme se mostra na Figura 1, o sistema de pré-pagamento para medição de energia inclui, de um modo preferido, terminais 20 de ponto de vendas que podem estar situados na estação central e/ou na repartição de cobranças do fornecedor. Os terminais 20 do ponto de venda estão equipados com um módulo 23 de leitura-escrita de cartões *smart*, que podem ser do tipo convencional no que se refere a cartões sem contacto, ou podem ser criados especialmente para uma função específica. O terminal 20 do ponto de venda possui uma interface 27 de comunicações de modo a interligar-se através do servidor 21 a um sistema de cobranças que se mantém informado relativamente às contas dos clientes e à informação memorizada na base 22 de dados do fornecedor. O método de comunicação utilizado na interface 27 podia ser, por exemplo, através de um MODEM utilizando a rede Internet ou Intranet, ou uma ligação dedicada. A base 22 de dados também irá memorizar a quantidade de kWh adquirida pelo utilizador através de pré-pagamento, os kWh medidos durante o tempo de vida do medidor, bem como qualquer violação praticada pelo utilizador, de modo a efectuar uma análise e a implementar acções em nome da companhia de fornecimento de energia.

De modo a proporcionar uma comunicação segura, bem como a validar a transmissão-recepção de dados entre o terminal do ponto 20 de venda e o servidor 21, o sistema de pré-pagamento para medição de energia irá incluir um par de módulos 24 e 25 de segurança que, como se observa na figura 1, devem ser instalados, tanto no servidor como nos pontos de venda. Os módulos 24 e 25 proporcionam, de um modo preferido, funções de encriptação e desencriptação para a transmissão de dados entre o servidor 21 e o terminal do ponto 20 de venda, por exemplo por meio da utilização de chaves digitais, em que os dados só irão ser desencriptados através da utilização dessas chaves digitais, para que, quando se transmitem dados do terminal do ponto de venda para o servidor e vice-versa, mesmo quando a transmissão destes dados possa ser interceptada, estes dados não sejam decifrados se as chaves de desencriptação não estiverem disponíveis. Os dados transmitidos entre o terminal do ponto 20 de venda e o cartão 15 *smart* de pré-pagamento são encriptados pelo módulo 24 de segurança através da utilização de chaves digitais escritas nos cartões 15 *smart*. O módulo 24 de segurança também proporciona a segurança dos dados para as transacções que são efectuadas pelo cartão 15 *smart* sem contacto e módulo 23 de escrita-leitura do cartão *smart*. O cartão 15 *smart* sem contacto e o medidor 18 electrónico também incluem, de um modo preferido, os módulos de encriptação/desencriptação instalados no seu respectivo microcontrolador ou circuito integrado (IC) de utilização específica para sistemas de pré-pagamento de modo a efectuarem esta função de permuta de informação encriptada. Numa modalidade particularmente preferida, o módulo de encriptação do medidor electrónico está situado no microcontrolador de um cartão de controlo de pré-pagamento sem contacto com corte de

fornecimento de energia ou pode estar situado no Leitor dos cartões *smart* sem contacto.

No momento da contratação ou renovação do serviço de fornecimento de energia eléctrica, a companhia de fornecimento de energia irá instalar um medidor electrónico com o sistema de pré-pagamento da presente invenção na habitação do utilizador 19 e irá entregar um cartão 15 *smart* sem contacto de pré-pagamento reutilizável previamente carregado com uma determinada quantidade de kWh pré-pagos num ponto 20 de venda. Numa modalidade preferida, o cartão 15 *smart* sem contacto de pré-pagamento irá ser personalizado com a informação memorizada na memória do microcontrolador, em que essa informação consiste no número do medidor, número de contrato, última data de carregamento do cartão, chaves de segurança [por exemplo: assinaturas digitais, tal como as especificadas no sistema de encriptação *Mifare*® (de tal modo que, na modalidade preferida, se utiliza uma chave A para descarregar uma determinada quantidade de kWh pré-pagos e uma B, que pode carregar e descarregar uma determinada quantidade de kWh pré-pagos num sector do cartão), ou um sistema de encriptação DES, etc.], quantidade de dados de kWh pré-pagos e quantidade de kWh pré-pagos a transferir para o medidor por descarga. Numa modalidade particularmente preferida, a memória do microcontrolador do cartão de pré-pagamento sem contacto está apta a receber e memorizar informação gerada pelo medidor electrónico respeitante à energia consumida pelo utilizador durante o tempo de vida do medidor e à violação do medidor.

De modo a iniciar o fornecimento de energia, o utilizador irá colocar o cartão 15 *smart* sem contacto de pré-pagamento junto do dispositivo 18 de leitura-escrita do medidor

electrónico sem contacto, este dispositivo de leitura-escrita do medidor electrónico irá validar o cartão 15 de pré-pagamento e irá descarregar, total ou parcialmente, a quantidade de kWh adquirida por pré-pagamento. A determinação da descarga total ou parcial da quantidade de kWh adquirida por pré-pagamento no cartão 15 para o medidor 18 irá depender do valor gravado no cartão respeitante à quantidade de kWh pré-pagos a transferir para o medidor por descarga, ou quando o crédito é menor que este valor de descarga. Na presente invenção, o termo "quantidade de kWh pré-pagos a transferir por descarga" consiste numa quantidade predeterminada definida pelo utilizador ou pela companhia de fornecimento de energia, considerando, por exemplo, que este número seria cinquenta, quando o cartão é colocado junto do medidor de pré-pagamento, as descargas irão ser de 50 em 50 kWh, excepto quando a quantidade de kWh pré-pagos que resta no cartão é inferior a 50, e, neste caso, será descarregada toda a quantidade de kWh pré-pagos, do cartão para o medidor. Simultaneamente, ou depois de descarregar a quantidade de kWh pré-pagos, o dispositivo de leitura-escrita sem contacto do medidor irá carregar toda a informação gerada pelo medidor electrónico respeitante à energia consumida pelo utilizador durante o tempo de vida do medidor no cartão, e a violação do medidor. O medidor 18 electrónico irá exibir, continuamente, no seu ecrã, a informação relativa à quantidade de fornecimento da energia eléctrica pré-paga que resta, para que o utilizador possa ter tempo para se dirigir a um terminal de ponto 20 de venda para recarregar o cartão 15 *smart* sem contacto. O terminal do ponto 20 de venda aceita, lê e escreve dados num e a partir de um cartão 15 *smart* de pré-pagamento específico para o sistema de pré-pagamento de medição de electricidade, tal como ordenado pelo programa do fornecedor. Tal como mencionado, o cartão pode ser recarregado num ponto 20

de venda, mas também descarrega os dados recolhidos pelo cartão relativos ao medidor electrónico para os enviar para a base 22 de dados de modo a que sejam analisados pela companhia fornecedora de energia. O terminal do ponto 20 de venda aceita quantidades tanto em pesos (ou em qualquer outro tipo de divisa consoante o país), como em kilowatts/hora, e comunica de volta esta transacção para o servidor 21 da companhia fornecedora do serviço, para que seja memorizada na base 22 de dados. No entanto, esta informação, tal como é gravada no cartão 15 *smart* de pré-pagamento, para que o utilizador descarregue a quantidade de kWh pré-pagos no medidor 18, terá a forma de kWh. Por conseguinte, o ecrã do medidor irá exibir esta informação de pré-pagamento na forma de kWh.

A Figura 2 ilustra um diagrama funcional simplificado do medidor electrónico, em blocos, que incorpora o sistema de pré-pagamento sem contacto para controlar o fornecimento de energia eléctrica e obter informação relevante sobre esta, apropriado a ser utilizado de acordo com uma modalidade preferida da presente invenção. O medidor 18 electrónico de energia com pré-pagamento inclui um cartão 9 de medição de energia eléctrica, um cartão de controlo de pré-pagamento sem contacto com cartão 3 de corte de fornecimento de energia, um dispositivo para cortar o fornecimento 1 de energia e uma antena 14.

O cartão 9 de medição de energia eléctrica inclui um módulo 10 de medição de energia que regista a energia eléctrica consumida pelo utilizador, um microcontrolador 11 que controla o funcionamento do módulo 10 de medição de energia, que tem uma memória *flash* para memorizar a informação da energia eléctrica pré-paga que é descarregada do cartão 3 de controlo de pré-pagamento sem contacto, bem como a informação gerada no módulo

10 de medição respeitante à energia consumida pelo utilizador durante o tempo de vida do medidor e a violação do medidor (por exemplo, desconexões, inversões, presença de derivações, etc.), um visor 13 de cristais líquidos controlado por um microcontrolador que exhibe, entre outras variáveis, a informação da energia disponível previamente paga pelo utilizador, quando é que se pode descarregar a quantidade de kWh pré-pagos do cartão 15 sem contacto, e informação especial que indica como é que o utilizador pode colocar o cartão junto ao medidor para iniciar a descarga da quantidade de kWh pré-pagos; e uma fonte 12 de alimentação independente para o módulo 10 de medição e microcontrolador 11 do cartão 9 de medição de energia. A fonte de alimentação funciona quando há fornecimento de energia eléctrica, e funciona, no máximo, durante um segundo, quando há uma falha no fornecimento, o que é tempo suficiente para fazer uma cópia de segurança da informação de qualquer transacção de energia.

O cartão 3 de controlo de pré-pagamento sem contacto com corte de fornecimento de energia é o módulo principal cuja função consiste em detectar e validar um cartão 15 de pré-pagamento, bem como controlar o sistema de pré-pagamento e o fornecimento de energia para o medidor. Numa modalidade preferida, o cartão 3 de controlo de pré-pagamento sem contacto e de corte de fornecimento de energia inclui: um elemento de leitura-escrita do cartão 8 *smart* sem contacto que também possui um gerador de radiofrequência, um microcontrolador 7, um detector de passagem por zero da fonte 6 de tensão CA, um controlador do elemento 5 de corte de fornecimento e uma fonte 4 de alimentação deste cartão 3 de controlo. O cartão 3 de controlo de pré-pagamento sem contacto com corte de fornecimento de energia nem sempre está à procura de um cartão 15 de pré-

pagamento sem contacto, dado que gastaria demasiada energia numa operação que só é raramente efectuada e, desse modo, a procura do cartão 15 de pré-pagamento só ocorre uns poucos segundos em cada minuto.

O elemento de leitura-escrita para o sistema de cartão de pré-pagamento sem contacto da presente invenção proporciona, em primeiro lugar, a informação do cartão 15 *smart* de pré-pagamento a um microcontrolador 11 do medidor 18 electrónico, por meio do microcontrolador 7. Em segundo lugar, o elemento de leitura-escrita para cartões 8 sem contacto proporciona a informação do microcontrolador 11 do medidor 18 para o cartão 15 *smart* através deste microcontrolador 7. A comunicação de informação entre o cartão 15 *smart* sem contacto e o medidor 18 electrónico é efectuada através de uma antena de circuito impresso e uma inserida no cartão de pré-pagamento sem contacto (do medidor e dos cartões 14 e 17 de pré-pagamento, respectivamente) que são sensíveis à banda de radiofrequência na qual se transmite. O elemento de leitura-escrita dos cartões 8 é, de um modo preferido, um circuito integrado que detecta a presença de um cartão de pré-pagamento sem contacto, interpreta os comandos do cartão de pré-pagamento sem contacto, e gera e envia um comando de potência de radiofrequência. Esta antena 14 também capta os diferentes comandos de potência de radiofrequência enviados, sendo o protocolo de transmissão de dados por radiofrequência o especificado na norma ISO 14443-3A, e mesmo o especificado pela norma ISO 14443-4A, ou qualquer outro protocolo de transmissão de dados por radiofrequência apropriado para esse objectivo.

O elemento de leitura-escrita do cartão 8 sem contacto gera e envia um comando de potência de radiofrequência através da antena 14 para o medidor 18. A alteração do comando de potência

de radiofrequência captada pela antena 14 é provocada pela presença de um cartão 15 *smart* de pré-pagamento sem contacto. Após o elemento de leitura-escrita do cartão 8 sem contacto detectar a presença de um cartão 15 de pré-pagamento, lê e transfere a quantidade pré-paga do cartão 15 de pré-pagamento sem contacto para o microcontrolador 7, após uma prévia verificação e validação do cartão 15 por meio de uma encriptação e desencriptação deste dispositivo de leitura-escrita dos cartões 8 sem contacto. Isto significa que o módulo de encriptação/desencriptação do dispositivo de leitura-escrita dos cartões 8 sem contacto verifica e valida, através de assinaturas digitais, a informação memorizada na memória do microcontrolador ou IC de utilização específica para cartões 16 de pré-pagamento do cartão 15, como, por exemplo, o número do medidor, número de contrato, última data de carregamento do cartão, chaves de segurança, quantidade de dados de kWh pré-pagos e quantidade de kWh pré-pagos a transferir para o medidor por descarga, etc. Se esta informação não for verificada e validada, o leitor não descarrega a quantidade ou informação de pré-pagamento do cartão 15 para o medidor 18 electrónico.

Depois do cartão 15 de pré-pagamento sem contacto ter sido verificado e validado, os dados da quantidade pré-paga do fornecimento de energia eléctrica são descarregados do cartão 15 *smart* sem contacto para o cartão 9 de medição de energia eléctrica, através do cartão 3 de controlo de pré-pagamento, em que o cartão 9 de medição de energia eléctrica tem como função reduzir a quantidade de energia à medida que o utilizador a está a consumir. De um modo geral, a informação da quantidade ou valor de kWh pré-pagos está memorizada na memória *flash* do microcontrolador 11 do cartão 9 de medição de energia eléctrica, e este microcontrolador 11 tem como função controlar a redução

da quantidade pré-paga do fornecimento de energia eléctrica à medida que o utilizador consome kWh com base na informação de consumo enviada por este módulo de medição de energia.

De um modo alternativo, a informação relevante relativamente a dados históricos do medidor que irá ser gravada no cartão 15 *smart* de pré-pagamento sem contacto também seria memorizada na memória *Flash* do microcontrolador 11 do cartão 9 de medição. Por conseguinte, a troca de informações entre o medidor 18 electrónico e o cartão 15 *smart* é feita, particularmente, pelo microcontrolador 7 do cartão 3 de controlo de pré-pagamento e pelo microcontrolador 11 do cartão de medição através de uma interface série. Por outras palavras, o microcontrolador 11 é o elemento que memoriza a informação na sua memória *Flash*, enquanto o microcontrolador 7 detecta a presença de um cartão 15, lê os dados memorizados na memória *Flash* do microcontrolador 11 através de uma interface série e também lê os dados do cartão 15 de pré-pagamento através do dispositivo de leitura-escrita dos cartões 8 de pré-pagamento, e funciona como intermediário para transferir a informação de um sistema para outro.

Numa modalidade alternativa da presente invenção, o sistema de pré-pagamento para medidores de energia eléctrica por cartão *smart* sem contacto inclui um dispositivo automático de corte do fornecimento de energia eléctrica ao utilizador 19. No que se refere, em particular, à Figura 2, mostra-se que o cartão de controlo de pré-pagamento também inclui um detector 6 de passagem por zero de energia eléctrica e um dispositivo 5 controlador de corte de fornecimento que gere um dispositivo que corta/restabelece o fornecimento de energia 1. Numa modalidade preferida da presente invenção, o microcontrolador 7 do cartão 3

de controlo de pré-pagamento sabe quanta energia eléctrica falta consumir pelo utilizador, porque lê esta informação no cartão 9 de medição de energia eléctrica. Por conseguinte, o microcontrolador 7 irá controlar o fornecimento ou cortar a energia eléctrica ao utilizador 19.

Tipicamente, o corte de energia eléctrica ao utilizador 19 irá ocorrer quando a quantidade disponível de energia memorizada no cartão 9 de medição de energia eléctrica do medidor 18, que é lida pelo microcontrolador 7, for igual a zero. O fornecimento de energia eléctrica irá ser restabelecido quando a quantidade disponível memorizada no cartão 9 de medição de energia eléctrica, que é lida pelo microcontrolador 7, for superior a zero. O microcontrolador 7 do cartão 3 de pré-pagamento irá ler continuamente a quantidade disponível de energia eléctrica para o utilizador a partir do cartão 9 de medição de energia.

O corte ou restabelecimento de fornecimento de energia é proporcionado por um controlador de um dispositivo 5 de corte de fornecimento e de alarme de falhas de energia, em que o dispositivo 1 de corte/restabelecimento de fornecimento poderia ser, numa modalidade preferida, um relé. O fornecimento de energia poderia ser cortado pelo controlador 5 de relé e alarme de falhas de energia, tendo o controlador 5 a função de, tanto abrir como fechar o relé 1, quando o microcontrolador 7 o exige através de um comando de corte ou abertura, em que o controlador 5 abre ou fecha o relé por meio de um dispositivo 2 de estado sólido. Do mesmo modo, o controlador 5 de relé e alarme de falha de energia também informa o microcontrolador 7 se houver uma falha de energia, sendo estas falhas de energia eléctrica detectadas por um detector 6 de passagem por zero, de modo a que se tomem as precauções necessárias e a informação não se perca

durante uma qualquer falha do fornecimento de energia. Todos estes dispositivos são alimentados pela fonte 4 de alimentação.

Quando o microcontrolador 7 lê que uma quantidade disponível de energia memorizada no cartão de medição de energia é igual a zero, este microcontrolador 7 irá enviar um comando de corte para o controlo 5 de relé e falha de energia. O controlo 5 de relé e falha de energia inclui um microcontrolador (não mostrado) que possui três portas de entrada e duas portas de saída. Uma porta de entrada do microcontrolador serve para indicar se se deve fechar o relé de corte do fornecimento de energia 1. Outra porta de entrada do microcontrolador serve para indicar se se deve abrir o relé de corte ou fornecimento de energia 1, enquanto a última porta de entrada do microcontrolador indica a linha CA de passagem por zero (ou seja, quando o circuito é ligado à terra ou está com zero volts), em que o comando que indica a passagem por zero também indica a polaridade depois de se ter atravessado o fornecimento de CA. Por outras palavras, esta última porta indica o momento em que a fase se torna positiva relativamente ao neutro (ou seja, a ligação à terra do cartão 3 do módulo de pré-pagamento) e vice-versa (a fase tornou-se negativa relativamente ao neutro). Esta função é dada pelo detector 6 de passagem por zero da energia eléctrica (este é um circuito detector de nível com histerese implementado por Amplificadores Operacionais e um divisor de tensão), sendo a passagem por zero utilizada para duas finalidades: uma é quando o microcontrolador do controlo 5 do relé de falha de energia (não mostrado) detecta que não há passagens por zero e, desse modo, assume que o fornecimento de energia eléctrica foi suspenso, o que irá gerar uma falta de fornecimento de energia eléctrica no cartão 3 de controlo de pré-pagamento sem contacto com corte de fornecimento de energia,

enviando, nesse momento, por uma das suas saídas, um comando para indicar ao microcontrolador 7 que deve guardar a informação conveniente para manter o seu bom funcionamento e para não perder os dados das transacções que poderiam estar a ser implementadas. A segunda finalidade consiste na função de abrir e fechar o relé 1, em que para se fechar o relé o mesmo deve receber um comando de corrente contínua (CC) entre os seus terminais de activação, e para o abrir, este também deve receber um comando CC mas de modo inverso ao comando que o fecha, desse modo, para o activar após a detecção de uma passagem por zero e da polaridade do fornecimento eléctrico de CA, pode-se abrir o relé activando um dispositivo 22 de estado sólido quando a polaridade da fase é negativa relativamente ao neutro e pode-se fechá-lo activando o dispositivo 2 de estado sólido quando a fase é positiva relativamente ao neutro. Pelo contrário, quando o microcontrolador 7 lê uma quantidade disponível de energia superior a zero, este microcontrolador 7 irá enviar um comando de fornecimento ao microcontrolador do controlo do relé e alarme de falhas, que activa o dispositivo 2 de estado sólido do detector 6 da passagem da energia por zero durante um ciclo de linha positivo. Deve compreender-se que o dispositivo 5 controlador de corte de fornecimento e do alarme de falhas de energia poderia ser incorporado num pequeno cartão, ou como uma função adicional do microcontrolador 7 do cartão 3 de pré-pagamento e de corte de fornecimento de energia sem contacto.

Conforme mencionado anteriormente, o cartão 15 *smart* irá ser reutilizável e específico para cada medidor; isto significa que só deve ser utilizado num medidor específico. O cartão *smart* inclui um microcontrolador ou circuito de utilização específica em cartões 16 de pré-pagamento sem contacto e uma antena 17. A informação personalizada do cartão é gravada na memória interna

do microcontrolador 16. O cartão *smart* poderia ter, de um modo preferido, o tamanho de um cartão de crédito convencional e satisfazer ainda a norma ISO 14443-1, 14443-2, 14443-3, 14443-4, embora isso não seja obrigatório. Do mesmo modo, a utilização de cartões *smart* de pré-pagamento sem contacto num sistema de pré-pagamento de fornecimento de energia eléctrica para medidores de electricidade da presente invenção obedece a três funções principais: 1) descarregar a quantidade de kWh pré-pagos a integrar no medidor electrónico de energia; 2) receber os dados da energia consumida durante todo o tempo de vida do medidor e da violação do medidor, tal como desconexões, inversões e presença de derivações, sem a necessidade de contratar um leitor ou incorporar sistemas sofisticados e dispendiosos; e 3) evitar falhas e desgaste mecânico do medidor.

Em funcionamento, o sistema de pré-pagamento de energia eléctrica por intermédio de cartões *smart* sem contacto da presente invenção é carregado para o medidor através do cartão de controlo de pré-pagamento sem contacto com corte de fornecimento de energia, que efectua as operações de detecção e validação de um cartão de pré-pagamento, bem como o controlo do sistema de pré-pagamento e fornecimento de energia ao medidor de acordo com o fluxograma das Figuras 3 e 3A. De um modo particular, o microcontrolador 7 do cartão 3 de controlo de pré-pagamento sem contacto e corte de fornecimento de energia controla o sistema de pré-pagamento da presente invenção, bem como as comunicações respeitantes ao pré-pagamento entre o medidor 18, cartão 15 de pré-pagamento e cartão 9 de medição de energia, e funciona de modo independente em relação ao restantes microcontroladores do sistema.

Antes de iniciar as funções de controlo e comunicação, o microcontrolador 7 inicializa as portas série de comunicação com as quais irá comunicar com o microcontrolador 11 e configura o dispositivo de leitura-escrita do cartão 8 *smart* sem contacto de modo a que este funcione de acordo com, por exemplo, a norma ISO 14443-4A. Depois das portas serem inicializadas e o dispositivo de leitura-escrita configurado, o microcontrolador 7 lê os dados memorizados no cartão 9 de medição de energia eléctrica, tais como o número de série do cliente, kWh memorizados durante o tempo de vida do medidor, número de desconexões, número de inversões, derivações e energia acumulada durante a presença de derivações (o número de série do medidor só irá ser lido nesta parte do programa porque nunca se altera). Depois de ler os dados, um temporizador interno do microcontrolador 7 é inicializado de modo a gerar uma interrupção a cada 70 milissegundos para que este microcontrolador 7 efectue uma tarefa específica. O microcontrolador 7, em seguida, é fixado num estado inactivo, o que significa que interrompe a execução de tarefas e fica num estado "adormecido" para poupar o máximo de energia, sendo a poupança de energia de vital importância para satisfazer as normas e evitar perdas monetárias desnecessárias a favor das companhias fornecedoras de energia. O microcontrolador 7 só sairá do estado inactivo pela interrupção do temporizador ou pela interrupção da falha do fornecimento de energia. Por conseguinte, o microcontrolador 7 do cartão 3 de controlo de pré-pagamento sem contacto com corte de fornecimento de energia fica à espera de uma interrupção, e o microcontrolador irá manter-se nesta condição a maior parte do tempo.

Deste modo, se o temporizador gerar um comando de interrupção (bloco 90) o microcontrolador 7 sai do estado

inactivo e lê o saldo do medidor, os kWh acumulados, o número de desconexões, interrupções, derivações e inversões (bloco 100). Caso contrário, o microcontrolador 7 regressa ao estado inactivo para poupar o máximo de energia enquanto espera por um comando de interrupção (bloco 80).

Depois do microcontrolador 7 cumprir a função de leitura dos dados memorizados no cartão 9 de medição de energia (bloco 100), este verifica e altera o estado do relé relativamente ao saldo de pré-pagamento do utilizador. O microcontrolador 7 com base na informação obtida no bloco 100 verifica se este saldo pré-pago de fornecimento é superior a 0 (bloco 110), se o crédito não for superior a zero, então verifica se o relé 1 está aberto (bloco 120). Se o resultado da verificação do estado do relé 1 do bloco 120 for negativo, então o microcontrolador 7 envia um comando para o controlador do dispositivo 5 de corte de fornecimento e alarme de falha de energia que executa a função de abertura do relé 1 (bloco 130) para cortar o fornecimento de energia eléctrica ao medidor 18. Depois de abrir o relé 1 no bloco 130, o microcontrolador 7 lê a informação exibida no LCD do medidor 18 (bloco 160). No entanto, se o resultado que é determinado no bloco 120 for satisfatório, isto significa que o relé 1 está aberto e, então, o microcontrolador 7 lê a informação exibida no ecrã do medidor 18 (bloco 160).

Caso contrário, se o saldo lido no bloco 110 for superior a zero, então o microcontrolador 7 verifica se o relé 1 está fechado (bloco 140). Se o resultado da verificação do estado do relé 1 do bloco 140 for negativo, então o microcontrolador 7 envia um comando para o controlador do dispositivo 5 de corte de fornecimento e alarme de falha de energia que irá executar a função de fechar o relé 1 (bloco 150) para permitir o

fornecimento de energia eléctrica ao medidor 18. Depois de fechar o relé 1 no bloco 150, o microcontrolador 7 lê a informação exibida no ecrã do medidor 18 (bloco 160). De qualquer modo, se o resultado que é determinado no bloco 140 for afirmativo, isto significa que o relé 1 está fechado, e, então, o microcontrolador 7 lê a informação exibida no ecrã do medidor 18 (bloco 160).

Logo após a verificação do estado do relé 1, tal como descrito nos blocos 110 a 160, o microcontrolador 7 verifica, através do microcontrolador do módulo 10 de medição de energia, que ecrã é exibido no medidor (bloco 170). Se o ecrã exibido no bloco 170 for o do "pré-pagamento", então o microcontrolador 7 verifica se o gerador de radiofrequência do elemento 8 de leitura-escrita do cartão *smart* sem contacto está ligado (bloco 180) e, em seguida, inicia a procura de um cartão de pré-pagamento. Se a determinação no bloco 180 for negativa, gera-se um comando para ligar a radiofrequência (bloco 190) e, em seguida, o microcontrolador 7 regressa ao estado inactivo para poupar o máximo de energia enquanto espera por um comando de interrupção (bloco 80) e reinicia a rotina descrita nos blocos 90 a 180. Em caso afirmativo, no bloco 180, isso significa que a radiofrequência está ligada e, em seguida, o comando de radiofrequência começará a ser emitido através da antena 14 para detectar a presença de um cartão 15 *smart* sem contacto nas imediações (bloco 220).

Quando o ecrã exibido no bloco 170 corresponde a "kWh, inversões, desconexões, derivações", o microcontrolador 7 verifica se a emissão de radiofrequência (bloco 200) está desligada, caso a emissão de radiofrequência esteja desligada, o microcontrolador 7 regressa ao estado inactivo para poupar o

máximo de energia enquanto espera por um comando de interrupção (bloco 80) e reinicia a rotina descrita nos blocos 90 a 180. Se o resultado da verificação do estado da emissão de radiofrequência for negativo, isto significa que a emissão de radiofrequência está ligada e, então, o microcontrolador 7 desliga ou desactiva a emissão de radiofrequência (bloco 210) e, em seguida, o microcontrolador 7 regressa ao estado inactivo para poupar o máximo de energia enquanto espera por um comando de interrupção (bloco 80) e reinicia a rotina descrita nos blocos 90 a 180.

Depois do microcontrolador 7 ter efectuado as funções de leitura dos dados memorizados no cartão 9 de medição de energia, verificar e alterar o estado do relé 1, e confirmar se o LCD é exibido no medidor para activar/desactivar a emissão de radiofrequência, prossegue para detectar a presença de um cartão 15 *smart* de pré-pagamento sem contacto e efectuar a transacção da descarga de pré-pagamento.

Como mencionado anteriormente, quando o microcontrolador confirma que a radiofrequência está ligada, o microcontrolador emitirá um comando de radiofrequência através da antena 14 executando uma função de chamada de procura de cartões 15 (bloco 220) de acordo com a norma ISO 14443-3A. Depois da chamada de procura dos cartões do bloco 220 se ter efectuado, o microcontrolador 7 verifica se existe um cartão 15 *smart* no campo de detecção (bloco 230). Se um cartão *smart* estiver no campo de detecção no bloco 230, efectua-se (bloco 240) uma anticolisão para determinar se há mais do que um cartão *smart* no campo de detecção (no caso de haver mais do que um cartão 15 *smart*, um será desactivado de acordo com a norma ISO 14443-3A). Se não houver qualquer cartão 15 *smart* no campo de detecção

neste bloco 230, o microcontrolador 7 regressa para poupar o máximo de energia enquanto espera por um comando de interrupção (bloco 80) e reinicia a rotina descrita nos blocos 90 a 180.

Depois de um cartão ser detectado dentro do campo, o sistema selecciona o cartão (bloco 250) de acordo com o protocolo de transmissão de dados por radiofrequência (por exemplo, como especificado na norma ISO 14443-3A, e mesmo como especificado pela norma ISO 14443-4A). Depois de seleccionar o cartão no bloco 250, o microcontrolador 7 autentica o cartão pela assinatura digital de descarga da quantidade de kWh pré-pagos e com o número de série do medidor (bloco 260). O microcontrolador, em seguida, verifica se o cartão *smart* corresponde ao medidor (bloco 270), e se o cartão não corresponder a este medidor, o microcontrolador 7 regressa ao estado inactivo para poupar o máximo de energia enquanto espera por um comando de interrupção (bloco 80) e reinicia a rotina descrita nos blocos 90 a 180. No entanto, se o cartão corresponder a este medidor, o microcontrolador irá ler o saldo do cartão (bloco 280). Nesta altura, o microcontrolador 7 verifica se o cartão *smart* de pré-pagamento tem crédito (bloco 290), se a determinação no bloco 290 for negativa, o microcontrolador 7 regressa ao estado inactivo para poupar o máximo de energia enquanto espera por um comando de interrupção (bloco 80) e reinicia a rotina descrita nos blocos 90 a 180. Se se determinar que o resultado da verificação do bloco 290 é afirmativo, então o microcontrolador irá permitir a descarga do crédito do cartão 15 *smart* na memória *Flash* do microcontrolador 11 do cartão 9 de medição de energia pelo cartão de controlo de pré-pagamento sem contacto (bloco 300). Pode acontecer que nem todo o crédito de pré-pagamento seja descarregado numa única descarga, dado que o crédito a descarregar depende da quantidade

memorizada no cartão na variável "Quantidade de kWh pré-pagos a transferir por descarga". Logo após a descarga do crédito no bloco 300, o sistema lê o crédito restante no medidor (bloco 310) e acrescenta o crédito descarregado a partir do cartão 15 para o crédito restante no medidor (bloco 320). O novo valor de crédito pré-pago que resulta da operação efectuada no bloco 320 é enviado para a memória *Flash* do medidor de energia (bloco 330) pelo microcontrolador 11. Depois de receber o novo valor de crédito ou, ao mesmo tempo, o microcontrolador 11 envia, para o cartão 15 *smart* (bloco 340) a informação gerada no módulo 10 de medição respeitante à energia consumida pelo utilizador durante o tempo de vida do medidor e à violação do medidor (por exemplo, tal como desconexões, inversões, presença de derivações, etc.). Depois de enviar a informação para o cartão 15 *smart*, o microcontrolador 7 regressa ao estado inactivo para poupar o máximo de energia enquanto espera por um comando de interrupção (bloco 80) e reinicia a rotina descrita nos blocos 90 a 180.

Embora se tenham ilustrado e descrito formas de realização particulares da presente invenção, é óbvio para os especialistas na técnica que se podem efectuar diversas alterações e modificações sem que haja um afastamento do espírito e âmbito da invenção. Por conseguinte, as reivindicações anexas têm como função proteger quaisquer alterações e modificações abrangidas pela presente invenção.

Lisboa, 1 de Fevereiro de 2008

REIVINDICAÇÕES

1. Método de pré-pagamento de energia eléctrica utilizando: i) um cartão *smart* sem contacto previamente carregado com uma quantidade de serviço; ii) um medidor electrónico de energia eléctrica compreendendo meios internos de leitura-escrita de cartões *smart* sem contacto localizados no medidor electrónico; e iii) um terminal de ponto de vendas possuindo um par de módulos de segurança, um servidor ligado por uma interface de comunicações para um sistema de cobranças que se mantém informado relativamente às contas dos clientes e à informação memorizada na base de dados do fornecedor; sendo o método caracterizado por compreender as etapas de:

emitir um sinal de radiofrequência a partir do medidor electrónico por meio de um painel de controlo de pré-pagamento sem contacto;

detectar a presença de um cartão *smart* de pré-pagamento sem contacto dentro do campo de detecção do medidor de serviço electrónico, em que o medidor de serviço electrónico é estanque ao ar e à água;

trocar informação entre o medidor electrónico e o cartão *smart* sem contacto por meio de radiofrequência;

autenticar, mutuamente, o cartão *smart* de pré-pagamento e os meios internos de leitura-escrita de cartões *smart* sem contacto, por meio de duas ou

mais assinaturas digitais e do número de série do medidor;

determinar se o cartão *smart* de pré-pagamento sem contacto tem um crédito superior a zero no montante dos kWh pré-pagos;

descarregar e memorizar a quantidade de kWh pré-pagos do cartão *smart* de pré-pagamento na memória do medidor electrónico; e

gravar toda a informação gerada relativamente ao estado do medidor para o cartão *smart* de pré-pagamento sem contacto, em que a informação obtida consiste na energia consumida pelo utilizador durante o tempo de vida do medidor, no crédito do medidor e na violação do medidor, tais como o número de desconexões, interrupções, derivações e energia acumulada durante a utilização de derivações e inversões

2. Método de pré-pagamento de energia eléctrica de acordo com a reivindicação 1, caracterizado ainda por a etapa de detectar a presença de um cartão *smart* de pré-pagamento sem contacto dentro do campo de detecção do medidor de serviço electrónico incluir ainda as etapas de:

determinar se há mais do que um cartão *smart* de pré-pagamento sem contacto no campo de detecção do medidor de energia eléctrica; e

seleccionar o cartão *smart* de pré-pagamento sem contacto de acordo com um protocolo de transmissão de dados por radiofrequência previamente determinado.

3. Método de pré-pagamento de energia eléctrica de acordo com a reivindicação 1, caracterizado ainda por a etapa de descarga da quantidade de kWh pré-pagos do cartão *smart* de pré-pagamento para o medidor electrónico poder ser parcial ou total dependendo da quantidade predeterminada gravada no cartão *smart* de pré-pagamento sem contacto.
4. Método de pré-pagamento de energia eléctrica de acordo com as reivindicações 1 e 3, caracterizado ainda por a etapa de descarga da quantidade de kWh pré-pagos do cartão *smart* de pré-pagamento para o medidor electrónico incluir as etapas de:
 - ler o crédito restante no medidor;
 - adicionar o crédito total ou parcial descarregado do cartão *smart* para o saldo restante no medidor; e
 - memorizar o novo valor do crédito pré-pago no medidor.
5. Método de pré-pagamento de energia eléctrica de acordo com a reivindicação 1, caracterizado ainda por a informação transferida do medidor electrónico e gravada no cartão *smart* de pré-pagamento sem contacto consistir no factor de potência, qualidade da linha e desconexões, inversões, presença de derivações e acções semelhantes.
6. Método de pré-pagamento de energia eléctrica de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado ainda por os meios internos de leitura-escrita do cartão *smart* sem contacto do medidor electrónico serem activados

durante alguns segundos para detectar a presença de um cartão *smart* sem contacto dentro do campo de detecção, executando o processo de autenticação para a transmissão de dados; e poupando energia à companhia fornecedora de energia.

7. Método de pré-pagamento de energia eléctrica de acordo com a reivindicação 1, caracterizado ainda por compreender as etapas de:

ler o crédito na memória do medidor electrónico;

verificar se o crédito é superior a 0;

verificar o estado do dispositivo automático de corte de fornecimento para determinar se está aberto ou fechado; e

gerar um sinal para abrir ou fechar o dispositivo automático de corte de fornecimento de energia eléctrica com base no crédito pré-pago real;

em que, quando o crédito é superior a 0, é gerado um sinal para fechar o dispositivo automático de corte de fornecimento para permitir o fornecimento de energia eléctrica para o medidor, e quando o saldo não é superior a 0 é gerado um sinal para abrir o dispositivo automático de corte de fornecimento para cortar o fornecimento de energia eléctrica ao utilizador.

8. Método de pré-pagamento de energia eléctrica de acordo com a reivindicação 1, caracterizado ainda por a informação gerada relativamente ao estado do medidor, dados relacionados com o fornecimento de energia e violação do medidor são memorizados na memória do medidor electrónico; em que a informação gravada neste cartão *smart* sem contacto é descarregada sempre que o utilizador recarga com kWh pré-pagos este cartão reutilizável, para uma base de dados através de um ponto de vendas para uma análise posterior pela companhia fornecedora de energia.

9. Método de pré-pagamento de energia eléctrica para medidores electrónicos de acordo com a reivindicação 1, caracterizado ainda por a informação obtida consistir na energia consumida pelo utilizador durante o tempo de vida do medidor, no crédito do medidor e na violação do medidor, tais como o número de desconexões, interrupções, derivações e energia acumulada durante a utilização de derivações e inversões.

10. Sistema de pré-pagamento e controlo de fornecimento de energia eléctrica compreendendo:

um cartão *smart* sem contacto para um medidor electrónico estanque ao ar e à água;

um medidor electrónico do tipo que inclui um painel de medição de energia eléctrica compreendendo um módulo de medição que regista a energia eléctrica consumida pelo utilizador;

um microcontrolador para controlar o funcionamento do módulo de medição de energia, que possui uma memória *flash* para memorizar informação gerada no módulo de medição respeitante à energia consumida pelo utilizador durante o tempo de vida do medidor e à violação do medidor;

um visor de cristais líquidos para exibir informação relativa ao estado do medidor;

uma fonte de alimentação independente para o referido módulo de medição de energia e para o referido microcontrolador;

um terminal de ponto de vendas possuindo um par de módulos de segurança, um servidor ligado por uma interface de comunicações para um sistema de cobranças que se mantém informado relativamente às contas dos clientes e à informação memorizada na base de dados do fornecedor;

caracterizado por o medidor electrónico de energia eléctrica compreender:

a) um controlo de pré-pagamento sem contacto e um painel de corte de fornecimento de energia, em que o painel de controlo inclui:

i) um elemento de leitura-escrita sem fios do cartão *smart* sem contacto para: detectar a presença de um cartão *smart* de pré-pagamento sem contacto; interpretar os comandos do cartão *smart* de pré-pagamento sem contacto e gerar e enviar um sinal de potência de radiofrequência; em que o

elemento de leitura-escrita sem fios do cartão *smart* sem contacto incluir ainda um módulo de encriptação/desencriptação para: verificar e validar a autenticidade do cartão de pré-pagamento; codificar os dados transferidos; e verificar a validade da informação gravada na memória do microcontrolador de utilização específica para cartões de pré-pagamento deste cartão de pré-pagamento sem contacto antes de o descarregar.

ii) um microcontrolador para trocar informação entre os meios de leitura-escrita de cartões de pré-pagamento e o microcontrolador do módulo de medição de energia, em que o referido microcontrolador lê a quantidade disponível de energia eléctrica do utilizador no painel de medição de energia;

iii) um detector de passagem por zero da energia eléctrica que envia um sinal para o microcontrolador quando surge uma falha de energia para evitar a perda de informação durante a falha de fornecimento eléctrico, e abre ou fecha um relé;

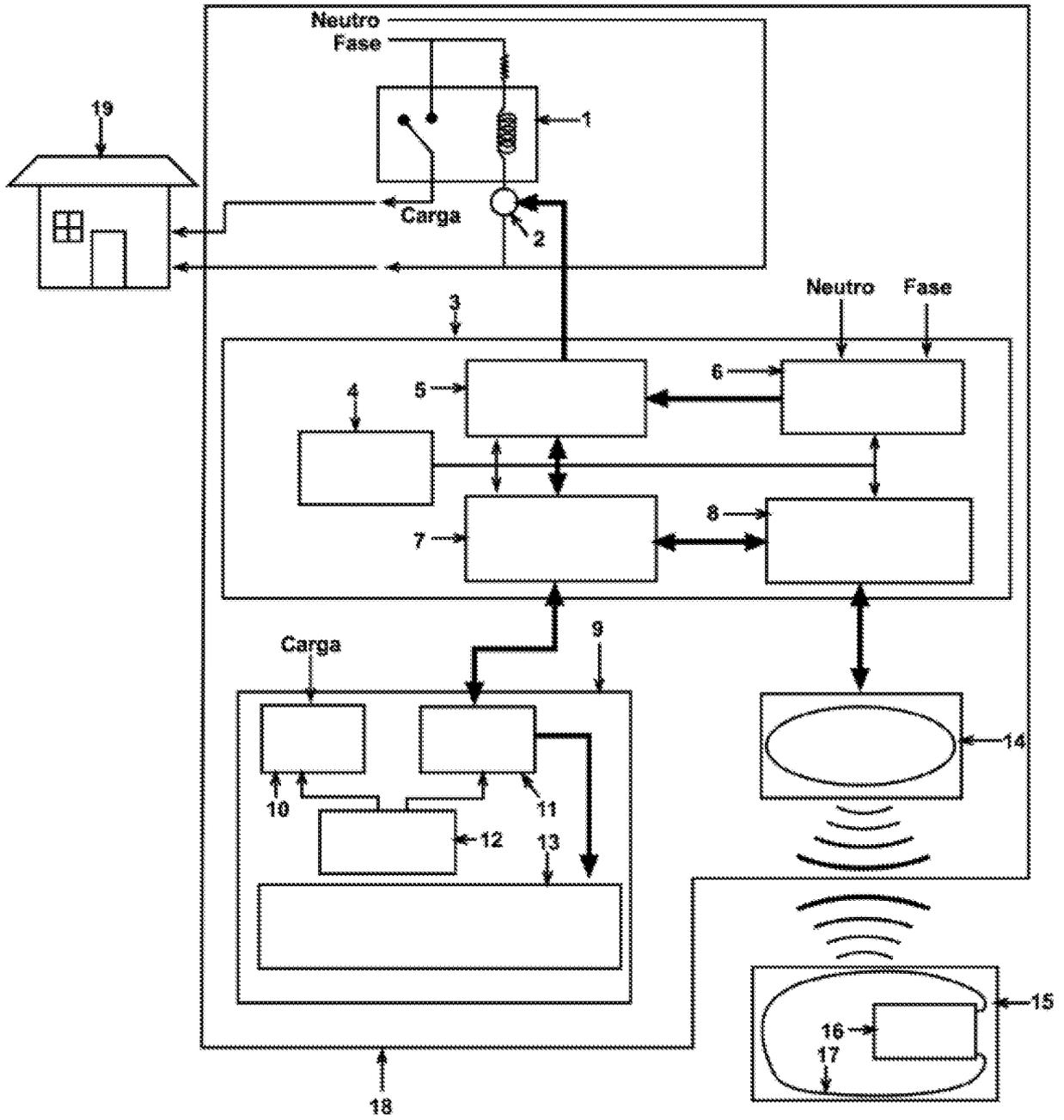
iv) um controlador do dispositivo de corte de energia para abrir e fechar este dispositivo de corte quando o microcontrolador o requer, através de um sinal de corte ou abertura;

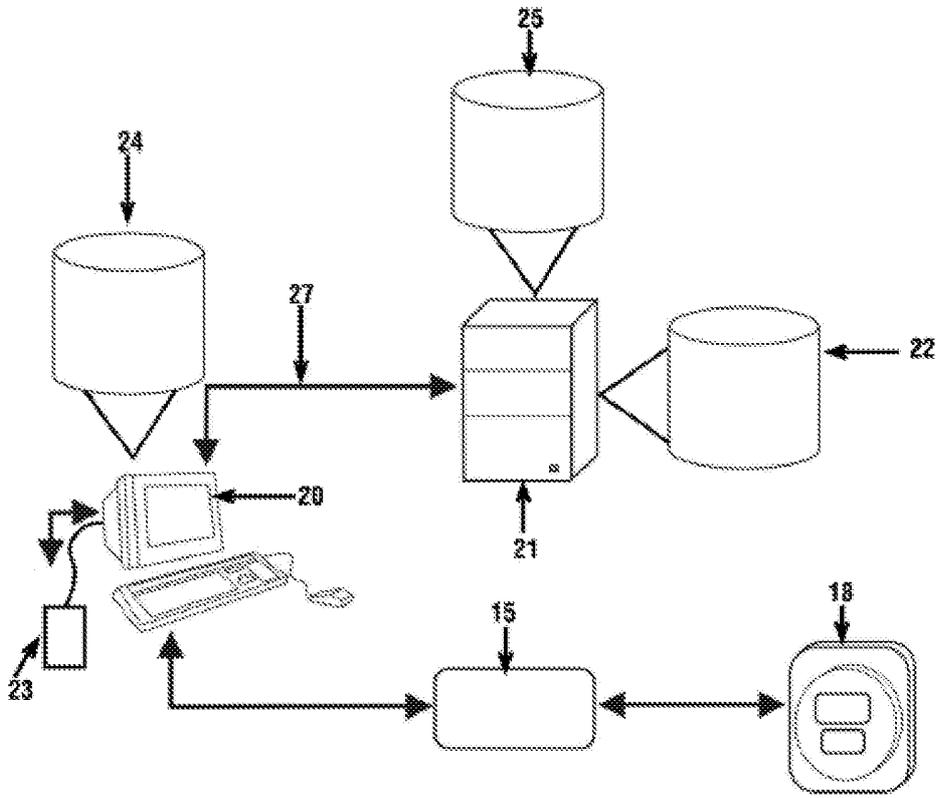
- v) uma fonte de alimentação do painel de controlo de pré-pagamento, em que a fonte de alimentação funciona quando há fornecimento de energia eléctrica, e funciona, no máximo, durante um segundo quando há uma falha de fornecimento, que é o tempo suficiente para fazer uma cópia de segurança da informação relativa a qualquer transacção de energia;
 - b) um dispositivo de corte de fornecimento de energia;
 - e
 - c) um elemento de transmissão/recepção de sinal.
11. Sistema de pré-pagamento e controlo de acordo com a reivindicação 10, caracterizado ainda por os meios de leitura-escrita de cartões sem contacto também incluírem um módulo de encriptação/descriptação para verificar e validar a autenticidade do cartão de pré-pagamento, codificar os dados transferidos e verificar a validade da informação gravada na memória do microcontrolador ou circuito impresso de utilização específica para cartões de pré-pagamento deste cartão de pré-pagamento sem contacto antes de o descarregar.
12. Sistema de pré-pagamento e controlo de acordo com a reivindicação 10, caracterizado ainda por a informação que verifica e valida o dispositivo de leitura-escrita sem contacto poder ser o número do medidor, número de contrato, última data de carregamento do cartão, chaves de segurança, dados da quantidade de kWh pré-pagos e/ou quantidade de kWh pré-pagos a transferir para o medidor por descarga.

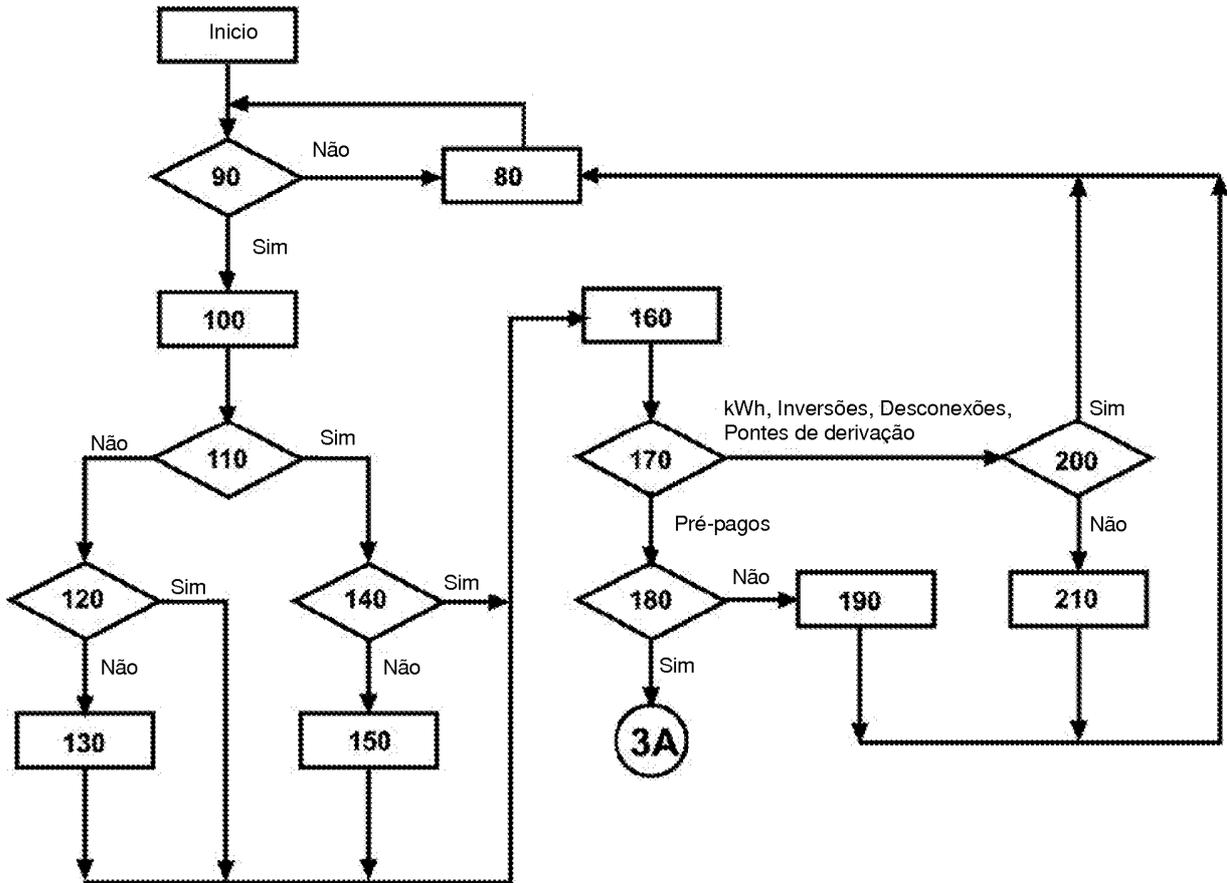
13. Sistema de pré-pagamento e controlo de acordo com a reivindicação 10, caracterizado ainda por os dados da quantidade pré-paga de energia eléctrica descarregada a partir do painel de controlo de pré-pagamento sem contacto serem memorizados na memória *flash* do microcontrolador do módulo de medição.

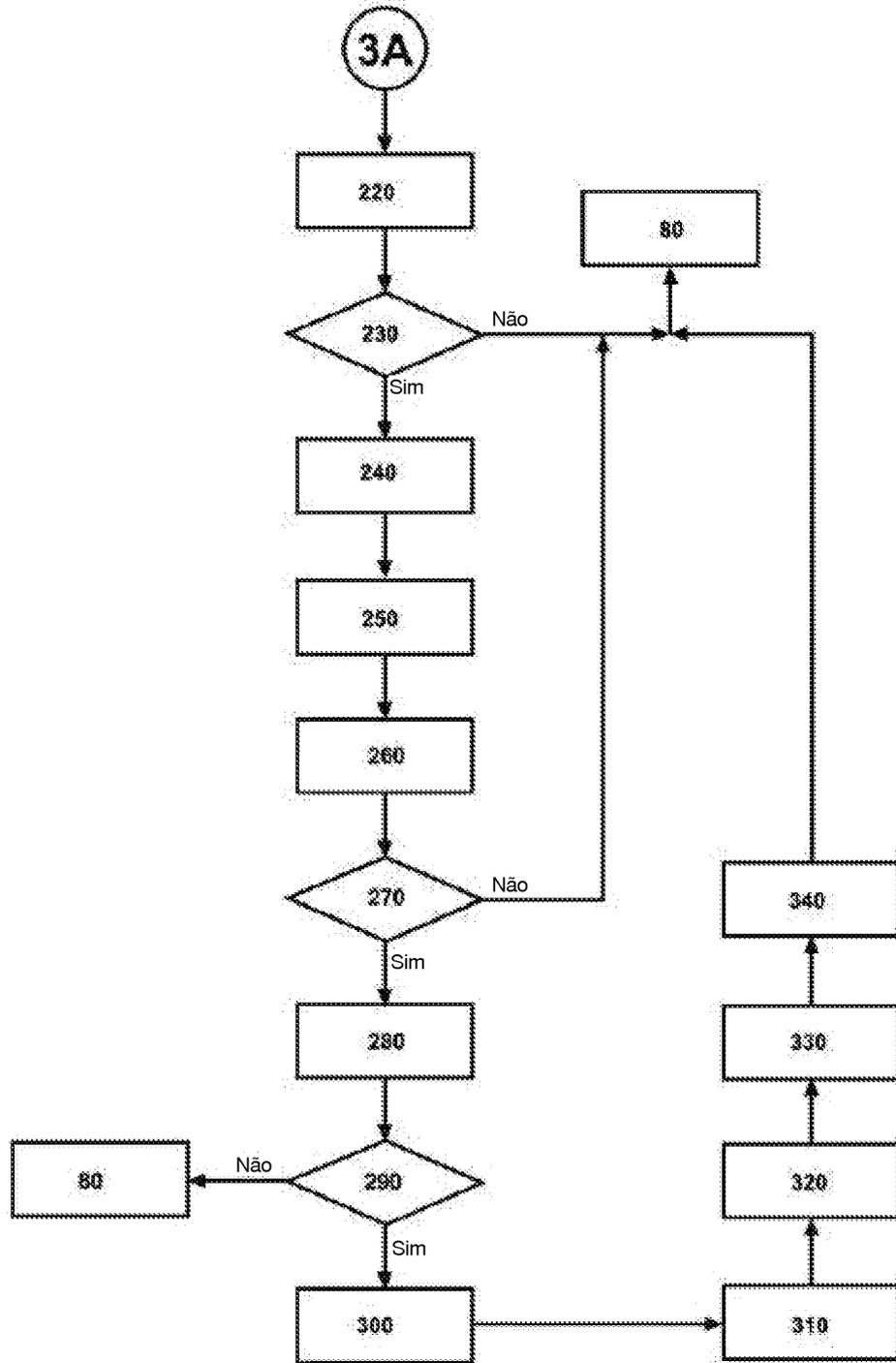
14. Sistema de pré-pagamento e controlo de acordo com a reivindicação 10, caracterizado ainda por o visor de cristais líquidos do medidor exibir a informação da energia disponível previamente paga pelo utilizador, bem como quando é que se pode descarregar a quantidade de kWh pré-pagos a partir de um cartão de pré-pagamento sem contacto, e também incluir informação especial que indica ao utilizador como é que se coloca o cartão junto do medidor para iniciar a descarga da quantidade de kWh pré-pagos.

Lisboa, 1 de Fevereiro de 2008









RESUMO

"SISTEMA DE PRÉ-PAGAMENTO PARA MEDIDORES DE ENERGIA UTILIZANDO CARTÕES *SMART* SEM CONTACTO COM UM DISPOSITIVO AUTOMÁTICO DE CORTE DE FORNECIMENTO"

A invenção refere-se à utilização de um medidor compreendendo apenas uma única peça, completamente coberta, e que não entra em contacto com o exterior, incluindo um sistema de pré-pagamento e um método mais eficiente de controlo do fornecimento de energia eléctrica e de obtenção de informação relevante do medidor utilizando cartões *smart* sem contacto.