

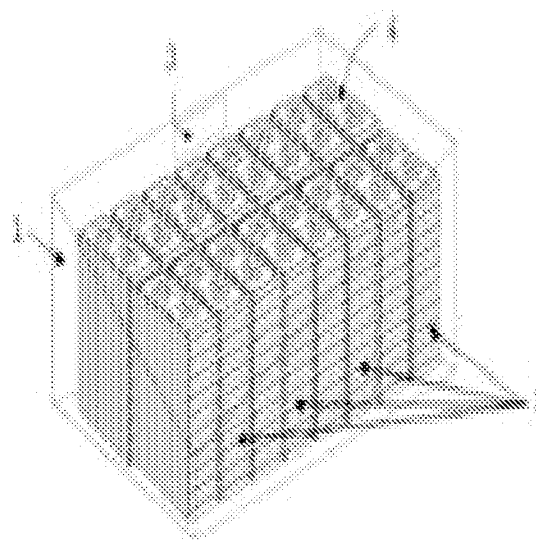
(12) **FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: 2019.04.09	(73) Titular(es): INSTITUTO POLITÉCNICO DE SETÚBAL	
(30) Prioridade(s):	EDIFÍCIO SEDE - CAMPUS DO IPS 2910-761	
(43) Data de publicação do pedido: 2020.10.09	ESTEFANILHA	PT
(45) Data e BPI da concessão: 2021.08.06 156/2021	TRANSVETRA- TRANSFORMAÇÃO DE	PT
	VEÍCULOS LDA.	
	(72) Inventor(es):	
	VICTOR ANTUNES	PT
	ANA ANTUNES	PT
	JOSÉ SOUSA	PT
	JOSÉ MAIA	PT
	MARTIM AFONSO DORNELLAS CYSNEIROS	PT
	(74) Mandatário:	
	MANUEL BASTOS MONIZ PEREIRA	
	RUA DOS BACALHOEIROS, 4 1100-070 LISBOA	PT

(54) Epígrafe: **SISTEMA DE GESTÃO DE CÉLULAS DE BATERIAS DE TRAÇÃO DE IÕES DE LÍTIO COM COMUNICAÇÕES POR INFRAVERMELHOS E ARQUITECTURA DISTRIBUÍDA E MÉTODO DE IMPLEMENTAÇÃO**

(57) Resumo:

ESTA INVENÇÃO REFERE-SE A UM SISTEMA DE GESTÃO DE BATERIAS DE TRAÇÃO, DE IÕES DE LÍTIO, COM UMA ARQUITETURA TOTALMENTE DISTRIBUÍDA, DO TIPO MESTRE-ESCRAVO, EM QUE OS CIRCUITOS RESPONSÁVEIS PELA MONITORIZAÇÃO DAS CÉLULAS DA BATERIA, DESIGNADOS POR ESCRAVOS, TÊM A CAPACIDADE DE SE AUTOCONFIGURAREM QUANDO SÃO COLOCADOS NO SISTEMA. ESSES CIRCUITOS COMUNICAM COM O CIRCUITO PRINCIPAL DE GESTÃO DA BATERIA, DESIGNADO POR MESTRE, ATRAVÉS DE INFRAVERMELHOS E NÃO ESTÃO LIGADOS ENTRE SI POR CABOS. O MECANISMO DE AUTOCONFIGURAÇÃO INCLUI A ATRIBUIÇÃO AUTOMÁTICA DE UM IDENTIFICADOR ÚNICO AO ESCRAVO LOCALIZADO EM CADA CÉLULA DA BATERIA E A DETECÇÃO AUTOMÁTICA DA DUPLICAÇÃO DE IDENTIFICADORES. O SISTEMA DE GESTÃO DA BATERIA TEM A CAPACIDADE PARA MONITORIZAR A TENSÃO E A TEMPERATURA DE CADA UMA DAS CÉLULAS DA BATERIA DE MODO A FAZER O BALANCEAMENTO INDIVIDUAL DE TENSÃO DE CADA CÉLULA. O SISTEMA INTEGRA UMA BATERIA AUXILIAR, UMA BATERIA (1) QUE INCORPORA CÉLULAS (2), CIRCUITO DE GESTÃO PRINCIPAL (3), CIRCUITO DE MONITORIZAÇÃO DA CÉLULA (4).



RESUMO

SISTEMA DE GESTÃO DE CÉLULAS DE BATERIAS DE TRAÇÃO DE IÕES DE LÍTIO COM COMUNICAÇÕES POR INFRAVERMELHOS E ARQUITECTURA DISTRIBUÍDA E MÉTODO DE IMPLEMENTAÇÃO

Esta invenção refere-se a um sistema de gestão de baterias de tração, de iões de lítio, com uma arquitetura totalmente distribuída, do tipo mestre-escravo, em que os circuitos responsáveis pela monitorização das células da bateria, designados por escravos, têm a capacidade de se autoconfigurarem quando são colocados no sistema. Esses circuitos comunicam com o circuito principal de gestão da bateria, designado por mestre, através de infravermelhos e não estão ligados entre si por cabos. O sistema de autoconfiguração inclui a atribuição automática de um identificador único ao escravo localizado em cada célula da bateria e a deteção automática da duplicação de identificadores. O sistema de gestão da bateria tem a capacidade para monitorizar a tensão e a temperatura de cada uma das células da bateria de modo a fazer o balanceamento individual de tensão de cada célula. O sistema integra uma bateria auxiliar, uma bateria de tração (1) que incorpora células (2), circuito de gestão principal (3) e circuito de monitorização da célula (4).

DESCRIÇÃO

SISTEMA DE GESTÃO DE CÉLULAS DE BATERIAS DE TRACÇÃO DE IÕES DE LÍTIO COM COMUNICAÇÕES POR INFRAVERMELHOS E ARQUITECTURA DISTRIBUÍDA E MÉTODO DE IMPLEMENTAÇÃO

Âmbito da Invenção

Esta invenção enquadra-se nos sistemas de gestão de baterias, mais especificamente a um método para auto-organização de sistemas distribuídos de gestão de baterias de tração, de iões de lítio, com comunicações totalmente distribuídas baseadas em infravermelhos.

Enquadramento da Invenção

Atualmente já existem sistemas de gestão de baterias com comunicação por infravermelho ponto-a-ponto. Tipicamente, estas arquiteturas utilizam infravermelhos para comunicação entre a bateria e o exterior, ou entre a bateria e o carregador ou o driver do motor, e não entre os circuitos de monitorização das células (escravos) localizados em cada célula da bateria e o sistema de gestão principal de carga (mestre), e não possuem capacidade de auto-organização por parte dos elementos distribuídos.

Este documento descreve um sistema de gestão de baterias de tração, de iões de lítio, com uma arquitetura totalmente distribuída, do tipo mestre-escravo, em que os circuitos responsáveis pela monitorização das células da bateria, designados por escravos, têm a capacidade de se autoconfigurarem quando são colocados no sistema. Esses circuitos comunicam com o circuito principal de gestão da bateria, designado por mestre, através de infravermelhos e

não estão ligados entre si por cabos.

O sistema de autoconfiguração inclui a atribuição automática de um identificador único ao escravo localizado em cada célula da bateria, a detecção automática da duplicação de identificadores, útil no caso de ser colocada na bateria uma célula com um escravo previamente configurado noutro sistema, permitindo assim diminuir o tempo de montagem e de configuração do sistema, bem como facilitar as ações de montagem, configuração, manutenção e reparação do mesmo, garantindo maior fiabilidade. O sistema de gestão da bateria tem a capacidade para monitorizar a tensão e a temperatura de cada uma das células da bateria de modo a fazer o balanceamento individual de tensão de cada célula.

Para reduzir o tempo de envio/receção da informação, que pode ser crítico neste tipo de sistemas, desenvolveu-se um método de arbitragem bit a bit não-destrutiva em tempo-real que permite que as colisões destrutivas entre mensagens enviadas por infravermelhos a partir de células diferentes sejam evitadas.

Antecedentes da invenção

Foram encontrados alguns documentos que referem a comunicação por infravermelhos em sistemas de gestão de baterias, e que a seguir são referidos. No entanto essa comunicação é ponto-a-ponto e não totalmente distribuída e é aplicada a partes diferentes do processo de gestão de carga do veículo.

CN 103915877A – A invenção descrita neste documento apresenta um sistema e um método de gestão do balanceamento de baterias num pacote de baterias. Contudo, diferentemente da presente invenção, a arquitetura não é distribuída, a ligação por

infravermelhos é ponto-a-ponto e apenas entre o bloco de monitorização e o bloco de controlo central e entre o bloco de controlo central e o bloco de balanceamento. Não inclui: comunicação por infravermelhos totalmente distribuída, sistema de autoconfiguração, sistema de deteção automática em tempo-real da duplicação de identificadores e arbitragem bit a bit não-destrutiva em tempo-real nas comunicações por infravermelhos.

CN204905916U - Este modelo de utilidade descreve um sistema de gestão da bateria que inclui uma ligação por infravermelho entre o processador principal e o carregador. A ligação por infravermelhos é ponto-a-ponto. A arquitetura não parece ser distribuída. Diferentemente da presente invenção, não inclui: comunicação por infravermelhos totalmente distribuída, sistema de autoconfiguração, sistema de deteção automática em tempo-real da duplicação de identificadores e arbitragem bit a bit não-destrutiva em tempo-real nas comunicações por infravermelhos.

CN205596123U - Este documento apresenta um sistema de gestão de bateria para bicicleta com módulo de comunicação por infravermelho, sistema de gestão de baterias, etc. Os desafios relacionados com a gestão da bateria de uma bicicleta não são os mesmos das de um automóvel por isso não é comparável. É implementada apenas uma ligação ponto-a-ponto por infravermelhos. Não inclui: comunicação por infravermelhos totalmente distribuída, sistema de autoconfiguração, sistema de deteção automática em tempo-real da duplicação de identificadores e arbitragem bit a bit não-destrutiva em tempo-real nas comunicações por infravermelhos.

CN107611506A - Descreve um sistema de gestão de bateria

distribuído ligado por cabos através de um barramento CAN e um método automático para alterar a atribuição de identificadores aos *transceivers* na rede de modo a prevenir ou corrigir a existência de identificadores duplicados. Este método aplica um processo de configuração pré-estabelecido, que é fixo. Para além das ligações por cabo relativas à rede CAN, esta implementação requer a existência de uma ligação por cabo sequencial adicional entre o sistema gestor de cada célula e a célula seguinte, fazendo com que a montagem, manutenção e reparação do sistema seja mais demorada do que numa solução sem cabos. Por outro lado, os esquemas de atribuição de identificadores em redes CAN são bem conhecidos sendo utilizados por vários protocolos da camada da aplicação, como por exemplo o protocolo CANOpen. No método descrito não se percebe de que modo é que o computador principal pode aferir o número total de nós na rede, visto que, numa rede CAN, caso haja identificadores repetidos isso não é detetável pelo recetor. Nesta implementação a questão do isolamento galvânico entre a bateria e o sistema de gestão da bateria não é referida e, dependendo do modo como é feita a implementação, pode não ser garantida. Não inclui: comunicação por infravermelhos totalmente distribuída, sistema de autoconfiguração, sistema de deteção automática em tempo-real da duplicação de identificadores e arbitragem bit a bit não-destrutiva em tempo-real nas comunicações por infravermelhos.

Foram ainda encontrados outros documentos que referem técnicas semelhantes.

DIY Electric Car Forums, Abril de 2010 - Sistema mestre-escravo para recolha do valor da temperatura das células da bateria. Esquema de comunicação em round-robin. A comunicação é feita com uma placa PCB que está ligada por

cabos a 6 células da bateria e por isso a arquitetura do sistema de gestão não é totalmente distribuída. O tipo de tecnologia da bateria é diferente. Não inclui: comunicação por infravermelhos totalmente distribuída, sistema de autoconfiguração, sistema de deteção automática em tempo-real da duplicação de identificadores e arbitragem bit a bit não-destrutiva em tempo-real nas comunicações por infravermelhos.

<https://pplware.sapo.pt/motores/bmw-i3-modificado-consegue-700-quilometros-de-autonomia/>, 12 de Setembro de 2018 - Artigo online de divulgação sobre novo BMS do BMWi3 onde é referido que "foi igualmente introduzido um sistema de comunicação por infravermelhos, que reduz significativamente a quantidade de cabos das células, reduzindo o peso e o espaço ocupado." Não são dados pormenores. É referida apenas a vantagem da utilização de infravermelhos na redução da cablagem na bateria. Não são referidos procedimentos de configuração, manutenção e reparação da bateria. Não inclui: comunicação por infravermelhos totalmente distribuída, sistema de autoconfiguração, sistema de deteção automática em tempo-real da duplicação de identificadores e arbitragem bit a bit não-destrutiva em tempo-real nas comunicações por infravermelhos.

O artigo "Smart cells for embedded battery management" de S. Steinhorst et. al. publicado na 2nd IEEE International Conference on Cyber-Physical Systems, Networks and Applications em 2014, propõe um sistema de gestão de baterias totalmente distribuído utilizando apenas controladores colocados localmente nas células da bateria. Refere ainda que para que o controlo do estado de carga das células de modo cooperativo seja realizado de forma eficaz será necessário proceder a algum tipo de coordenação através do

sistema de comunicação escolhido para a implementação. São referidas algumas das capacidades que as células de monitorização inteligente têm que ter incluindo a capacidade de se identificarem do modo único na rede. É referida a necessidade de existência de uma rede de comunicação fiável e ao mesmo tempo de minimizar a cablagem necessária. Não são apresentadas soluções concretas nem para o tipo de tecnologia a utilizar nas comunicações nem para os métodos necessários para garantir as funcionalidades descritas. Não é referida a questão da manutenção e da reparação do sistema. Em artigos posteriores propõem a utilização do barramento CAN (artigos de 2015 e 2016). Não inclui: comunicação por infravermelhos totalmente distribuída, sistema de autoconfiguração, sistema de deteção automática em tempo-real da duplicação de identificadores e arbitragem bit a bit não-destrutiva em tempo-real nas comunicações por infravermelhos.

Quanto a sistemas de arbitragem nas comunicações por infravermelhos existe o protocolo de Wi-Fi standard IEEE802.11 (1997) que implementa o método CSMA/CA, evitando as colisões através da monitorização do canal de comunicação, da introdução de um tempo de espera aleatório antes da transmissão e de sistemas de confirmação de receção e de reserva de tempo no canal através da troca de pacotes RTS e CTS entre os nós da rede que vão comunicar. A versão detalhada destes sistemas é apresentada no standard IEEE802.11. Uma versão resumida dos sistemas utilizados pode ser consultada no artigo "The Infrared Physical Layer of the IEEE 802.11 Standard for Wireless Local Area Networks", de R. Valadas et. al, publicado no IEEE Communications Magazine, vol. 36, issue 12 de Dezembro de 1998. É claro destas descrições que a implementação dos sistemas implica a troca de várias mensagens entre o emissor e o recetor fazendo com que seja acrescentado um tempo de sobrecarga associado à

transmissão que é muito penalizador nos casos em que a informação útil a transmitir é composta por poucos bytes, como é o caso da aplicação de monitorização de tensão e temperatura das células das baterias. A implementação desse tipo de sistemas origina ainda *hardware* complexo e dispendioso.

Nas aplicações com comunicações Wi-Fi a duplicação de identificadores é evitada através da associação de um identificador único a cada módulo de *hardware* desenvolvido na fase de fabrico, o que obriga ao pagamento de uma licença e ao consequente aumento do custo final do produto.

Vantagens da invenção

Comparativamente com os sistemas atrás referidos, o sistema de gestão da presente invenção apresenta diversas vantagens, tais como possuir uma arquitetura totalmente distribuída do tipo mestre-escravo, os circuitos responsáveis pela monitorização das células da bateria terem a capacidade de se autoconfigurarem quando são colocados no sistema e comunicarem com o circuito principal de gestão da bateria através de infravermelhos, e não estarem ligados entre si por cabos.

Breve descrição das figuras

Estas e outras características podem ser facilmente compreendidas através dos desenhos anexos, que devem ser considerados como meros exemplos e não restritivos de modo algum do âmbito da invenção. Nos desenhos, e para fins ilustrativos, as medidas de alguns dos elementos podem estar exageradas e não desenhadas à escala. As dimensões absolutas e as dimensões relativas não correspondem às relações reais

para a realização da invenção.

A figura 1 apresenta um esquema do sistema da invenção.

A figura 2 mostra um detalhe do circuito mestre e sua alimentação.

A figura 3 apresenta um detalhe do circuito escravo e sua alimentação.

Na figura 4 é possível observar o diagrama de estados de funcionamento do circuito mestre na fase de configuração.

A figura 5 exibe o diagrama de estados de funcionamento de um circuito escravo na fase de configuração.

A figura 6 mostra o diagrama de estados de funcionamento do circuito mestre na fase de utilização.

A figura 7 mostra o diagrama de estados de funcionamento do circuito escravo na fase de utilização.

Nas figuras estão assinalados os elementos e os componentes do equipamento da presente invenção:

- 1 - Bateria de tração
- 2 - Células
- 3 - Circuito de gestão principal
- 4 - Circuito de monitorização da célula
- 5 - Bateria auxiliar

Descrição detalhada da Invenção

Nas diversas formas de realização são apresentados vários

detalhes específicos, a fim de fornecer uma compreensão completa da invenção. No entanto, é do entendimento de qualquer perito da especialidade que estes detalhes devem ser vistos como formas de realização e não limitadoras da presente invenção.

Por "arquitetura ou sistema de gestão distribuída" entende-se o sistema do qual fazem parte diversos componentes independentes entre si (e até diferentes), ligados através de uma rede de dados, que se apresenta como um sistema único e coerente, em que a comunicação é feita com base em mensagens.

Por "sistema mestre-escravo" entende-se o sistema em que um componente (mestre) tem controlo sobre outros (escravos).

Por "balanceamento passivo" entende-se o método que utiliza técnicas de dissipação, removendo a energia em excesso através de uma resistência até que a tensão ou carga das células atinjam o valor desejado.

Por "indicação do instante de tempo" ou "marca temporal", termos que derivam do termo inglês "*timestamp*" entende-se a cadeia de caracteres que indica o momento em que certo evento ocorreu. A cadeia é geralmente apresentada num formato consistente, permitindo fácil comparação entre instante de tempo distintos.

Introdução

Fazendo referência às figuras, a título meramente exemplificativo, a bateria de tração (1) representada na figura 1 é composta por 16 células (2), quando tipicamente o número de células (2) da bateria de tração (1) em

aplicações de tração é superior ou mesmo muito superior.

Nas implementações tradicionais, as células comunicam entre si e/ou com o mestre através de protocolos de comunicação que utilizam cablagens fazendo com que o tempo da montagem dos cabos seja um fator importante na definição dos custos e na fiabilidade do produto. Na prática verifica-se que muitos dos problemas que surgem nas baterias durante a sua utilização em veículos se devem a questões relacionadas com as cablagens, seja em resultado de incorreções na fase de montagem ou devido à deterioração provocada pela vibração a que estão sujeitas durante a utilização.

Na construção de baterias são por isso fundamentais os seguintes fatores:

- o tempo de configuração individual do equipamento associado a cada célula;
- a capacidade de identificação automática de identificadores repetidos de modo a minimizar o erro humano;
- o tempo de montagem dos cabos;
- o tamanho, peso e custo do equipamento a colocar em cada célula;
- o consumo elétrico do equipamento a colocar em cada célula;
- a existência de isolamento galvânico entre a bateria e o resto do veículo;
- a compatibilidade eletromagnética;
- o tempo de comunicação entre cada circuito escravo instalado em cada célula e o circuito mestre instalado na caixa da bateria, quando se utiliza uma arquitetura ou sistema de gestão da bateria totalmente distribuída.

Nas fases de reparação e manutenção das baterias são importantes as seguintes funcionalidades:

- a capacidade de identificação individual rápida de cada célula da bateria;
- o tempo de configuração individual do equipamento associado a cada célula;
- a capacidade de identificação automática de identificadores repetidos de modo a minimizar o erro humano;
- o tempo de montagem e desmontagem dos cabos.

Descrição técnica do sistema e dos métodos

O sistema é composto por um circuito de gestão principal (3) ou circuito mestre que é colocado dentro caixa da bateria de tração (1) e por vários circuitos de monitorização das células (4) ou circuitos escravos, um por cada célula (2). Os circuitos de monitorização das células (4) são alimentados diretamente a partir das células (2) da bateria de tração (1) enquanto o circuito de gestão principal (3) é alimentado a partir da bateria auxiliar (5) do veículo.

Não existem ligações físicas por cabos entre nenhum destes elementos.

Tanto os circuitos de monitorização das células (4) como o circuito de gestão principal (3) têm capacidade para envio e receção de dados por infravermelhos, sendo que a comunicação entre ambos se processa através desse meio.

O esquema de alimentação descrito aliado ao tipo de comunicação utilizado, por infravermelhos, permite reduzir ao mínimo a utilização de cablagens, com a vantagem de prevenir falhas por perda de contacto resultante da vibração do veículo assim como a redução de custos, de peso e de tempo de montagem.

A comunicação por infravermelhos permite:

- garantir o isolamento galvânico entre a bateria e o sistema de gestão de carga;
- promover a compatibilidade eletromagnética;
- eliminar a utilização de cablagens para comunicação, diminuindo o tempo de montagem, eliminando as falhas associadas às cablagens e diminuindo o peso e o custo da implementação;
- garantir um baixo consumo, característica determinante para os circuitos escravos;
- assegurar um tamanho e custo reduzido para os circuitos escravos.

Neste tipo de aplicação o consumo dos circuitos de monitorização das células (4) é crítico visto que são diretamente alimentados a partir da tensão das células (2) que estão a monitorizar. Outras opções de comunicação sem fios, como Bluetooth ou Wi-Fi, requerem componentes muito maiores, mais dispendiosos e com consumos muito superiores, pelo que não são recomendáveis para esta aplicação.

O sistema opera em duas fases: uma fase inicial de configuração e outra posterior de utilização.

Durante a fase de configuração, os circuitos de monitorização das células (4) são adicionados à rede de infravermelhos um de cada vez, de acordo com o procedimento descrito de seguida:

- a) O circuito de gestão principal (3) é montado na caixa da bateria de tração (1) e alimentado a partir da bateria auxiliar (5) do veículo;
- b) O circuito de monitorização da célula (4) é colocado na sua célula (2) respetiva e é alimentado a partir desta;
- c) O circuito de monitorização da célula (4) inicia o seu

- funcionamento e ao verificar que está a ser ligado pela primeira vez, pede ao circuito de gestão principal (3) que lhe atribua um identificador, sendo este pedido efetuado através de uma mensagem enviada, por infravermelhos, para o circuito de gestão principal (3) contendo uma indicação do instante de tempo;
- d) O circuito de gestão principal (3) envia ao circuito de monitorização da célula (4), por infravermelhos, uma mensagem contendo o identificador referido na etapa anterior que permite a cada circuito de monitorização da célula (4) identificar-se de modo único na rede de comunicações por infravermelhos, e envia também na mesma mensagem a indicação do instante de tempo que tinha recebido anteriormente;
 - e) O circuito de monitorização da célula (4) recebe uma mensagem e verifica a indicação do instante de tempo recebido;
 - f) Se o instante de tempo recebido for igual ao que tinha enviado anteriormente, aceita o identificador e envia ao circuito de gestão principal (3), por infravermelhos, uma mensagem de confirmação da receção do mesmo;
 - g) O circuito de monitorização da célula (4) armazena em memória persistente o valor do identificador que lhe foi atribuído, garantindo que durante a fase de utilização do sistema não é necessário proceder a uma nova operação de autoconfiguração;
 - h) O processo repete-se a partir da etapa b) para cada circuito de monitorização da célula (4) que for colocado na rede; tipicamente será colocado um circuito de monitorização da célula (4) por cada célula (2) a monitorizar, o que pode corresponder a várias dezenas ou mesmo centenas de circuitos de monitorização das células (4).

Este procedimento de configuração permite:

- reduzir o tempo de configuração, visto que esta é automática, ao contrário do que é comum neste tipo de sistemas em que usualmente é necessária uma configuração individual do hardware do circuito escravo com intervenção humana para definir o identificador único de cada circuito escravo;
- eliminar o erro humano associado à atribuição repetitiva de identificadores de modo individualizado;
- eliminar a cablagem entre todos os circuitos escravos e entre estes e o circuito mestre, necessária nos outros sistemas para a configuração e transporte de informação.

Depois da fase de configuração, todas as mensagens enviadas pelo circuito de monitorização da célula (4) contêm o identificador que permite ao circuito de gestão principal (3) identificar, de forma unívoca, a célula (2) de origem das mensagens com os dados relativos à tensão e temperatura.

Quando todos os circuitos de monitorização das células (4) estão colocados na rede e têm o seu identificador atribuído, o circuito de gestão principal (3) passa para o modo de utilização durante o qual procede ao ciclo de controlo típico de um sistema de gestão de baterias. Este ciclo consiste na monitorização da tensão e temperatura de cada célula (2) decisão de fazer ou não o balanceamento e no posterior envio, por infravermelhos, do comando de balanceamento para as células (2), quando necessário.

A implementação do ciclo de controlo é efetuada na fase de utilização do seguinte modo:

- a) O circuito de gestão principal (3) pede a cada circuito de monitorização da célula (4) o envio da informação relativa à tensão e à temperatura da célula (2) à qual

está ligado, sendo este pedido efetuado através do envio de uma mensagem por infravermelhos;

- b) Cada circuito de monitorização da célula (4) recebe a mensagem de pedido de dados e responde enviando a informação relativa à temperatura e à tensão da sua célula (2) utilizando uma mensagem enviada por infravermelhos;
- c) O circuito de gestão principal (3) recolhe a informação, processa-a de acordo com o algoritmo de balanceamento escolhido e, à medida que for sendo necessário, envia uma mensagem para o circuito de monitorização da célula (4), através de infravermelhos, indicando se este deve iniciar ou parar o processo de balanceamento da tensão da sua célula (2);
- d) O balanceamento utilizado é do tipo passivo com recurso a uma resistência, localizada em cada um dos circuitos de monitorização das células (4), para descarga da célula (2).

De modo a facilitar as fases de manutenção e reparação do sistema foi criada uma mensagem, a enviar do circuito de gestão principal (3) para os circuitos de monitorização das células (4), que permite que estes se identifiquem de modo visual, nomeadamente mas não exclusivamente, através de um LED, permitindo assim identificar cada circuito de monitorização da célula (4), e conseqüentemente, cada célula (2) da bateria de tração (1), a partir do seu identificador visual.

Caso durante a fase de manutenção e/ou reparação da bateria de tração (1) seja colocada na rede uma célula (2) com um circuito de monitorização da célula (4) já configurado com um identificador igual a outro já existente na rede, isso será detetado do seguinte modo:

- a) Cada circuito de monitorização da célula (4) monitoriza

- a informação enviada pelo circuito de gestão principal (3) e pelos outros circuitos de monitorização das células (4);
- b) Se deteta a existência na rede de outra célula (2) a utilizar o mesmo identificador que o seu, passa ao modo de configuração e envia um novo pedido de atribuição de identificador ao circuito de gestão principal (3);
 - c) O circuito de gestão principal (3) procede à atribuição do identificador do modo já descrito na fase de configuração dos circuitos de monitorização das células (4), sendo a utilização da indicação do instante de tempo que permite aos circuitos de monitorização das células (4) perceber qual é o identificador que está a ser atribuído a cada um deles;
 - d) De modo a garantir a integridade dos dados é incluído em todas as mensagens enviadas um campo de 16 bits contendo um código de deteção de erros do tipo CRC que é depois verificado no recetor.

Este método de auto-organização permite que a intervenção do técnico de montagem se limite à colocação e alimentação do circuito de monitorização da célula (4) na célula (2) respetiva, dispensando qualquer tipo de intervenção local para configuração individual do circuito de monitorização da célula (4) e permite que o número de circuitos de monitorização das células (4) na rede seja calculado de modo dinâmico à medida que são inseridos na rede. A configuração é efetuada de modo automático de acordo com o procedimento já descrito.

A inclusão da capacidade de identificação visual de cada circuito de monitorização da célula (4) permite facilitar e reduzir o tempo de manutenção e reparação do sistema.

De modo a minimizar o tempo de troca de mensagens de dados durante o ciclo de controlo, utilizam-se comandos de difusão, que permitem com uma única mensagem do mestre endereçar todos os escravos da rede.

Foi ainda criado um sistema de arbitragem não destrutiva que permite a arbitragem do canal de comunicação bit a bit, em tempo-real, permitindo que todos os escravos iniciem o envio dos seus comandos de dados e que em tempo-real o canal seja atribuído a apenas um deles sem que haja tempos de sobrecarga associados ao procedimento de arbitragem.

Existem dois níveis de sinal na rede: nível recessivo, que corresponde ao emissor de infravermelhos estar desligado, e o nível dominante, que corresponde ao emissor de infravermelhos estar a transmitir. Os bits são enviados utilizando esta codificação. O sinal é enviado durante todo o tempo de duração do bit.

Este sistema de arbitragem funciona do seguinte modo:

- a) Todos os emissores esperam que o canal de comunicação esteja livre durante um período de tempo fixo e ligeiramente superior ao tempo de envio de um byte;
- b) Depois de se verificar a condição anterior, todos os emissores que queiram transmitir iniciam o envio das suas mensagens;
- c) Os emissores sempre que emitem um bit da mensagem, simultaneamente monitorizam o canal de receção;
- d) Quando os emissores enviam um bit, recessivo ou dominante, e detetam o mesmo tipo de bit continuam a enviar a sua mensagem;
- e) Quando os emissores enviam um bit recessivo e recebem um bit dominante suspendem o envio da sua mensagem e podem voltar a tentar o envio quando se verificar de novo a

condição da etapa a).

Deste modo não se perde tempo com a troca de mensagens individuais de pedido de dados entre o mestre e cada um dos escravos, respondendo todos os escravos de forma ordenada ao mesmo pedido global de dados.

08/04/2021

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de gestão de células de baterias de tração de iões de lítio constituído por um circuito de gestão principal (3) implementado na bateria de tração (1), uma bateria de tração (1) que incorpora um conjunto de células (2) individualmente associadas a circuitos de monitorização das células (4), em que a comunicação entre os circuitos (3) (4) é realizada através de infravermelhos, por a arquitetura do sistema de gestão ser distribuída e por incorporar um sistema de autoconfiguração dos circuitos de monitorização das células (4) caracterizado por o circuito de monitorização da célula (4) ao iniciar o seu funcionamento e verificar que está a ser ligado pela primeira vez, pedir ao circuito de gestão principal (3) que lhe atribua um identificador.
2. Sistema de acordo com a reivindicação anterior caracterizado por incorporar um sistema de deteção automática em tempo-real da duplicação de identificadores.
3. Sistema de acordo com as reivindicações anteriores caracterizado por incorporar um sistema de arbitragem bit a bit não-destrutiva em tempo-real nas comunicações por infravermelhos.
4. Sistema de acordo com a reivindicação anterior caracterizado por os circuitos de monitorização das células (4) possuírem um identificador visual.
5. Sistema de acordo com a reivindicação anterior caracterizado por o identificador visual ser uma luz LED.

6. Sistema de acordo com a reivindicação 1 caracterizado por a alimentação do circuito de gestão principal (3) ser efetuada por uma bateria auxiliar (5).
7. Sistema de acordo com a reivindicação 1 caracterizado por a alimentação dos circuitos de monitorização das células (4) ser efetuada pelas células (2).
8. Método de implementação do sistema de autoconfiguração reivindicado na reivindicação 1 caracterizado por na fase de configuração os circuitos de monitorização das células (4) serem adicionados à rede, um de cada vez, de acordo com as seguintes etapas:
 - a) O circuito de gestão principal (3) ser montado na caixa da bateria de tração (1) e ser alimentado a partir da bateria auxiliar (5) do veículo;
 - b) O circuito de monitorização da célula (4) ser colocado na sua célula (2) respetiva e ser alimentado a partir desta;
 - c) O circuito de monitorização da célula (4) iniciar o seu funcionamento e ao verificar que está a ser ligado pela primeira vez, pede ao circuito de gestão principal (3) que lhe atribua um identificador, sendo este pedido efetuado através de uma mensagem enviada por infravermelhos para o circuito de gestão principal (3) contendo uma indicação do instante de tempo;
 - d) O circuito de gestão principal (3) enviar ao circuito de monitorização da célula (4), por infravermelhos, uma mensagem contendo o identificador e a indicação do instante de tempo referido na etapa anterior;
 - e) O circuito de monitorização da célula (4) receber uma mensagem e verificar a indicação do instante de tempo

recebido;

- f) Se o instante de tempo recebido for igual ao que tinha enviado anteriormente, aceita o identificador e envia ao circuito de gestão principal (3), por infravermelhos, uma mensagem de confirmação da receção do mesmo;
- g) O circuito de monitorização da célula (4) armazenar em memória persistente o valor do identificador que lhe foi atribuído;
- h) O processo repetir-se a partir da etapa b) para cada circuito de monitorização da célula (4) que for colocado na rede.

9. Método de implementação do sistema de autoconfiguração reivindicado na reivindicação 1 caracterizado por na fase de utilização a implementação do ciclo de controlo ser efetuada de acordo com as seguintes etapas:

- a) O circuito de gestão principal (3) pedir a cada circuito de monitorização da célula (4) o envio da informação relativa à tensão e à temperatura da célula (2) à qual está ligado, sendo este pedido efetuado através do envio de uma mensagem por infravermelhos;
- b) Cada circuito de monitorização da célula (4) receber a mensagem de pedido de dados e responder enviando a informação relativa à temperatura e à tensão da sua célula (2) utilizando uma mensagem enviada por infravermelhos;
- c) O circuito de gestão principal (3) recolher a informação, processando-a de acordo com o algoritmo de balanceamento escolhido e, à medida que for sendo necessário, enviar uma mensagem para o circuito de monitorização da célula (4), através de infravermelhos, indicando se este deve iniciar ou parar o processo de balanceamento da tensão da sua

célula (2).

10. Método de acordo com a reivindicação anterior caracterizado por o balanceamento utilizado ser do tipo passivo com recurso a uma resistência, localizada em cada um dos circuitos de monitorização das células (4).
11. Método de implementação do sistema de autoconfiguração reivindicado na reivindicação 1 caracterizado por a deteção da colocação na rede de uma célula (2) com um circuito de monitorização da célula (4) já configurado com um identificador igual a outro já existente na rede ser efetuada de acordo com as seguintes etapas:
 - a) Cada circuito de monitorização da célula (4) monitorizar a informação enviada pelo circuito de gestão principal (3) e pelos outros circuitos de monitorização das células (4);
 - b) Se detetar a existência na rede de outra célula (2) a utilizar o mesmo identificador que o seu, passar ao modo de configuração e enviar um novo pedido de atribuição de identificador ao circuito de gestão principal (3);
 - c) O circuito de gestão principal (3) proceder à atribuição do identificador do modo já descrito na fase de configuração dos circuitos de monitorização das células (4), sendo a utilização da indicação do instante de tempo que permite aos circuitos de monitorização das células (4) perceber qual é o identificador que está a ser atribuído a cada um deles;
 - d) De modo a garantir a integridade dos dados ser incluída em todas as mensagens enviadas um campo de 16 bits contendo um código de deteção de erros do tipo CRC que é depois verificado no recetor.

12. Método de implementação do sistema de arbitragem reivindicado na reivindicação 3 caracterizado por ser efetuada de acordo com as seguintes etapas:

- a) Todos os emissores esperarem que o canal de comunicação esteja livre durante um período de tempo fixo e ligeiramente superior ao tempo de envio de um byte;
- b) Depois de se verificar a condição anterior, todos os emissores que queiram transmitir iniciam o envio das suas mensagens;
- c) Os emissores sempre que emitam um bit da mensagem, simultaneamente monitorizam o canal de receção;
- d) Quando os emissores enviam um bit, recessivo ou dominante e detetem o mesmo tipo de bit continuam a enviar a sua mensagem;
- e) Quando os emissores enviam um bit recessivo e recebem um bit dominante suspendem o envio da sua mensagem e podem voltar a tentar o envio quando se verificar de novo a condição da etapa a).

08/04/2021

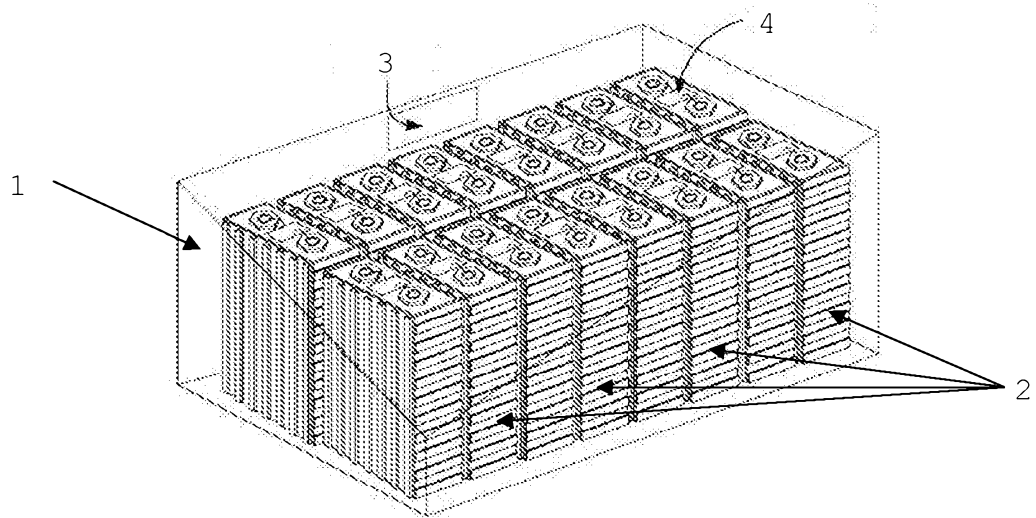


Figura 1

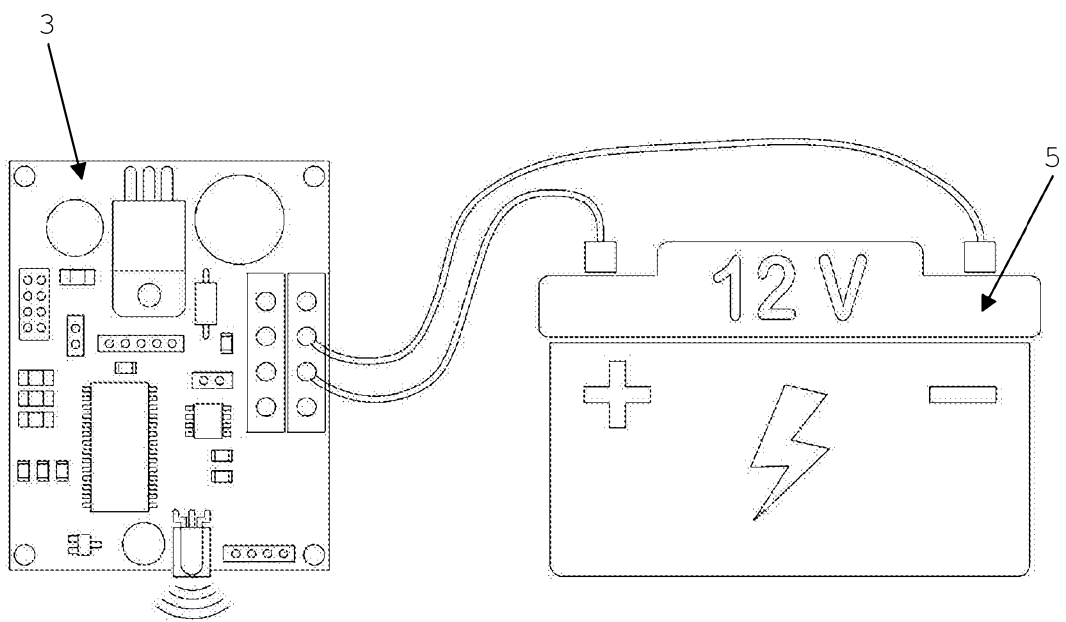


Figura 2

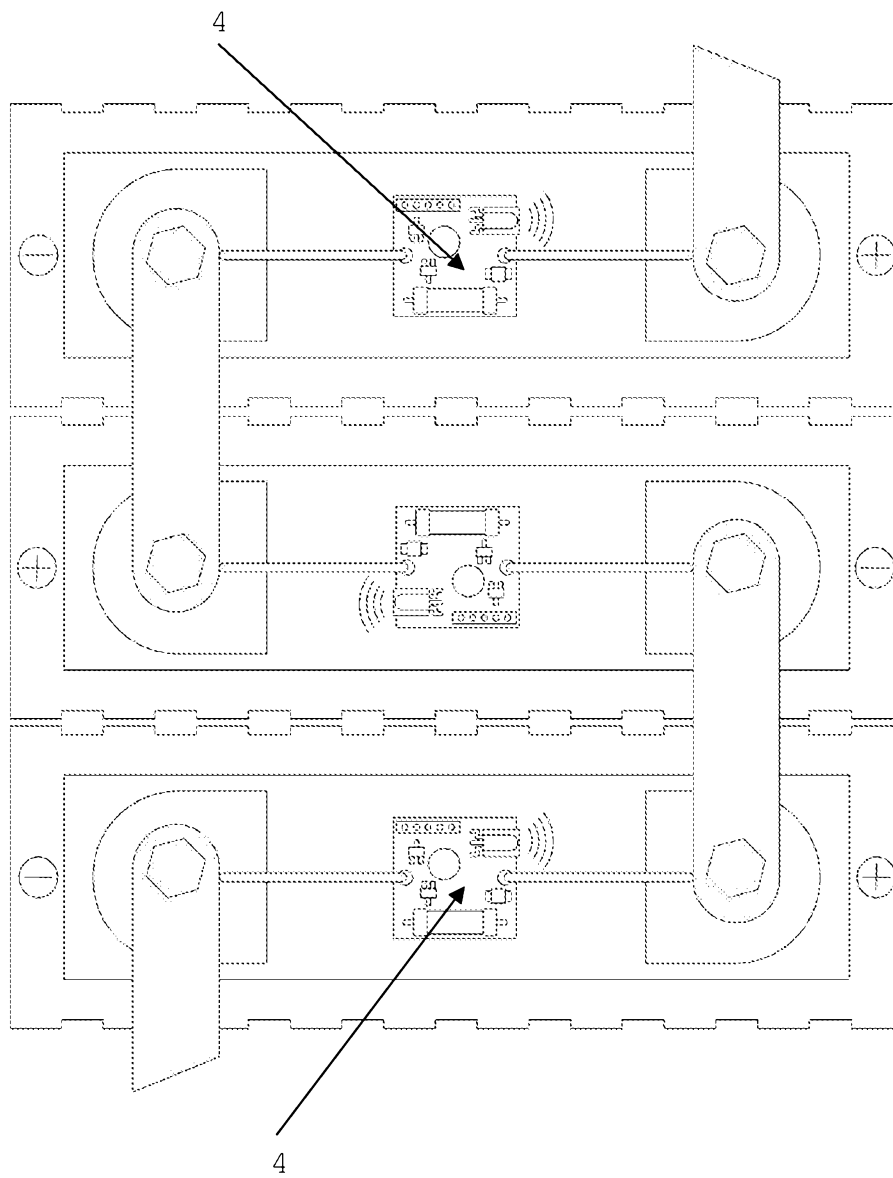


Figura 3

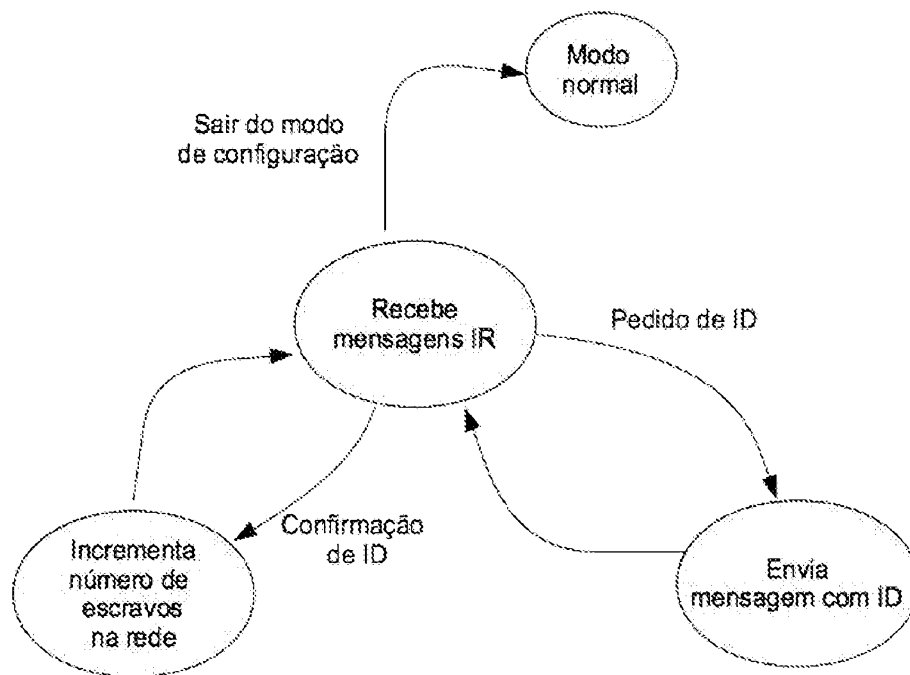


Figura 4

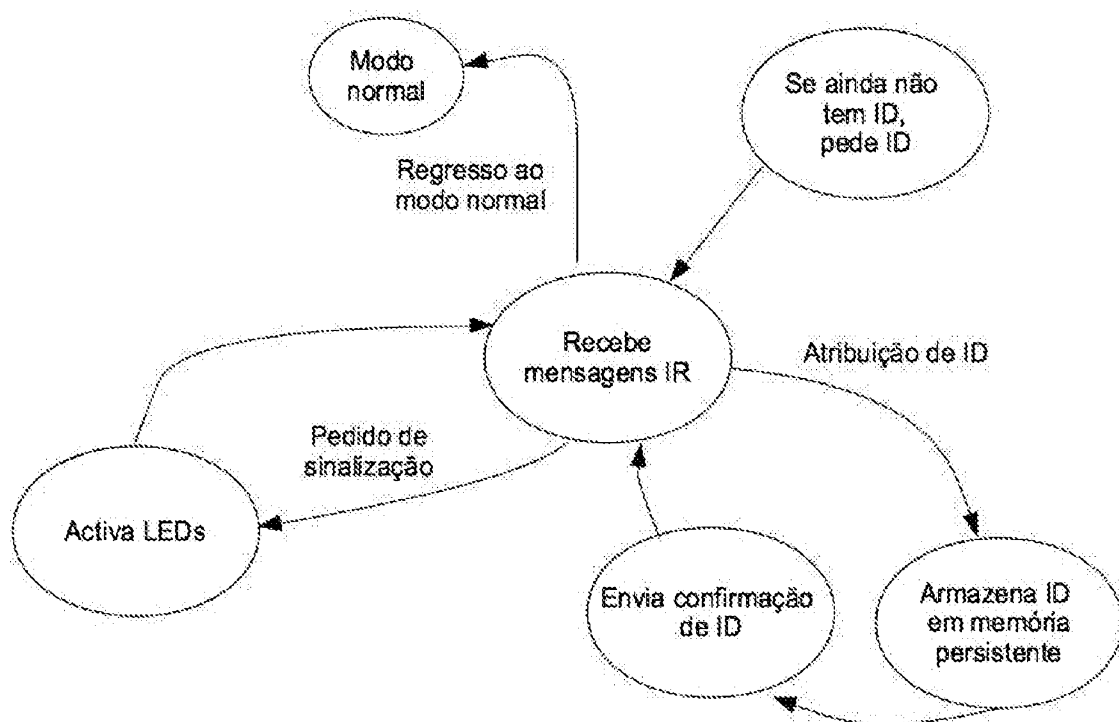


Figura 5

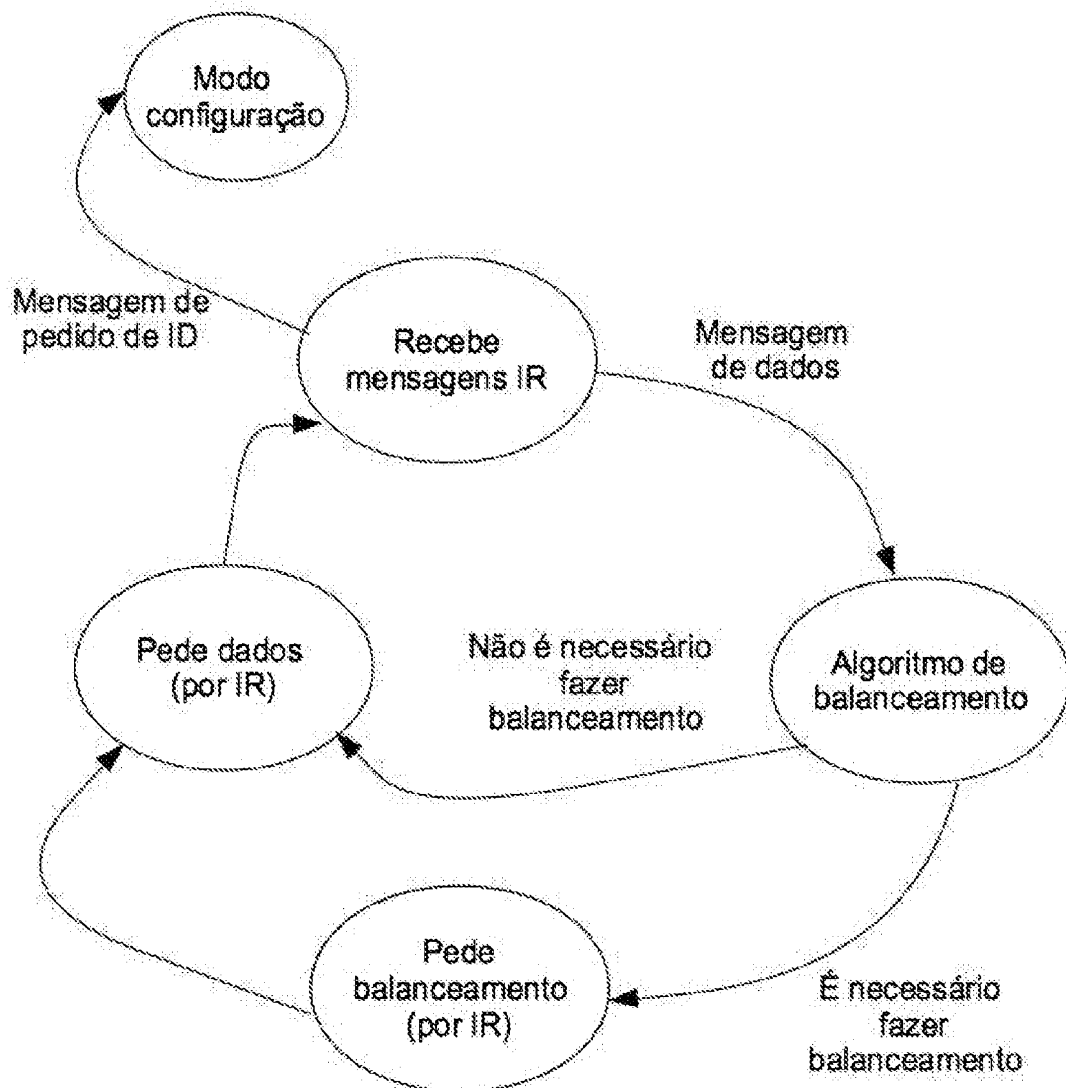


Figura 6

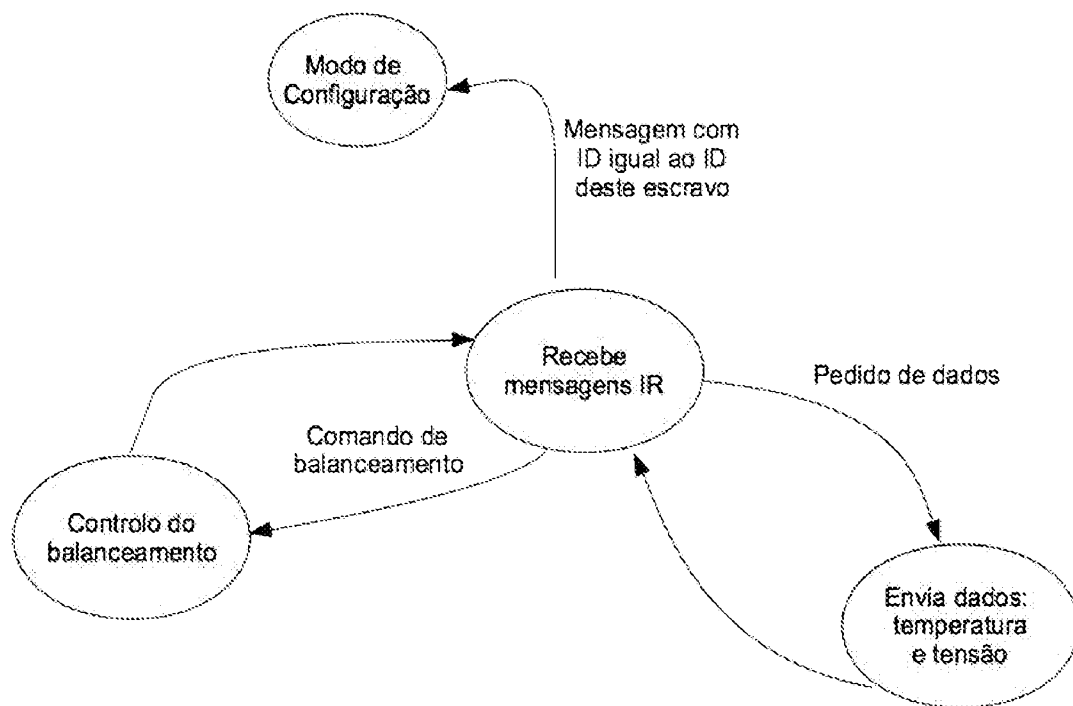


Figura 7