



República Federativa do Brasil  
Ministério da Economia  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) BR 102014005890-7 B1**



**(22) Data do Depósito: 13/03/2014**

**(45) Data de Concessão: 15/02/2022**

---

**(54) Título:** CIRCUITO DE DETECÇÃO DE FALHA NA ILUMINAÇÃO DE VEÍCULO

**(51) Int.Cl.:** H05B 37/03.

**(52) CPC:** H05B 37/03.

**(30) Prioridade Unionista:** 14/03/2013 US 13/827,592.

**(73) Titular(es):** GROTE INDUSTRIES, INC..

**(72) Inventor(es):** NAKUL ANAND.

**(57) Resumo:** CIRCUITO DE DETECÇÃO DE FALHA NA ILUMINAÇÃO DE VEÍCULO. Um circuito de detecção de falha de iluminação de veículo é descrito tendo uma pluralidade de ramificações em paralelo conectadas em um nó de referência positivo comum. Cada ramificação em paralelo compreende um resistor de ramificação e um dispositivo de comutação de ramificação controlado conectado em série. Uma fonte de corrente constante é conectada ao nó de referência positivo e configurada para entregar uma corrente substancialmente constante no nó de referência positivo. O catodo de um diodo zener é conectado ao nó de referência positivo. Quando a corrente para um número predeterminado dos resistores de ramificação é interrompida devido à falha de um ou mais LEDs conectados às entradas de controle dos dispositivos de comutação de ramificação, a tensão no nó de referência positivo aumenta além da tensão de ruptura do diodo zener. Em tal condição, corrente em excesso flui para o anodo do diodo zener para fornecer um sinal de detecção de falha.

## “CIRCUITO DE DETECÇÃO DE FALHA NA ILUMINAÇÃO DE VEÍCULO”

### Campo da Invenção

[001] A presente invenção refere-se a lanternas, e mais especificamente a circuitos de iluminação usados em veículos.

### Fundamentos da Invenção

[002] As lanternas de veículos modernos, particularmente aqueles montados no exterior do veículo que utilizam diodos de emissão de luz (LEDs) como a fonte de luz, são tipicamente compostas de múltiplos elementos de emissão de luz ou LEDs em um único alojamento. É importante que o operador esteja ciente se um ou mais LEDs em uma lanterna falharam, de modo que medidas corretivas possam ser tomadas para substituir a lanterna com defeito ou componentes associados. Entretanto, se um único LED ou ainda múltiplos LEDs individuais em uma lanterna funcionam mal, a queda geral na corrente ou tensão pode não ser suficiente para disparar o circuito tradicional de aviso de falha de lanterna e também pode não ser percebido durante a inspeção visual. Ademais, se os LEDs estão sendo acionados por uma fonte de corrente constante, a falha de um LED pode causar excesso de corrente a ser direcionado para os LEDs restantes, potencialmente causando danos ou mais falhas.

[003] Uma opção para detectar as falhas de LEDs em tais lanternas de veículos é incluir microprocessadores no alojamento da lanterna ou circuito de iluminação que foram programados e conectados para captar a corrente através de LEDs individuais. Entretanto, essa abordagem é frequentemente muito dispendiosa devido às extensas operações de teste e desenvolvimento de software que são tipicamente exigidas. Há alguns circuitos integrados acionadores de LED no mercado que fornecem uma características de detecção de falha, embora esses dispositivos sejam tipicamente confinados a um único arranjo de iluminação com relação ao número de ramificações de LEDs paralelas que podem ser monitoradas ou o número de ramifi-

cações de LEDs que dispararão um sinal indicador de falha a ser produzido.

[004] Assim, há uma necessidade por aprimoramento nesse campo.

#### Sumário da Invenção

[005] A invenção é apresentada pelas reivindicações e somente pelas reivindicações. Geralmente, ela pode ser resumida como um circuito de detecção de falha que fornece detecção de falha para ramificações de LEDs individuais conectadas em paralelo em uma lanterna de veículo. O circuito de detecção de falha inclui, mas não está limitado a uma pluralidade de ramificações paralelas conectadas em um nó de referência positivo comum, com as ramificações paralelas compreendendo um resistor de ramificação e um dispositivo de comutação de ramificação conectado em série. Uma fonte de corrente é conectada ao nó de referência positivo e configurada para entregar uma corrente substancialmente constante ao nó de referência positivo. Um diodo zener ou outro dispositivo de monitoramento de tensão é fornecido tendo um catodo conectado ao nó de referência positivo e um anodo conectado a um nó de detecção de saída de falha. Os dispositivos de comutação de ramificação têm uma entrada de controle conectada a um catodo de um LED correspondente da pluralidade de LEDs. Os dispositivos de comutação, que podem compreender opcionalmente transistores, são configurados para interromper o fluxo de corrente através de um resistor de ramificação correspondente quando um LED correspondente falha aberto. Quando um número predeterminado de LEDs falha aberto, a tensão no nó de referência positivo subirá acima da tensão de ruptura do diodo zener, disparando assim o diodo zener para fornecer corrente ao nó de detecção de saída de falha. Essa corrente pode ser opcionalmente direcionada para outros subsistemas de veículo como um sinal de detecção ou indicação de falha. A corrente pode também ser opcionalmente direcionada para um dispositivo de comutação de saída que derivará a corrente a partir da fonte de alimentação para o terra e estourará um fusível associado com a lanterna ou circuito de iluminação, desabilitando assim todos os LEDs

na lanterna.

[006] A invenção resolve o problema de fornecer detecção de falha para ramificações de LEDs individuais conectadas em paralelo usando um projeto simples facilmente personalizável e de boa relação custo-benefício. Outras formas, objetivos, características, aspectos, benefícios, vantagens e modalidades da presente invenção se tornarão claros a partir da descrição detalhada e desenhos fornecidos aqui.

#### Breve Descrição dos Desenhos

[007] A FIG. 1 é um diagrama esquemático elétrico de um circuito de iluminação para uma lanterna de veículo de acordo com uma modalidade.

[008] A FIG. 2 é um diagrama esquemático elétrico de um circuito de iluminação para uma lanterna de veículo de acordo com uma modalidade.

[009] A FIG. 3 é um diagrama esquemático elétrico de um circuito de iluminação para uma lanterna de veículo de acordo com uma modalidade.

#### Descrição Detalhada da Invenção

[010] Com o propósito de promover um entendimento dos princípios da invenção, faz-se referência agora às modalidades ilustradas nos desenhos e linguagem específica será usada para descrever os mesmos. No entanto, entende-se que não há limitação do escopo da invenção. Quaisquer alterações e modificações nas modalidades descritas, e quaisquer aplicações adicionais dos princípios da invenção, como descrito aqui, são observadas como normalmente ocorreria a um versado na técnica a qual a invenção se refere. Certas modalidades da invenção são mostradas em mais detalhes, embora esteja claro para os versados na técnica relevante que algumas características que não são relevantes à presente invenção podem não ser mostradas com o propósito de esclarecimento.

[011] Com relação às FIGs. 1 a 3, alguns exemplos da invenção são mostrados. Vários exemplos são mostrados com figuras de referência similares, mas com o prefixo de dígito das centenas variado. A menos que de outra forma notado, os compo-

mentos de tais exemplos tendo os mesmos caracteres de referência nos dígitos das dezenas e das unidades são os mesmos ou similares.

[012] Com relação à FIG. 1, um circuito de iluminação de veículo 120 de acordo com uma modalidade da descrição é mostrado. O circuito 120 é alimentado a partir de uma fonte de alimentação de iluminação do veículo (por exemplo, um sinal marcador de parada, virada, ou de luz traseira a partir do veículo) no nó 144 e inclui uma pluralidade de ramificações de LED 122 conectadas em paralelo como mostrado. Na modalidade da FIG. 1, duas ramificações de LED 122a e b são mostradas, entretanto, dever-se-ia entender que qualquer número de ramificações de LED pode ser usado. Dever-se-ia entender que enquanto cada ramificação de LED 122 na modalidade da FIG. 1 é mostrada como tendo um LED individual 124, qualquer número de LEDs pode ser opcionalmente usado em cada ramificação 122. Em certas modalidades, a fonte de corrente 125 é opcionalmente conectada às ramificações de LEDs 122 como mostrado para fornecer uma quantidade controlada de corrente para energizar seguramente os LEDs 124. O resistor 126 pode ser opcionalmente conectado entre as ramificações de LEDs 122 e o terra 128, como mostrado. Os diodos de bloqueio 130a e b podem ser também opcionalmente conectados, como mostrado entre cada ramificação de LED 122 e o terra 128 para impedir que a corrente retroalimente através dos LEDs 124.

[013] De modo a detectar uma condição de falha de uma ou mais ramificações de LEDs 122, um circuito de detecção de falha 132 é fornecido. Na modalidade da FIG. 1, o circuito de detecção de falha 132 compreende duas ramificações de detecção paralelas 134a e b que correspondem às ramificações de LEDs 122a e b, e que são conectadas em um nó de referência positivo comum 136. Cada ramificação de detecção 134 opcionalmente compreende um resistor de ramificação 138 e um dispositivo de comutação de ramificação, tal como transistores 140, conectados em série. Na modalidade ilustrada, os dispositivos de comutação de ramificação são imple-

mentados como transistores de junção bipolar NPM controlados por corrente, embora outros tipos de dispositivos de comutação possam ser usados.

[014] Uma fonte de corrente 142 é opcionalmente conectada entre a fonte de tensão de chegada principal 144 (por exemplo, um sinal marcador de parada, virada, ou de luz traseira a partir do veículo) e o nó de referência positivo 136 para fornecer uma corrente substancialmente constante para o nó de referência positivo 136 e através da combinação em paralelo das ramificações de detecção 134. O resistor 152 pode ser opcionalmente conectado entre a fonte de corrente 142 e o nó de referência 136.

[015] As ramificações de LED 122 são opcionalmente conectadas às entradas de controle correspondentes dos dispositivos de comutação de ramificação, como mostrado. Na modalidade ilustrada, as entradas de controle compreendem a base 139 dos transistores 140. Os resistores 146a e b são opcionalmente conectados entre uma base 139 e um nó entre os LEDs 124 e os diodos de bloqueio 130, como mostrado.

[016] Um dispositivo de monitoramento de tensão, tal como o diodo zener 148, é opcionalmente conectado como mostrado em um modelo de polarização reversa através do nó de referência positivo 136 e um nó de detecção de saída 150. Em outras palavras, o catodo do diodo zener 148 é conectado ao nó de referência positivo 136 e o anodo do diodo zener 148 é conectado ao nó de detecção de saída 150. O diodo zener 148 é configurado para somente conduzir corrente quando a tensão no nó de referência positivo 136 sobe além de um limite predeterminado (por exemplo, a tensão de ruptura especificada do diodo zener 148). Deve-se entender que enquanto um diodo zener é usado para monitorar a tensão no nó de referência positivo 136 na modalidade ilustrada, outros tipos de dispositivos de monitoramento de tensão podem ser usados também.

[017] Quando energia é fornecida ao circuito a partir do veículo via o nó 144 (tipi-

camente 12 ou 24 volts, embora outras tensões possam ser usadas) para iluminar os LEDs 124, a fonte de corrente 125 fornece corrente às ramificações de LEDs 122. Se ambos os LEDs 124 estão operando apropriadamente, a corrente fluirá através das ramificações de LEDs 122 e uma parte da corrente através de cada ramificação 122 será direcionada para a base 139 de um transistor correspondente 140 via os resistores 146, ligando assim o transistor correspondente 140 (no modo de saturação). A combinação em série de cada diodo 126 e do resistor 146 fornece a tensão base-emissor exigida para os transistores 140. Como os emissores dos transistores 140 são conectados à terra como mostrado, os coletores dos transistores 140 estão também em curto com o terra quando os transistores estão em modo de saturação. Como os coletores dos transistores 140 estão em curto com o terra, os resistores 138 são também aterrados.

[018] Quando ambos os resistores 138 são aterrados (isto é, ambas as ramificações de LEDs 122 estão em operação), a combinação em paralelo dos resistores 138a e b, coletivamente em série com o resistor 152, forma uma rede divisora de tensão. Então, os resistores 138a, 138b e 152 e a fonte de corrente 142 podem ser escolhidos de modo que uma tensão específica resulte no nó de referência positivo 136 quando ambos os LEDs 124 estão funcionando apropriadamente. O diodo zener 148 é especificado como tendo uma tensão de referência (também chamada de tensão de ruptura) que está acima da tensão no nó de referência 136 quando ambos os LEDs 124 estão funcionando apropriadamente. Então, quando ambos os LEDs 124 estão funcionando, o diodo zener 148 não conduzirá qualquer corrente apreciável para uma carga de detecção conectada entre o nó de detecção de saída 150 e o terra 128.

[019] Entretanto, se um dos LEDs 124 falha aberto, não haverá fluxo de corrente através da respectiva ramificação 122 e igualmente nenhuma corrente será direcionada para a base 139 do correspondente transistor 140. Então, o transistor 140 cor-

respondente à ramificação de LED que falhou 122 desligará. Isso, por sua vez, rompe o caminho com o terra do resistor correspondente 138 conectado ao transistor particular 140. Por exemplo, na modalidade da FIG. 1, se o transistor 140a desliga, a corrente somente fluirá através do resistor 138b. Isso faz com que a tensão no nó de referência positivo 136 aumente (à medida que a fonte de corrente 142 mantém uma corrente constante no nó 136). Se a tensão de referência do diodo zener 148 é escolhida como sendo menor do que a tensão no nó de referência 136 quando somente um dos LEDs 124 está funcionando (mas mais do que a tensão quando ambos os LEDs estão funcionando), o diodo zener 148 começará a conduzir corrente para o nó de detecção de saída 150. Em outras palavras, a tensão começará a se desenvolver no nó de detecção de saída 150 que é aproximadamente igual à diferença entre a tensão no nó de referência 136 e a tensão de referência do diodo zener 148. Essa tensão pode então ser usada para acionar um circuito de detecção do veículo adicional ou disparar medidas de segurança ou proteção apropriadas. Por exemplo, a tensão no nó 150 pode ser usada para ativar os pisca-pisca de virada ou de perigo, ou para ativar um indicador de falha de lanterna no painel de instrumentos do motorista. Adicionalmente, como descrito abaixo, a tensão no nó 150 pode ser usada para acionar outro dispositivo que derivará o fusível da lanterna para o terra ou de outra forma, disparará um desligamento de todos os LEDs 124.

[020] Com relação à FIG. 2, um circuito de iluminação de veículo 220 de acordo com outra modalidade é mostrado. O circuito 220 é similar ao circuito 120, mas envolve quatro ramificações de LEDs 222a, b, c e d conectadas em paralelo, como mostrado. Novamente, deve-se entender que qualquer número de ramificações de LEDs pode ser usado, e que enquanto cada ramificação de LED 222 na modalidade da FIG. 2 é mostrada como tendo cinco LEDs individuais 224 conectados em série, qualquer número de LEDs pode ser usado em cada ramificação 222. Na modalidade da FIG. 2, duas fontes de corrente 225 são conectadas às ramificações de LED 222,

como mostrado, para fornecer a quantidade exigida de corrente para energizar seguramente os LEDs 224. As fontes de corrente 225, como mostrado na FIG. 2, compreendem regulares de tensão linear LM317 fornecidos por ST Microelectronics, com resistores de configuração de corrente 126 de 12,4 ohms conectados através dos terminais “saída” e “ajustar”, como mostrado, para entregar uma corrente de saída constante de 100 mA a partir de cada fonte 225. Também, na modalidade da FIG. 2, a fonte de corrente 242 é implementada em um regulador de tensão linear LM217 fornecido por ST Microelectronics, com um resistor de configuração de corrente 243 de 240 ohm conectado através dos terminais “ajustar” e “saída”, como mostrado, para entregar uma corrente de saída constante de 5 mA. As fontes de corrente 225 são opcionalmente configuradas para fornecer coletivamente um total de 200 mA (cada uma contribuindo com 100 mA) à combinação em paralelo das quatro ramificações de LEDs 222. Os resistores 246 são também opcionalmente escolhidos como sendo de 4,99 quilo-ohms.

[021] Como descrito acima, quando todos os resistores 238 estão aterrados (isto é, todas as ramificações de LEDs 222 estão em operação), a combinação em paralelo dos resistores 238 forma uma rede divisora de resistor. Na modalidade da FIG. 2, a fonte de corrente 142 é configurada para fornecer uma corrente constante de aproximadamente 5 mA através do resistor 152 (escolhido como sendo de 100 ohms) e para o nó de referência positivo 136. A corrente de saída de 5 mA da fonte de corrente 242 é produzida porque o regulador LM217 manterá 1,25 volts através do resistor 243 de 240 ohms que está conectado entre os terminais “saída” e “ajustar” da fonte LM217 242. A combinação em paralelo dos resistores 238a, b, c e d (escolhidos como sendo cada um de 4,7 quilo-ohms) resulta em uma resistência efetiva de 1,175 quilo-ohms. Então, a tensão no nó de referência positivo 236 é 5,875 volts. O diodo zener é escolhido como tendo uma tensão de referência (também chamada de tensão de ruptura) de 9,1 volts. Então, a detecção de falha não é dispa-

rada desde que o diodo zener 248 não conduza qualquer corrente apreciável ao nó de detecção de saída 150.

[022] Com relação ainda à FIG. 2, quando qualquer uma das ramificações de LED 222 falha aberta, a corrente somente fluirá através de três dos quatro resistores 238. Essa nova combinação em paralelo de três resistores de 4,7 ohms resultará então em uma nova resistência efetiva de 1,566 quilo-ohms, e uma tensão mais alta de 7,83 volts no nó de referência positivo 236 (à medida que a fonte de corrente 242 mantém uma corrente constante de 5 mA no nó 236). Como essa tensão ainda está abaixo da tensão de ruptura de 9,2 volts do diodo zener 248, o diodo zener ainda não conduzirá corrente para o nó de detecção de saída 250.

[023] Entretanto, se duas ramificações de LED 222 falham abertas, somente dois dos resistores 238 ainda estão conectados ao terra. Nesse caso, a resistência efetiva dos dois resistores restantes de 4,7 quilo-ohms é agora 2,35 quilo-ohms. Com a corrente ainda constante de 5 mA sendo fornecida pela fonte de corrente 142 ao nó de referência positivo 236, a tensão no nó de referência positivo 236 aumenta para 11,75 volts, que é agora mais alta do que a tensão de ruptura do diodo zener 248. O diodo zener 248 então começará a conduzir corrente para o nó de detecção de saída 250. Mais especificamente, 9,1 volts (a tensão de referência do zener especificada) se desenvolvem através do diodo zener 248, e os 2,65 volts restantes se desenvolvem através do nó de detecção de saída 250 e do terra 228. Essa tensão de saída de 2,65 volts pode ser usada para acionar circuito de detecção adicional, como discutido acima.

[024] Como um exemplo mostrado na modalidade da FIG. 2, o nó de detecção de saída 250 pode ser conectado à entrada de controle de um dispositivo de comutação adicional para efetuar medidas corretivas adicionais, tal como o desligamento de todas as ramificações de LED 222. O dispositivo de comutação adicional pode ser opcionalmente implementado como um transistor de efeito de campo de metal-

óxido-semicondutor (MOSFET) 256, com a entrada de controle (porta 155) do transistor 256 conectada ao nó de detecção de saída 250 via o resistor de limitação opcional 258 (seleccionado como sendo 24,9 quilo-ohms). O diodo zener 257 pode também ser opcionalmente conectado entre o nó de detecção de saída 250 e a porta do transistor 256, como mostrado, para limitar a tensão (9,2 volts neste exemplo) na porta do transistor 256. Os terminais de saída comutados (dreno 159 e fonte 161) do transistor 256 são opcionalmente conectados à jusante do fusível do circuito 160, como mostrado, mas a montante dos componentes de circuito restantes. Então, quando uma tensão suficiente para ligar o transistor 256 se desenvolve no nó de detecção de saída 250, o transistor 256 introduzirá um caminho de resistência muito baixa (dreno para fonte) entre o fusível 260 e o terra 262. Isso deriva a corrente total a partir da fonte 244 para o terra, fazendo com que o fusível se rompa, e desabilite a energia ao circuito 220. Com o fusível rompido e o conjunto inteiro de lanterna desabilitado, o motorista será alertado da condição de falha mais rapidamente ou através de inspeção visual, ou através de outros sistemas de aviso de veículo integrados que são configurados para detectar uma falha total do conjunto de lanterna.

[025] Os capacitores 245 e 263 podem ser opcionalmente conectados como mostrado para fornecer um atraso inicial no circuito de detecção de saída mediante a inicialização da lanterna e evitar a indicação de falha falsa. Mais especificamente, o capacitor 245 atrasará o ligamento da fonte de corrente 242, e assim atrasando que qualquer tensão seja gerada no nó de detecção de saída 250. Igualmente, o capacitor 263 atrasará a corrente de alcançar a porta 255 do MOSFET 256, atrasando assim o fusível de romper até que o circuito tenha alcançado uma condição de estado estável.

[026] A FIG. 3 mostra uma modalidade adicional, onde o dispositivo de monitoramento de tensão (por exemplo, o diodo zener 348) é conectado de um modo com polaridade reversa em um nó entre uma fonte de corrente 325 que está fornecendo

energia aos LEDs 324 e o nó de detecção de saída 350, como mostrado. Em outras palavras, o catodo do diodo zener 348 é conectado a um nó de referência 380 que conecta os anodos dos LEDs em paralelo 324, e o anodo do diodo zener 348 é conectado ao nó de detecção de saída 350. Se a tensão de referência do diodo zener é escolhida como estando acima da tensão no nó de referência quando ambos os LEDs estão funcionando apropriadamente, mas abaixo da tensão no nó de referência quando um dos LEDs falhou aberto, então uma tensão se desenvolverá no nó de detecção de saída 350 quando um (ou ambos) dos LEDs 324 falha aberto. Como discutido acima com relação ao circuito 120 e 220, essa tensão pode ser usada para acionar outro circuito de detecção de falha de veículo ou disparar outras medidas corretivas.

[027] Como mencionado acima, os circuitos acima podem ser configurados para disparar a detecção de falha se qualquer número selecionado de ramificações de LED falham abertas. Como um exemplo, tais ajustes podem ser feitos mudando-se os valores usados para os resistores 238 e/ou a tensão de ruptura especificada do diodo zener selecionado 248.

[028] Deve-se entender que os componentes dos circuitos 120, 220 ou 320 podem ser incluídos dentro de um único alojamento, tal como um alojamento de lanterna de veículo. Alternativamente, certos componentes podem ser localizados em alojamentos separados. Como um exemplo não limitante, os componentes do circuito de detecção de saída 132, 232, ou 332 podem ser localizados em um alojamento separados dos LEDs 124, 224, 324 e das fontes de corrente 125, 225, 325. Como outro exemplo não limitante, os componentes do circuito de detecção de falha 132, 232, ou 332 podem ser localizados no mesmo alojamento dos LEDs 124, 224, 324 e das fontes de corrente 125, 225, 325.

[029] O termo “anodo” aqui significa um terminal de um diodo através do qual a corrente entra no diodo quando o mesmo está polarizado diretamente.

[030] O termo “base” aqui significa o terminal de controle de um transistor de junção bipolar que controla a condutividade do canal entre o coletor e o emissor.

[031] O termo “ramificação” aqui significa um caminho elétrico através de um ou mais componentes elétricos que estão conectados em série.

[032] O termo “catodo” aqui significa um terminal de um diodo através do qual a corrente deixa o diodo quando o mesmo está polarizado diretamente.

[033] O termo “coletor” aqui significa o terminal de um transistor de junção bipolar no qual uma corrente comutada entra quando o transistor está polarizado diretamente.

[034] O termo “fonte de corrente constante” aqui significa um dispositivo elétrico que é capaz de fornecer um nível substancialmente constante de corrente através de outro componente elétrico ou caminho elétrico dentro de um dado circuito.

[035] O termo “entrada de controle” aqui significa um terminal de entrada de um dispositivo onde o sinal recebido no terminal determina a funcionalidade do dispositivo. Alguns exemplos incluem a base de um transistor de junção bipolar NPN e a porta de um transistor MOSFET.

[036] O termo “diodo” aqui significa um dispositivo de dois terminais elétricos que permite que a corrente flua em uma direção, mas impede que a corrente flua na direção oposta. Os exemplos incluem diodos de silício de junção p-n, diodos de emissão de luz, diodos Schottky, e diodos zener, para citar alguns.

[037] O termo “dreno” aqui significa o terminal de um transistor de efeito de campo de onde uma corrente comutada deixa o transistor quando o mesmo está polarizado diretamente.

[038] O termo “emissor” aqui significa o terminal de um transistor de junção bipolar do qual uma corrente comutada deixa o transistor quando o mesmo está polarizado diretamente.

[039] O termo “falha aberto” aqui significa parar de conduzir a corrente devido a

uma falha de componente interno.

[040] O termo “fusível” aqui significa um dispositivo de segurança cujo material derrete e rompe um circuito elétrico se a corrente através do material excede um nível de segurança especificado.

[041] O termo “porta” aqui significa o terminal de controle de um transistor de efeito de campo que controla a condutividade do canal entre a fonte e o dreno.

[042] O termo “LED” aqui significa o diodo de emissão de luz, incluindo diodos simples bem como arranjos de LEDs e/ou diodos de emissão de luz agrupados. Isso pode incluir a matriz e/ou a película de LED ou outro laminado, pacotes de LEDs, os ditos pacotes podem incluir material encapsulante em torno de uma matriz, e o material, tipicamente transparente, pode ou não ter coloração e/ou pode ou não ter uma subtampa colorida. Um LED pode ter uma variedade de cores, formas, tamanhos e modelos, incluindo com ou sem dissipador de calor, lentes, ou refletores, embutidos no pacote.

[043] O termo “luz” aqui significa a luz que é visível a olho nu.

[044] O termo “nó” aqui significa uma junção elétrica entre dois ou mais componentes elétricos, onde a tensão em todos os pontos físicos dentro do nó é substancialmente igual.

[045] O termo “paralelo” aqui significa uma conexão elétrica de dois ou mais componentes onde a tensão através dos terminais de entrada e saída dos componentes é igual.

[046] O termo “resistor” aqui significa um dispositivo tendo uma resistência à passagem de corrente elétrica.

[047] O termo “série” aqui significa uma conexão elétrica de dois ou mais componentes elétricos onde a corrente passa através do primeiro componente e para o segundo componente, e onde a corrente passando através dos dois componentes é a mesma.

[048] O termo “fonte” aqui significa o terminal de um transistor de efeito de campo no qual uma corrente comutada entra no transistor quando o mesmo está polarizado diretamente.

[049] O termo “dispositivo de comutação” aqui significa um dispositivo que é capaz de permitir dinamicamente ou interromper o fluxo de corrente.

[050] O termo “veículo” aqui significa um dispositivo autopropelido ou rebocado para transporte, incluindo sem limitação, carro, caminhão, ônibus, barco, tanque ou outro veículo militar, avião, caminhão de reboque, cabine de caminhão, trailer para barcos, outro trailer, veículo de emergência, e motocicleta.

[051] O termo “dispositivo de monitoramento de tensão” aqui significa um dispositivo elétrico que é capaz de monitorar a tensão através de dois nós elétricos. Um exemplo de tal dispositivo é um diodo zener.

[052] O termo “diodo zener” aqui significa um diodo que permite que a corrente flua em uma primeira direção, bloqueie o fluxo de corrente na direção oposta até uma tensão de referência especificada, e permite que a corrente flua na direção oposta além da dita tensão de referência especificada.

[053] Artigos e frases tais como “o”, “a”, “um”, “uma”, “ao menos um”, e “um primeiro”, não estão limitados a significar somente um, mas de preferência, são inclusivos e abertos para também incluir, opcionalmente, dois ou mais de tais elementos. Em termos do significado das palavras citadas aqui, elementos ou palavras literalmente diferentes nas reivindicações dependentes não são supérfluos, e têm significado diferente e não são importados, implicados ou sinônimos de elementos ou palavras nas reivindicações das quais eles dependem.

[054] A linguagem usadas nas reivindicações, na descrição escrita e nas definições acima é para ter somente seu significado pleno e normal, exceto por termos explicitamente definidos acima. Tal significado pleno e normal é definido aqui como inclusivo de todas as definições de dicionário consistentes a partir dos dicionários

Webster e Random House de propósito geral mais recentemente publicados (na data de depósito deste documento).

[055] Enquanto a invenção foi ilustrada e descrita em detalhes nos desenhos e na descrição anterior, a mesma é considerada como ilustrativa e não restritiva, entendendo-se que somente a modalidade preferencial foi mostrada e descrita e que todas as mudanças, equivalentes, e deseja-se que as modificações que estão dentro do espírito da invenção definida pelas seguintes reivindicações sejam protegidas. Todas as publicações, patentes, e pedidos de patentes citados nesta especificação são aqui incorporados por referência como se cada publicação, patente ou pedido de patente individual fosse específica e individualmente indicado como sendo incorporado por referência e apresentado inteiramente aqui.

## REIVINDICAÇÕES

1. Circuito de detecção de falha de iluminação de veículo para um veículo, compreendendo:

uma pluralidade de ramificações em paralelo (122) conectadas em um nó de referência positivo (136), uma primeira dentre as ditas ramificações em paralelo (122) compreendendo um primeiro resistor de ramificação (138a) e um primeiro dispositivo de comutação de ramificação (140a) conectados em série, uma segunda dentre as ditas ramificações em paralelo (122) compreendendo um segundo resistor de ramificação (138b) e um segundo dispositivo de comutação de ramificação (140b) conectados em série; e

em que o dito primeiro dispositivo de comutação de ramificação (140a) é configurado para interromper o fluxo de corrente para o dito primeiro resistor de ramificação (138a) quando um primeiro LED (124) falhou, e em que o dito segundo dispositivo de comutação de ramificação (140b) é configurado para interromper o fluxo de corrente para o dito segundo resistor de ramificação (138b) quando um segundo LED (124) falhou;

**CARACTERIZADO** pelo fato de que um dispositivo de monitoramento de tensão (148) conectado ao dito nó de referência positivo (136), o dito dispositivo de monitoramento de tensão configurado para detectar mudanças de tensão no nó de referência positivo (136).

2. Circuito de detecção de falha de iluminação de veículo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** adicionalmente pelo fato de que compreende:

uma fonte de corrente conectada (142) ao dito nó de referência positivo (136) e configurada para entregar uma corrente constante para o dito nó de referência.

3. Circuito de detecção de falha de iluminação de veículo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que:

o primeiro dispositivo de comutação de ramificação (140a) tem uma primeira entrada de controle (139a), a dita primeira entrada de controle (139a) conectada a um primeiro catodo do primeiro LED, o primeiro dispositivo de comutação de ramificação (140a) configurado para interromper o fluxo de corrente através do dito primeiro resistor de ramificação (138a) quando o dito primeiro LED falha aberto;

o segundo dispositivo de comutação de ramificação (140b) controlado por corrente tem uma segunda entrada de controle (139b), a dita segunda entrada de controle (139b) conectada a um segundo catodo do segundo LED, o segundo dispositivo de comutação de ramificação (140b) configurado para interromper o fluxo de corrente através do dito segundo resistor de ramificação (138b) quando o segundo LED falha aberto.

4. Circuito de detecção de falha de iluminação de veículo, de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que:

o dito primeiro catodo do primeiro LED é conectado a um anodo de um primeiro diodo de bloqueio (130a); e

o dito segundo catodo do segundo LED é conectado a um anodo de um segundo diodo de bloqueio (130b).

5. Circuito de detecção de falha de iluminação de veículo, de acordo com a reivindicação 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que um primeiro anodo do primeiro LED é conectado a um segundo anodo do segundo LED.

6. Circuito de detecção de falha de iluminação de veículo, de acordo com a reivindicação 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de que:

o dispositivo de monitoramento de tensão compreende um diodo zener (148) tendo um catodo conectado ao dito nó de referência positivo (136) e um anodo conectado a um nó de saída de detecção de falha (150); e

em que o diodo zener (148) é configurado para conduzir corrente a partir do nó de referência positivo (136) para o nó de saída de detecção de falha se a tensão

no nó de referência positivo (136) aumenta acima de um limite predeterminado.

7. Circuito de detecção de falha de iluminação de veículo, de acordo com a reivindicação 6, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a resistência dos resistores de ramificação é configurada para manter a tensão no nó de referência positivo (136) abaixo do limite predeterminado quando todos os LEDs estão funcionando.

8. Circuito de detecção de falha de iluminação de veículo, de acordo com a reivindicação 7, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a resistência dos resistores de ramificação é configurada para manter a tensão no nó de referência positivo (136) acima do limite predeterminado quando um número predeterminado dos LEDs falha aberto.

9. Circuito de detecção de falha de iluminação de veículo, de acordo com a reivindicação 8, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que os dispositivos de comutação de ramificação compreendem transistores (140a,140b).

10. Circuito de detecção de falha de iluminação de veículo, de acordo com a reivindicação 9, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que:

os dispositivos de comutação de ramificação compreendem transistores de junção bipolar NPN; e

em que a entrada de controle compreende a base dos transistores de junção bipolar NPN.

11. Circuito de detecção de falha de iluminação de veículo, de acordo com a reivindicação 10, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que os coletores dos transistores de junção bipolar NPN são conectados a um resistor de ramificação correspondente e os emissores dos transistores de junção bipolar NPN são conectados ao terra (128).

12. Circuito de detecção de falha de iluminação de veículo, de acordo com a reivindicação 11, **CHARACTERIZADO** adicionalmente pelo fato de que compreende:

uma pluralidade de resistores de entrada (146), um primeiro dentre os ditos

resistores de entrada (146a) conectado entre o catodo do primeiro dentre os ditos LEDs e a entrada de controle do primeiro dispositivo de comutação de ramificação (139a), um segundo dentre os ditos resistores de entrada (146b) conectado entre o catodo do segundo dentre os LEDs e a entrada de controle do segundo dispositivo de comutação de ramificação (139b).

13. Circuito de detecção de falha de iluminação de veículo, de acordo com a reivindicação 12, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a resistência dos ditos resistores de entrada é configurada para ligar o correspondente dispositivo de comutação de ramificação quando o LED correspondente está operando apropriadamente e desligar o correspondente dispositivo de comutação de ramificação quando o LED correspondente falha aberto.

14. Circuito de detecção de falha de iluminação de veículo, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADO** adicionalmente pelo fato de que compreende:

um dispositivo de comutação de saída (256) conectado em série com um fusível (260), os ditos LEDs (224) também conectados em série com o dito fusível;

em que o nó de saída de detecção de falha (250) é conectado a uma entrada de controle do dispositivo (255) de comutação de saída.

15. Circuito de detecção de falha de iluminação de veículo, de acordo com a reivindicação 14, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dispositivo de comutação de saída (256) é configurado para derivar corrente a partir de uma fonte de alimentação de veículo para o terra e romper o fusível (260) quando um número predeterminado dos LEDs (224) falha aberto.

16. Circuito de detecção de falha de iluminação de veículo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que:

o dispositivo de monitoramento de tensão compreende um diodo zener (148) tendo um catodo conectado ao dito nó de referência positivo (136) e um anodo conectado a um nó de saída de detecção de falha; e

em que o diodo zener (148) é configurado para conduzir corrente a partir do nó de referência positivo (136) para o nó de saída de detecção de falha se a tensão no nó de referência positivo (136) aumenta acima de um limite predeterminado.

17. Circuito de detecção de falha de iluminação de veículo, de acordo com a reivindicação 1, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a resistência dos resistores de ramificação é configurada para manter a tensão no nó de referência positivo (136) abaixo do limite predeterminado quando todos os LEDs estão funcionando.

18. Circuito de detecção de falha de iluminação de veículo, de acordo com a reivindicação 1, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a resistência dos resistores de ramificação é configurada para manter a tensão no nó de referência positivo (136) acima do limite predeterminado quando um número predeterminado de LEDs falha aberto.

19. Circuito de detecção de falha de iluminação de veículo, de acordo com a reivindicação 1, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que os dispositivos de comutação de ramificação compreendem transistores (140a,140b).

20. Circuito de detecção de falha de iluminação de veículo, de acordo com a reivindicação 1, **CHARACTERIZADO** adicionalmente pelo fato de que compreende:

uma pluralidade de resistores de entrada (146), um primeiro dentre os ditos resistores de entrada conectado (146a) entre o catodo do primeiro dentre os LEDs e a entrada de controle (139a) do primeiro dispositivo de comutação de ramificação (140a), um segundo dentre os ditos resistores de entrada (146b) conectado entre o catodo do segundo dentre os LEDs e a entrada de controle (139b) do segundo dispositivo de comutação de ramificação (140b).

21. Circuito de detecção de falha de iluminação de veículo, de acordo com a reivindicação 20, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a resistência dos ditos resistores de entrada (146) é configurada para ligar o correspondente dispositivo de comutação de ramificação (140) quando o LED correspondente (124) está operando

apropriadamente e desligar o correspondente dispositivo de comutação de ramificação quando o correspondente LED falha aberto.

22. Circuito de detecção de falha de iluminação de veículo, de acordo com a reivindicação 1, **CHARACTERIZADO** adicionalmente pelo fato de que compreende:

um dispositivo de comutação de saída (256) conectado a um fusível (260), os ditos LEDs também conectados em série com o dito fusível;

em que o nó de saída de detecção de falha é conectado a uma entrada de controle (255) do dispositivo de comutação de saída (256).

23. Circuito de detecção de falha de iluminação de veículo, de acordo com a reivindicação 22, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o dispositivo de comutação de saída (256) é configurado para derivar corrente a partir de uma fonte de alimentação de veículo (244) para o terra (262) e romper o fusível quando um número predeterminado de LEDs (224) falha aberto.

24. Circuito de detecção de falha de iluminação de veículo, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

uma pluralidade de LEDs (124), os anodos dos ditos LEDs conectados a um nó de referência positivo comum (136);

uma fonte de corrente constante (125) conectada ao dito nó de referência positivo (136) e configurada para entregar uma corrente constante ao dito nó de referência positivo (136); e

um dispositivo de monitoramento de tensão (148) conectado ao dito nó de referência positivo (136), o dito dispositivo de monitoramento de tensão configurado para detectar uma mudança de tensão no dito nó de referência quando ao menos um dentre os ditos LEDs (124) falha.

25. Circuito de detecção de falha de iluminação de veículo, de acordo com a reivindicação 24, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o dito dispositivo de monitoramento de tensão (148) é configurado para detectar mudanças de tensão no dito nó

de referência (136) quando ao menos um dentre os LEDs falha aberto.

26. Circuito de detecção de falha de iluminação de veículo, de acordo com a reivindicação 25, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que:

o dispositivo de monitoramento de tensão compreende um diodo zener (148) tendo um catodo conectado ao dito nó de referência positivo (136) e um anodo conectado a um nó de saída de detecção de falha (150); e

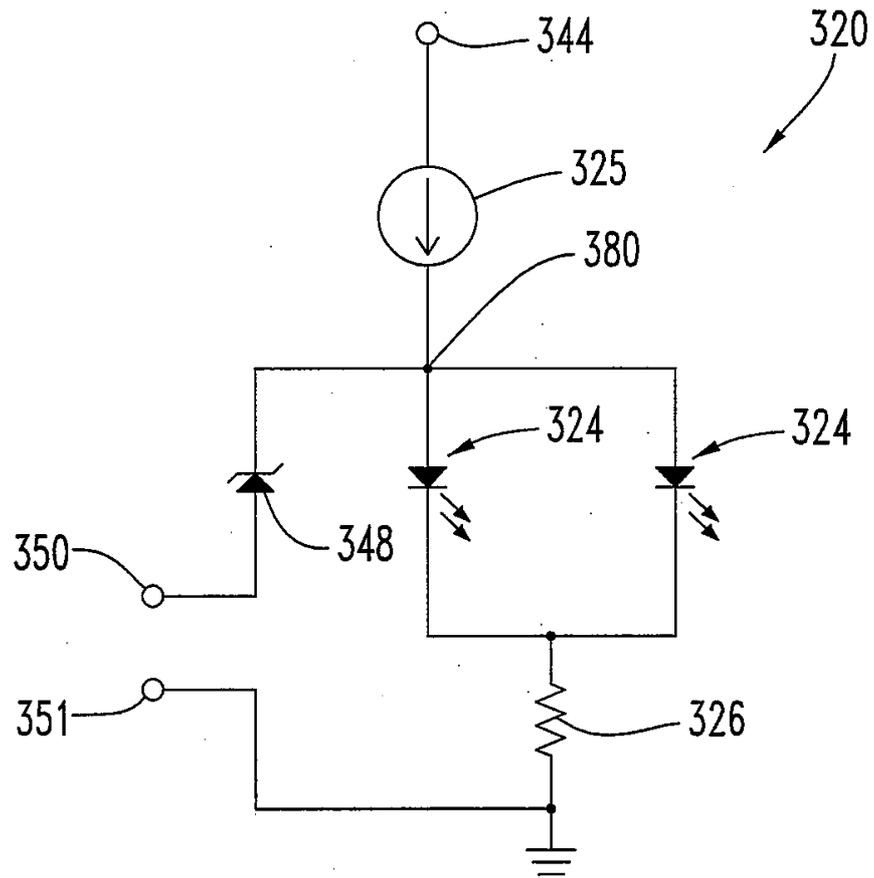
em que o diodo zener (148) é configurado para conduzir corrente a partir do nó de referência positivo (136) ao nó de saída de detecção de falha se a tensão no nó de referência positivo (136) aumenta acima de um limite predeterminado.

27. Circuito de detecção de falha de iluminação de veículo, de acordo com a reivindicação 26, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a resistência dos LEDs é configurada para manter a tensão no nó de referência positivo (136) abaixo do limite predeterminado quando todos os LEDs estão funcionando.

28. Circuito de detecção de falha de iluminação de veículo, de acordo com a reivindicação 27, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a resistência dos LEDs é configurada para manter a tensão no nó de referência positivo (136) acima do limite predeterminado quando um número predeterminado de LEDs falha aberto.







**Fig. 3**